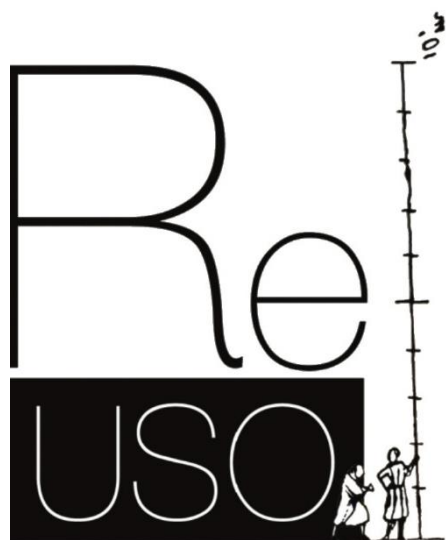


Documentation, Restoration and Reuse of Heritage

2-4 November 2022
Porto, Portugal

BOOK OF PROCEEDINGS





**Documentation, Restoration
and Reuse of Heritage**

Book of Proceedings

2-4 November 2022
Porto, Portugal

www.fe.up.pt/reuso

Proceedings of the
Xth edition of the ReUSO - Documentation, Restoration and Reuse of Heritage

Format: Ebook (pdf)

ISBN: 978-972-752-296-5

Porto, Portugal, 2-4 November 2022

H. Varum, A. Furtado & J. Melo (eds.)

The Conference Organizing Committee are not responsible for the statements of opinions expressed in this publication. Any statements of views expressed in the extended abstracts contained in this Book are those of the author(s). Mention of trade names or commercial products does not constitute endorsement or recommendation for use.

Chair

Humberto Varum
U.Porto / FEUP, Conference Chair

Honorary Committee

António Sousa Pereira (Rector) | UP | Portugal
Rui Artur Bártolo Calçada (Director) | FEUP | Portugal
João Pedro Xavier (Director) | FAUP | Portugal
Ignazio Marcello Mancini (Dean) | U. Basilicata | Italy
Giuseppe De Luca (Director) | U. Firenze | Italy
Aldo Corcella (Director) | DiCEM/U. Basilicata | Italy
Susanna Caccia Gherardini (Professor) | U. Firenze | Italy

ReUSO Founding Committee

Stefano Bertocci | U. Firenze | Italy
Giovanni Minutoli | U. Firenze | Italy
Fauzia Farneti | U. Firenze | Italy
Susana Mora | U.P. Madrid | Spain
Silvio Van Riel | U. Firenze | Italy

Organising Committee

Humberto Varum, Portugal
Alexandre Costa, Portugal
André Furtado, Portugal
Aníbal Costa, Portugal
António Arêde, Portugal
Bruno Marques, Portugal
Bruno Quelhas, Portugal
Cilísia Ornelas, Portugal
Clara Vale, Portugal
Esmeralda Paupério, Portugal
Hipólito Sousa, Portugal
Hugo Rodrigues, Portugal
João Miranda Guedes, Portugal

José Melo, Portugal
José Miguel Rodrigues, Portugal
Marco Faggella, Italy
Miguel Malheiro, Portugal
Nelson Vila Pouca, Portugal
Patrício Rocha, Portugal
Pedro Delgado, Portugal
Rui Póvoas, Portugal
Rui Silva, Portugal
Teresa Ferreira, Portugal
Vasco Freitas, Portugal
Xavier Romão, Portugal

Scientific Committee

Humberto Varum, Portugal
Agostino Catalano, Italy
Alexandre Costa, Portugal
Alice Tavares, Portugal
Ana Tostões, Portugal
Ana Velosa, Portugal
André Furtado, Portugal
Andrea Nanetti, Singapore
Angelo Lucchini, Italy
Aníbal Costa, Portugal
Antonella Guida, Italy
Antonello Pagliuca, Italy
Antoni Moreno-Navarro, Spain
António Arêde, Portugal
Antonio Conte, Italy
Calogero Bellanca, Italy
Camilla Mileto, Spain
Caterina Palestini, Italy
Clara Vale, Portugal
Damiano Lacobone, Italy

Juan A. García Esparza, Spain
Juan B. Aznar Mollá, Spain
Lorenzo Jurina, Italy
Luis Miguel Correia, Portugal
Luis Palmero Iglesias, Spain
Manlio Montuori, Italy
Manuela Grecchi, Italy
Marcello Balzani, Italy
Marco D'Orazio, Italy
Marco Faggella, Italy
Marco Morandotti, Italy
Marco Pretelli, Italy
Marco Tanganelli, Italy
Marcos Tognon, Brazil
Maria Fernandes, Portugal
María Paz Sáez Pérez, Spain
Mariana Correia, Portugal
Marianna Calia, Italy
Mariella De Fino, Italy
Marina Fumo, Italy

Daniel Oliveira, Portugal
Daniela Concas, Italy
Daniela Esposito, Italy
Edoardo Curra, Italy
Eduardo Júlio, Portugal
Elena Cantatore, Italy
Emanuela Chiavoni, Italy
Emanuele Romeo, Italy
Enrico Sergio Mazzucchelli, Italy
Enrico Sicignano, Italy
Enrico Spacone, Italy
Esmeralda Paupério, Portugal
Fabio Fatiguso, Italy
Fauzia Farneti, Italy
Fernando Branco, Portugal
Fernando Pinho, Portugal
Fernando Vegas, Spain
Francesca Fatta, Italy
Gianluca Belli, Italy
Gianni Minutoli, Italy
Giorgio Monti, Italy
Giovanni Pancani, Italy
Giovanni Santi, Italy
Giuseppe Margani, Italy
Graziella Bernardo, Italy
Guido Camata, Italy
Hipólito Sousa, Portugal
Hugo Rodrigues, Portugal
Ignacio Lombillo, Spain
Inês Flores-Cólen, Portugal
Ippolita Mecca, Italy
Javier Mosteiro, Spain
João Appleton, Portugal
João Lanzinha, Portugal
João Mascarenhas Mateus, Portugal
João Miranda Guedes, Portugal
Joaquim Teixeira, Portugal
Jolanta Sroczynska, Poland
Jorge Branco, Portugal
Jorge Pinto, Portugal
José Aguiar, Portugal
José Melo, Portugal
José Miguel Rodrigues, Portugal
José Ramon Albiol Ibanez, Spain
Mario Bevilacqua, Italy
Michele D'Amato, Italy
Miguel Malheiro, Portugal
Nadia Ieksarova, Ukraine
Nelson Vila Pouca, Portugal
Nicola Masini, Italy
Nicola Santopuoli, Italy
Nicola Tarque, Peru
Nina Avramidou, Italy
Nuno Valentim, Portugal
Panagiotis Asteris, Greece
Patrício Rocha, Portugal
Paulo Cruz, Portugal
Paulo Lourenço, Portugal
Pedro Castro Borges, México
Raffaella Lione, Italy
Raimundo Mendes da Silva, Portugal
Renata Prescia, Italy
Reynaldo Esperanza Castro, Mexico
Riccardo Gulli, Italy
Rita Bento, Portugal
Roberta Maria Dal Mas, Italy
Roberta Spallone, Italy
Roberto Castelluccio, Italy
Romeu Vicente, Portugal
Rosa Maria Caballero, Spain
Rosário Veiga, Portugal
Rui Póvoas, Portugal
Sandro Parrinello, Italy
Sérgio Lagomarsino, Italy
Sibel Onat Hattap, Turkey
Silvio Van Riel, Italy
Soraya Genin, Portugal
Stefano Bertocci, Italy
Susana Alonso-Muñoyerro, Spain
Tayyibi Abdelghani, Morocco
Teresa Ferreira, Portugal
Tiago Ferreira, Portugal
Tiago Pinto, Portugal
Vanessa Borges Brasileiro, Brazil
Vasco Freitas, Portugal
Veronica Vitiello, Italy
Vito Domenico Porcari, Italy
Xavier Romão, Portugal

CONTENTS

Plenary Keynote Lectures

| | |
|--|---|
| Methodology for minimum intervention in sustainable Earthen architecture | 1 |
| <i>Aníbal Costa; Alice Tavares</i> | |

Participants communications

| | |
|---|-----|
| The New Towns of Sierra Morena | 9 |
| <i>Emma Mora-Figueroa and José Luis Almansa</i> | |
| The abandoned mining complexes in Sardinia. Potential approaches to recover their value | 21 |
| <i>Dessi Maria</i> | |
| The musealization of modern residential architecture | 33 |
| <i>Emilia Garda and Teresa Casale</i> | |
| Evaluating the impact of infrastructures on urban ecosystems: application of the Envision Protocol to the “Sopraelevata” of Genoa | 45 |
| <i>Vite Clara and Gaggero Marta</i> | |
| Shen Joan Vladimirit Orthodox Monastery: reuse and conservation | 57 |
| <i>Trematerra Adriana</i> | |
| Recovery and reuse in the walkway architecture: looking to the future for dismissed rural buildings in Italy and France | 67 |
| <i>Garda Emilia and Renzulli Alessandra</i> | |
| Place and identity. Conceiving the <i>Genius Loci</i> | 79 |
| <i>Di Mari Giuliana, Garda Emilia Maria, Renzulli Alessandra and Vitale Denise</i> | |
| The Garden of Remembrance on the ruins of the Marburg synagogue in Germany: memory, identity and reuse..... | 91 |
| <i>Rossella Leone, Roberto Ragione and Nicola Santopuoli</i> | |
| Understanding, interpreting, and shaping a dialogue between drawing and digital modelling. The case study of Donatello’s Pulpit | 103 |
| <i>Sandro Parrinello, Francesca Picchio and Silvia La Placa</i> | |
| Earth-based mortars at the Wupatki Pueblo: a preliminary assessment through non-destructive testing | 115 |
| <i>Laura Gambilongo, Alberto Barontini and Paulo Lourenço</i> | |
| WoodBox modules: a flexible and re-usable emergency solution for temporary retail activities | 123 |
| <i>Lucchini Angelo, Mazzucchelli Enrico Sergio, Scrinzi Giacomo, Pastori Sofia, Stefanazzi Alberto, Silva Stefania and Severgnini Mario</i> | |
| The factory and its doom. Considerations about the non-application of the different knowledge for the restoration and use of industrial heritage in the case of Olivetti Brasil | 133 |
| <i>Di Mari Giuliana and Garda Emilia</i> | |
| The Rehabilitation Impact of Historic Houses on Cultural Heritage. Sustainable Actions for the Historic Centre of Oporto, World Heritage Site..... | 145 |
| <i>Inês Rosa, Patrícia Moreira, João Miranda Guedes and Eduarda Vieira</i> | |
| Valorisation and Reuse of Catholic Heritage in the Balkan Peninsula..... | 159 |
| <i>Trematerra Adriana, Gennaro Pio Lento and Luigi Corniello</i> | |
| The Fort of SS. Salvatore in Messina. Relief, stratifications and degradation of a fortification between the Middle Ages and the Modern Age..... | 169 |
| <i>Alessio Altadonna, Giuseppe Martello, Antonino Nastasi and Fabio Todesco</i> | |

| | |
|---|-----|
| Strategies for rural settlements and marginal areas regeneration: multiscale and multidisciplinary approach for a systemic process | 181 |
| <i>Fernanda Speciale, Manuela Grecchi and Laura Elisabetta Malighetti</i> | |
| Spaces, society, university: for a renewed teaching of restoration. The case study of Amideria Chiozza | 195 |
| <i>Alessandra Marin and Sergio Pratali Maffei</i> | |
| Bloco da Carvalhosa, The South Terraces Reinterpretation | 207 |
| <i>Henrique Ferreira, Carlos Maia and Paulo Mendonça</i> | |
| Adaptive reuse as a strategy for overcoming obsolescence: the "Mercato dei Fiori" in Pescia..... | 219 |
| <i>Maurizio De Vita, Laura Marchionne and Elisa Parrini</i> | |
| A methodology for the comfort upgrading and the microclimate management: a case study | 231 |
| <i>Mariangela De Vita, Chiara Marchionni, Marianna Rotilio, Giovanna Di Cresce and Pierluigi De Berardinis</i> | |
| Methodological proposal for the analysis of the heritage values of buildings for intervention decisions | 243 |
| <i>Fatima Benchenni and Juan Monjo-Carrió</i> | |
| Circular approach for deep renovation of historic building heritage. The case of a manor villa in Argelato, Bologna | 251 |
| <i>Cecilia Mazzoli, Lorna Dragonetti, Rachele Corticelli and Annarita Ferrante</i> | |
| The use and the conservation of historic buildings. Case studies in the Alentejo region, Portugal..... | 263 |
| <i>Maria Fernandes and Maria João Costa</i> | |
| L'edificio della Gioventù Italiana del Littorio di Forlì diventa Museo della Ginnastica e Auditorium. Restauro e riuso di una architettura dissonante | 271 |
| <i>Andrea Savorelli and Chiara Atanasi Brilli</i> | |
| Historical rural architecture of North Portugal and Spanish Galicia – analysis of vernacular forms and concept of adaptation for cultural tourism needs, case study of Porreiras in Portugal..... | 283 |
| <i>Marta Orszt and Elżbieta Raszeja</i> | |
| Glocalization design strategies of multinational enterprises in the context of revitalizing historic districts: Case studies in China and Europe | 297 |
| <i>Xi Wei, Xin Wu, Qiang Xu, Jiajun Li and Marianna Calia</i> | |
| Indoor air quality and ventilation: two fundamentals to define Healthy Buildings | 309 |
| <i>Maria Sofia Savoca Ludovica</i> | |
| Managing a complexity of details. Studies to re-use the stable of the Calendasco's castle..... | 321 |
| <i>Michela Marisa Grisoni, Nicola Badan and Davide Zanon</i> | |
| Projection mapping for the enhancement of Estense wall paintings: a workflow for complex surfaces and the management of colors..... | 335 |
| <i>Manuela Incerti and Stefano Giannetti</i> | |
| The reuse of the architectural heritage in a state of ruin as a strategy for the conservation. The "Canto di Stampace" in Pisa | 347 |
| <i>Laura Marchionne and Elisa Parrini</i> | |
| Start over from the fragment. Some notes on old Gibellina and new Gibellina. | 359 |
| <i>Daniela Esposito and Daniela Concas</i> | |
| The energy requalification of an author's social housing complex Ridolfi's INCIS Houses: a challenge for heat-reflective coatings..... | 371 |
| <i>Giuseppina Currò, Ornella Fiandaca and Giovanni F. Russo</i> | |
| Ancient Monastery of S. Spirito in Bergamo: the rebirth..... | 385 |
| <i>Beatrice Bolandrini, Roberta Grazioli and Simone Tribbia</i> | |
| The value of use and scheduled maintenance of historical buildings with architectural interest: the case study of the Quaglietta Castle in Campania (Italy) | 397 |
| <i>Eliana Basile and Gigliola D'Angelo</i> | |

| | |
|--|-----|
| The rehabilitation impact of historic houses on cultural heritage. Sustainable actions for the Historic Centre of Oporto, World Heritage Site..... | 409 |
| <i>Inês Rosa, Patrícia R. Moreira, João Miranda Guedes and Eduarda Vieira</i> | |
| Presentation of a methodology for the analysis of old industrial chimneys | 423 |
| <i>Rui Silva, Nelson Vila Pouca, Patrício Rocha, Paupério Esmeralda and António Arêde</i> | |
| Understanding to maintain the INA-CASA experimentation. Minnucci and public housing in Brindisi..... | 435 |
| <i>Carla Chiarantoni</i> | |
| The traditional Andalusian heritage of the patio house. Methodological guidelines and design experimentation for active conservation | 447 |
| <i>Alessandra Bellicoso, Krizia Berti, María Jesús Albarreal Nuñez and Alessandra Tosone</i> | |
| Hypothesis of “Dogana” recovery at the Magdalena Bridge..... | 459 |
| <i>Renato Iovino, Ippolita Mecca, Emanuele La Mantia and Flavia Fascia</i> | |
| Recovering the modern. A “fragile” work of Ignazio Gardella..... | 469 |
| <i>Annalisa Dameri and Paolo Mellano</i> | |
| The difficult "reuse" of historical heritage: the case of the Scardavilla di Sopra Monastery in Meldola | 481 |
| <i>Fauzia Farneti and Silvio Van Riel</i> | |
| The role of landscape study in Architecture degree courses..... | 491 |
| <i>Cecilia Sodano and Nicola Santopuoli</i> | |
| A teaching experience in cooperation between University and Municipality for the reuse of an architectural complex in Northern Italy | 501 |
| <i>Eva Coisson, Chiara Vernizzi and Elena Zanazzi</i> | |
| Architectural heritage: intervention to continue | 511 |
| <i>Miguel Malheiro</i> | |
| Villages and regeneration..... | 523 |
| <i>Claudia Battaino and Maria Paola Gatti</i> | |
| Reuse of the Church of San Domenico: approach and adaptive strategies for the design of a new congress center..... | 535 |
| <i>Alessandra Bellicoso, Pierluigi De Berardinis, Mariangela De Vita, Danilo Di Donato, Gianni Di Giovanni, Tullio de Rubeis, Marianna Rotilio and Alessandra Tosone</i> | |
| The theoretical foundation of architectural restoration..... | 547 |
| <i>Cesare Crova</i> | |
| Architectural restoration, research, teaching: results of the first Decade Experience by Building Engineering-Architecture Course..... | 561 |
| <i>Nicoletta Marconi and Valentina Florio</i> | |
| Behavioural-design-based risk assessment and mitigation against floods in historical urban built environment: a virtual reality approach..... | 573 |
| <i>Gabriele Bernardini, Alessandro D'Amico, Enrico Quagliarini and Ruggiero Lovreglio</i> | |
| Implementing open-source information systems for assessing and managing the seismic vulnerability of historical constructions..... | 585 |
| <i>Rafael Ramírez Eudave, Daniel Rodrigues, Tiago Ferreira and Romeu Vicente</i> | |
| Spontaneous rural settlements in the Emilia 2012 seismic aftermath: strategies for the enhancement of the countryside landscape..... | 595 |
| <i>Montuori Manlio</i> | |
| Diagnostic campaigns and structural assessment of an existing masonry buildings | 607 |
| <i>Riccardo Mario Azzara, Vieri Cardinali, Maria Teresa Cristofaro and Marco Tanganelli</i> | |
| Extreme wind events and risk mitigation: overview and perspectives for resilient building envelopes design in the Italian context | 617 |
| <i>Enrico S. Mazzucchelli, Giacomo Scrinzi, Sofia Pastori, Paolo Rigone, Angelo Lucchini, Dario Trabucco and Martino Milardi</i> | |

| | |
|--|-----|
| Traditional stone masonry walls subjected to blast and axial loadings | 627 |
| <i>J. F. M. Conceição, Fernando Pinho and Joaquim B.</i> | |
| Evaluation of the seismic vulnerability of Coimbra's old city center: a comparative study between 2009-2021 | 637 |
| <i>Marcos Antonio Chiamulera, Tiago Ferreira, Romeu Vicente and J. Mendes da Silva</i> | |
| Methodology for Assessing the Degradation Level of Existing Structures with a Parameterized Cubic Damage Model | 647 |
| <i>Erik Dutra and João Pantoja</i> | |
| SHM for failure propagation detection in steel truss bridges | 659 |
| <i>Manuel Buitrago, Giacomo Caredda, Elisa Bertolesi, Cristina Porcu, Pedro Calderón and José Adam</i> | |
| Three in one. A step towards a rehabilitation 4.0 | 669 |
| <i>Isabel Bentes, Jorge Pinto, Sandra Pereira, Carla Teixeira and Anabela Paiva</i> | |
| Catastrophic Destruction of the Cultural Heritage of Odessa, XX-XXI c.c | 681 |
| <i>Nadiia Yeksarova, Vladimir Yeksarov and Andrii Yeksarov</i> | |
| Architectural heritage and armed conflicts. The bombing of Potenza in Basilicata in 1943 | 695 |
| <i>Enza Tolla and Giuseppe Damone</i> | |
| War, yesterday and today. Documentation of the destruction of and damage to historic-monumental buildings through testimony and recounting by the mass media..... | 707 |
| <i>Maria Giovanna Putzu, and Fabrizio Oddi</i> | |
| The Fairground of Lebanon in Tripolibetween pre-war and post-war period. Events, Meanings and Future | 719 |
| <i>Francesca Albani and Joe Zaatar</i> | |
| The renovation of the urban space of the industrial areas discontinued after the second world war. The case of the Costantino cotton factory in Bari..... | 731 |
| <i>Carla Chiarantoni</i> | |
| Computational 3D modeling supporting the preservation of historic timber roofs: the case of San Pietro's Cathedral in Bologna | 743 |
| <i>Angelo Massafra, Davide Prati, and Giorgia Predari</i> | |
| Physical prototyping of digital twins for the documentation, protection and dissemination of Heritage | 755 |
| <i>María Pérez Sendín, Pablo Alejandro Cruz Franco and Antonio Gordillo Guerrero</i> | |
| LabSAMPA – Laboratory for documentation of historical architecture in São Paulo: An experience of didactic cooperation between the Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo and the Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze, using Laser Scanner 3 D technology and photogrammetry..... | 767 |
| <i>Stefano Bertocci, Regina Helena Vieira Santos, Luciano Migliaccio and Beatriz Piccolotto Bueno</i> | |
| Scan-to-BIM applied to heritage conservation: a case study of Aldeia do Fujaco | 779 |
| <i>Gabriel Sugiyama, Hugo Rodrigues and Fernanda Rodrigues</i> | |
| Photogrammetry and 3D printing for conservation and disclosure of Cultural Heritage | 791 |
| <i>Sara Gonizzi Barsanti and Adriana Rossi</i> | |
| Monitoring the thermal comfort of a multifamily housing building from the Modern Movement period | 803 |
| <i>Ivo Silva, Carlos Maia and Paulo Mendonça</i> | |
| Material re-use in 3D printed building components | 815 |
| <i>Stelladrianna Volpe, Sangiorgio Valentino, Andrea Petrella, Michele Notarnicola, Humberto Varum and Fiorito Francesco</i> | |
| Fragility and recovery of colonial architecture: toward a sustainable approach in Morocco | 827 |
| <i>Santi Giovanni, Abida Majda</i> | |
| Recupero del campanile a vela della Chiesa di San Domenico a Bari | 839 |
| <i>Marina de Marco and Alessandro Serra</i> | |

| | |
|--|------|
| The cloister of Santa Marta in Bergamo: from the restoration by Luigi Angelini to the current context of the new Piacentiniano Centre..... | 849 |
| <i>Alessio Cardaci and Antonella Versaci</i> | |
| 3D digitalisation techniques for the HBIM modelling of an existing building. Application to the inventory of defects and the management of the maintenance of a façade | 861 |
| <i>Cesar A. Carrasco, Javier M. Sánchez-Espeso and Ignacio Lombillo</i> | |
| Microclimatic monitoring as basis of a project process: an experimentation in Rome | 873 |
| <i>Gaia Turchetti</i> | |
| New recycling technologies of demolished materials for sustainable finishes: the project of concrete reuse on site in Tres Cantos, Madrid..... | 883 |
| <i>Giuseppe Trinchese, Alessia Verniero and Gregorio García López de la Osa</i> | |
| Salutogenic design and regeneration for building heritage | 897 |
| <i>Rosa Maria Vitrano</i> | |
| Around roman square: digital documentation and communication | 913 |
| <i>Martina Attenni, Vittoria Castiglione, Alfonso Ippolito, Mahsa Noursrati Kordkandi and Simone Helena Tanoue Vizioli</i> | |
| Reflections on the mismatch between historic preservation and risk management policies in Brazil: case study of the municipality of Cachoeira, Bahia | 925 |
| <i>Alexandra C. Passuello, Eloisa Maria A. Giazzon, Vanessa G. Gonçalves, Bruna S. Rosa and Maria da Graça A. Dias</i> | |
| Problems of intervention in Non-Monumental Architectures in Brazilian historic centers: a case study of the Tiradentes Town Hall..... | 943 |
| <i>André Dangelo, Vanessa Brasileiro, Valéria Sávia Tomé França, David Prado Machado and Luiza Salles Araújo</i> | |
| Capo Velato. Restoration and extension of the town hall of Capo d'Orlando | 955 |
| <i>Pier Paolo Lagani</i> | |
| Integrated approach based on UAV and NDT for assessment of Roman Concrete Groin Vaults..... | 967 |
| <i>Silvia Santini, Carlo Baggio, Mauro Marzullo, Valerio Sabbatini and Claudio Sebastiani</i> | |
| Application of new technologies for the graphic and constructive analysis and dissemination of the archaeological heritage of Mérida, Spain | 981 |
| <i>Adela Rueda, Pablo Cruz Franco and Jorge Ramos Sánchez</i> | |
| Implementation of a wireless structural monitoring system and reverse engineering for numerical analysis purposes of a 16 th century church | 995 |
| <i>António Arêde, Susana Moreira, Gabriel Ferreira, Clara Vale, Hugo Pires, Luís Garcia and Orlando Sousa</i> | |
| The reuse and reliving of space in architectural heritage. Proposal for intervention in Tabacalera, Valencia | 1007 |
| <i>Graziella Bernardo and Luis Manuel Palmero Iglesias</i> | |

Methodology for minimum intervention in sustainable Earthen architecture

Aníbal Costa – Risco, University of Aveiro, Portugal, agc@ua.pt

Alice Tavares – CICECO, DEMAC, University of Aveiro, tavares.c.alice@ua.pt

Abstract: The old buildings that are vacant, many of them with cultural, social and historical values, are part of the identity of a region and are an opportunity to revitalize it, through its reuse. It is urgent to use environmental and cultural sustainability criteria in this process, in counter-cycle with the increase in construction waste production, that between 2015-2018 reached values of 48% (dangerous) and 38.7% (non-hazardous), resulting from the current practice of demolitions.

Earthen architecture is one of these heritage legacies at risk, disseminated in the Central region of Portugal, and the present study inventoried representative buildings - the Patio Houses Gandaresas (1164 buildings) and the Brazilian type Houses (462 buildings) - in 10 municipalities. Based on this survey, the most significant typologies and their constructive system characterization were studied, serving as a basis for the structuring of a methodology for minimum conservation intervention, for which the current anomalies were previously identified: deformation of facades, lack of cohesion of the structural system (walls/floors/roofing), incorrect functioning of the rainwater drainage system and ventilation at the base of the walls, the action of salts on the coatings, among others.

The exhaustive knowledge of materials, construction systems, risks of degradation due to use or environmental conditions impacts, as well as interventions from the past to be reversed, support the options of real case studies of minimum intervention, of which two examples are presented: the Cestinhos House at Ílhavo and Gandaresa House at Seixo in Mira.

Keywords: Conservation, sustainability, authenticity, earthen architecture, adobe.

1. Introduction

Earthen architecture in the central region of Portugal is one of the most outstanding expression of integration in the landscape intrinsically linked to the lives of past populations, due to their way of using natural resources. For this reason, it represents a valuable cultural heritage associated to its effective values of sustainability, in accordance with the current concepts of continuous reuse of this construction material.

It is usually recognized that the new use of buildings, through rehabilitation or conservation interventions, must be compatible with the preservation of the authenticity of the built heritage. It is essential that a criteria framework is defined before the architectural design plan, for that purpose. This will enable to integrate the preservation of materials and traditional construction systems of the old building avoiding the disseminated use of demolitions. As Pritzker Prize winner Anne Lacaton says, “demolition is a waste in every way—a waste of energy, materials and also our collective memory”.

In this regard the use of a model for an architectural heritage conservation strategy based in the minimum level should be established and serves as a guidance to support the decision-making process [1].

The first step in this process is the inventory of buildings typologies where it is possible to define a coherent set of common characteristics which distinguish them from other types of buildings. The knowledge about the percentage of buildings with high level of authenticity is crucial for the definition of levels of protection and acceptable transformation levels. In this sense, sustainability criteria and preservation criteria are combined in the minimum intervention.

The present study inventoried representative buildings of Earthen Architecture, such as the Gandaresas Courtyard Houses (1164 buildings) and the Brazilian-style Houses (462 buildings) in 10 municipalities in the Central region of Portugal [2]. The survey carried out georeference them, as a starting point of this knowledge. For Gandaresa houses were considered the following regions: Ílhavo, Vagos, Mira, Cantanhede, Oliveira do Bairro, Mealhada, corresponding to an area of 887 km² with 151,221 inhabitants. In this region were identified 1164 Gandaresa houses. The same procedure was followed for the study of Brazilian type houses in Cantanhede, Mealhada, Anadia, Tondela, Santa Comba Dão, Oliveira do Bairro, Águeda, corresponding to an area of 1560 km² with 161,339 inhabitants and 462 Brazilian type houses were identified [2].

In Portugal, the buildings built before 1919 represent most of the vernacular architecture, regardless of the traditional construction system used. According to the 2011 censuses, those buildings represented only 5.8% of the total number of buildings which have declined in the last ten years, reaching 4.8% (2021). This critical value indicates the onset of an irreversible loss of vernacular architectural heritage. Within ten years (2001 to 2011), Portugal lost 18.9% of its buildings built before 1919, and the central region of the country stood out with a 31.8% loss. For some of the municipalities where adobe was the most representative building material these buildings represent less than 3% of total building stock [2]. An analysis of the situation of earthen architecture in the Central region of Portugal reveals a sharp decrease in recent years, with special emphasis on municipalities where adobe architecture represents practically all of the built heritage, such as Anadia with a decrease of 43%, Ílhavo with a 35% decrease or Mealhada with a 46% decrease.

Therefore, urgent measures are necessary to safeguard this valuable heritage. The central region of Portugal is rich in Earthen architecture (with adobe and *tabique* partition walls), and ordinary stone earthen masonry is still present, [3].

In the recent rehabilitation interventions in existing buildings, it is recognized that the activities carried out by the building sector generate an increased construction waste, reaching between 2015-2018 values of 48% (dangerous) and 38.7% (non-hazardous). This is due to the common practice that carry out extensive demolitions, most of the time preserving only the facades or just the main facade. This situation gives rise to a lot of waste on which a whole theory of recycling is then developed, but with scarce effectiveness. However, this situation can be avoided through a sustainable rehabilitation operation that seeks to maintain the existing materials and construction systems, and the intervention may or may not be accompanied by new uses. Within this concept, Reuse can also be seen as a sustainable strategy as long as it is well framed and accompanied by a program that is compatible with the characteristics of the existing building.

Yang Zhang [1] states that “it is critical to identify the minimum intervention for preservation needed, as well as the levels of interventions. Only by clarifying the total number of intervention levels can we find the minimum level of intervention for an architectural heritage, which is the relationship between them”. This research presents a methodology for minimum intervention to be applied for the case study buildings and presents its application to two representative Earthen architectural heritage.

2. The structure of a methodology for minimum intervention

The main objective is to combine the preservation of the cultural values of the building, reducing the production of construction waste and provide the necessary conditions of habitability. A previous work was carried out to assess the changes occurred in built heritage in the last years, in a case study region involving [4]. The analysis of this results were used for the proposal of the methodology for minimum intervention structured in four main sectors:

- preservation of cultural values;
- minimum actions for efficient repair;
- programmatic and regulatory compatibility;
- anomaly prevention and increased durability.

Each of these sectors complies a set of criteria to help in the decision-making of possibilities. The Table 1 summarizes the structure of a methodology for minimum intervention for which research, *in situ* assessment and dialogue with future users or stakeholders should provide the necessary information to establish the framework of the intervention.

Table 1. Structure of a methodology for minimum intervention (previous architectural design)

| Minimum intervention | | | |
|---|--|---|---|
| Preservation of cultural values | Minimuml actions for efficient repair | Programmatic and regulatory compatibility | Anomaly prevention and increased durability |
| Assess level of authenticity and integrity of cultural values | Data from <i>in situ</i> assessment (inspection) | Definition of steps for progress improvement, sustainability and acceptable impact of legislation/regulations | Choice of materials compatible (chemical & physics) with the old ones |
| Asses level of uniqueness in the region | Results of laboratory analysis and monitoring | Identification of uses compatible with pre existence | Choice of construction components compatible with the old structure |
| Reversibility of solution | Knowledge about the evolution of the building and past repairs | Previous definition of non-changeable areas (building) due to cultural values | Choice of durable materials |
| Identification of original features and components | Identification of causes of anomalies | Previous definition of acceptable impacts of new infrastructure (ventilation and others) | Ensure peripheral rainwater drainage system |
| Assess level of integration in the landscape (rural / urban) | Informed definition of necessary repairs | Previous definition of acceptable changes due to accessibilities | Ensure natural ventilation at the base of walls and ceiling |
| Low intrusiveness (architecture and construction level) | Strategy to improve comfort, use and safe energy compatible with pre existence | Previous definition of acceptable changes in the surroundings | Provide accessible openings in the building for inspection |

3. Earthen architecture case studies

In the selected case studies this methodology was applied, a survey about the number of these types of buildings in the region was carried out. The assessment of changes and percentage of buildings with original elements was also pursued. Most municipalities allowed more than 35% of demolition of old buildings in the last 10 years (2011-2021), in the most of the cases, buildings prior to 1919 represent less than 5% of total building stock.

For this reason the case study buildings represent a relevant cultural heritage and a landmark in extinction. One of them (Brazilian type house) the use was maintained and the intervention was inline with conservation intervention. Maintaining the same use (housing) made it easier the application of minimum intervention model and the preservation of cultural heritage. On the other hand, in the Gandaresa house the use was changed, for recreative purposes of a cultural association, but the defined program was careful evaluated prior to any change or recovery and compatibility levels were defined to all intervention. This allowed the reduction of production of debris and the preservation of the authenticity as much as possible in both cases. In this sense, the following case studies show that sustainable rehabilitation can give new life to abandoned buildings and when well framed in an urban rehabilitation policy, can be a lever for cultural tourism or comply the needs of housing in a region.

3.1. Cestinhos house (Brazilian type house)

Cestinhos house, the only Earthen architecture building classified in Ílhavo, Figures 1 to 3 (in intervention), located on the side of the EN 109 street, in the municipality of Ílhavo, is part of the group of Brazilian type houses of the 19th century in Portugal, presenting an Eclectic architecture with good characteristics of constructive and material quality, with well-executed traditional techniques. In the past, this sometimes involved looking for the construction workers in regions other than the location of the building, which justifies similar shapes in different traditional materials and the replication of design models of decoration and volumetric shapes.



Figure 1. Cestinhos house, Ílhavo
(credits: Aníbal Costa)

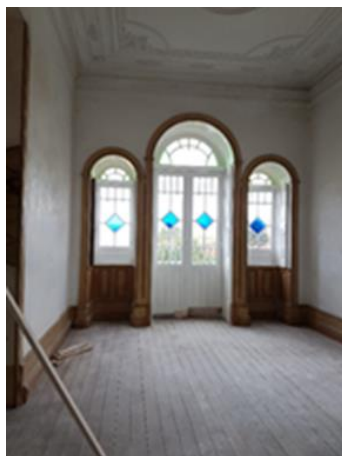


Figure 2. Room, interior,
Cestinhos house (credits: A.
Tavares)



Figure 3. Balcony Cestinhos
house (credits: A. Tavares)

Cestinhos house stands out in the urban landscape due to its singularity, Figure 1, use of high roofs, color, decorative elements on the facade and interior, decorative and functional individualization of spaces (funcion dependent) over partition or adobe walls , Figure 2, stairs as a sculptural element at the main entrance with a balcony, Figure 3, the use of turrets

or other elements such as porches. The internal organization follows the traditional symmetry solution with a central corridor to which changes with foreign influences were added, following international models. From a constructive point of view, the main feature is the choice of good quality materials, with good construction techniques and durability criteria. In this region the materials used were adobe masonry and formed masonry (close to rammed earth but with stones, bricks in a mixture with earth), the wooden structures (local or imported from Brazil, USA and Northern Europe) for the roof and floors. In this sense, the use of durable materials in the original places were maintained, according with the good results of preliminary building assessment which gave confidence to preserve them.

This house had been abandoned for several years, having progressively been deteriorated, until it was bought by the new owners, who wanted to recover it for their housing. They intended a minimum intervention, in order to preserve the original building as much as possible, not only for cultural heritage values but also for economic reasons.

As is usual in interventions in existing buildings, a building assessment Report [5] was carried out, in which *in situ* analysis and laboratory tests were a fundamental data to characterize materials, the construction systems, structural and non-structural anomalies. Based in this preliminary analysis of the building a series of minimum intervention measures were defined, namely the reduction of structural changes and the judicious use of wooden prostheses with metal devices or the type of retrofit of connections between walls and wooden beams (structure of the floors), in order to make sustainable conservation as much as possible.

In all constructions, it is essential to avoid the ingress of water, either above (roof) or below (rising damp) to avoid future problems in the durability of materials and structures. In this case, there were several problems associated mostly to leaks through the roof in singular volumetric intersections and through rising damp due to absence of drainage water system, Figures 4 to 6.



Figure 4. Leaks through the roof, chimney, kitchen (credits: Aníbal Costa)



Figure 5. Leaks through the roof close to the turret (credits: Aníbal Costa)



Figure 6. Humidade ascensional (créditos: Aníbal Costa)

As mentioned, the intervention in this case sought to eliminate the causes of the detected anomalies using minimum solutions to resolve them, Figure 7 to 9.



Figure 7. Jointing the wooden beams and locking the masonry walls out of plane by connecting to the floor structure (credits: Aníbal Costa)



Figure 8. Repair of connections between roof structure with floor beams (credits: Aníbal Costa)



Figure 9. Splice of wooden beams (credits: Aníbal Costa)



Figure 10. Cestinhos house at the end of minimum intervention (credits: A. Tavares)

3.2. Gandaresa House, Seixo, Mira

Gandaresa House is located at Moliceiros street in the parish of Seixo, in Mira. The aim of the promoters of the initiative (a non-profit association) was rehabilitate the House which was vacant, to create a cultural center for the dissemination of Gandaresa Culture. Not being reduced to just a museum, but being a center of life experiences deeply rooted in the local population, showing their old rural tools, promoting dynamic community actions, their singular gastronomy, among other aspects.

Gandaresa House is part of the group of one-story courtyard houses of vernacular architecture in the coastal region of Central Portugal, with existing buildings mainly from the end of the 19th century to the mid-20th century. It presents an implantation in “L” predominant (50%), or in “U” (30%) or even in “O” (20%). Possibly with parts, to the back, built in different moments, denoting its organic evolution following the growth of the household family and the its economic capacity. Gandaresa House is deeply associated to the rurality of these regions, in locals with deep constructive traditions linked with solidarity communities in all moments of the construction of the house for the new family. (Figure 11).



Figure 11. Front facade and interior view of the courtyard of Gandaresa House, Seixo, Mira (credits: Aníbal Costa)

Gandaresa House at Seixo is made of adobe (sundried blocks with earth, air lime and water) which is a singular and sustainable construction product, very rooted in the local culture and with great qualities (thermal, humidity control and acoustics) and simplicity. Its use or reuse, as well as the preservation of the adobe blocks can easily contribute to strategies for the circular economy, reducing waste and to achieve goals in terms of reducing the carbon footprint. In this particular case, sustainable rehabilitation involved solving the causes of structural and non-structural anomalies using solutions in which the preservation of existing materials and construction systems was privileged, following the recommendations of the preliminary building assessment report. The judicious replacement of degraded wooden elements, the types of connections between walls through nailing with stainless steel rods with injection of compatible liquid mortar were decided prioritizing compatibility criteria. It was considered essential to reactivate the ventilation of the void of ventilation of ground floors, crucial to improve the durability of the base of the adobe walls and timber beams of the floors. Correcting the level of the ridge, placing it at level, was essential to avoid singular points of infiltration. The final result of the intervention can be seen in Figure 12.



Figura 12. Front façade and the courtyard of the Gandaresa House, Seixo, Mira (credits: Aníbal Costa)

4. Conclusions

The present challenges of preservation of cultural heritage buildings and reduction of demolitions (which increase the production of construction waste) compromising the committing to the European goals to be achieved, impel the urgent dissemination of minimum intervention. In fact just less than 5% of the building stock are buildings prior to 1919 which is a demonstration of this complex problem. This research study two significant types of Earthen Architecture heritage – Brazilian type House and Gandaresa House – belonging to the central region of Portugal. A survey in 10 municipalities of this region provided the necessary information to built the structure of the methodology of minimum intervention, divided in four sectors of evaluation & decision: preservation of cultural values; minimum actions for efficient repair; programmatic and regulatory compatibility; anomaly prevention and increased durability. The minimum intervention was applied in two different case studies: Cestinhos house (Brazilian type house) at Ílhavo and Gandaresa house at Seixo, Mira. The definition of criteria of compatibility at all levels is crucial when the preservation of cultural heritage values as well as sustainability are targets to achieve. The minimum intervention applied to the two case studies were presented.

Acknowledgements

Alice Tavares thanks to FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia due to postdoc research support (2021.03830.CEECIND), and her work was developed within the scope of the project CICECO-Aveiro Institute of Materials, UIDB/50011/2020, UIDP/50011/2020 & LA/P/0006/2020, financed by national funds through the FCT/MCTES (PIDDAC).

References

- [1] Yang Zhang, Wei Dong. Determining minimum intervention in the preservation of heritage buildings. *International Journal of Architectural Heritage* 2021; 15:698-712, <http://doi.org/10.1080/15583058.2019.1645237>.
- [2] Alice Tavares, Aníbal Costa. Rehabilitation of earthen architecture, from courtyard houses to Brazilian houses in the center of Portugal. *REHABEND 2022 – Congress on Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management*, 13 a 15 de setembro, Granada, 2022.
- [3] Alice Tavares, Aníbal Costa. A Investigação para a Conservação do Património da Arquitetura de Terra (Adobe) na Região Centro de Portugal. 7^o FIPA - 7^o Fórum Internacional Património Arquitectónico – Portugal Brasil. ISBN 978-65-00-055466-7 e ISBN 978-989-54851-0-9, pp. 85-96. Editores Rita Amoroso, Ceça Guimarães, Diego Dias, Aníbal Costa, Alice Tavares. 7^o FIPA 2020.
- [4] Alice Tavares, Maria Rita Amoroso e Aníbal Costa. Contributos para o conhecimento do Património Arquitectónico Português-Brasileiro e medidas para a sua salvaguarda por análises multicritério. *CONREA21. O Congresso da Reabilitação. Livro de Atas*. Editores: Aníbal Costa, Alice Tavares, Hugo Rodrigues, José Lapa. Editora: UA Editora. ISBN 978-972-789-699-8; DOI: <https://doi.org/10.48528/gy68-y843>. 1^a Edition – june 2021.
- [5] Aníbal Costa, Alice Tavares,, Cláudia Escalreira.– *Technical Assessment Report . Casa dos Cestinhos, Rua do Cabecinho nº 1, EN109, Ílhavo*. Owners: Dr^o Viriato Rodrigues e Dr^a Marina Rodrigues. October 2017.

Las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena

The New Towns of Sierra Morena

Lomoschitz Mora-Figueroa, Emma - Etsam, Madrid, España, emma.lomoschitz@upm.es

González Almansa, José Luis - Etsam, Madrid, España, jose Luis.gonzalez.almansa@alumnos.upm.es

Abstract: This paper studies the founding of the Nuevas Poblaciones de Sierra Morena, established in 1767 under the reign of Carlos III. It is an interior colonization that develops a complex project of territorial organization, guided by physiocratic principles and for which we have an ideological corpus, the manuscript on Sinapia that appeared in 1975 after having been hidden for more than two hundred years. It is a classical utopia developed in accordance with the Enlightenment thought.

In this colonization, six thousand settlers were brought from Central Europe, mostly Germans and Swiss. They were promised a paradise, in contrast to the world of misery and disease in which they were immersed after the Seven Years' War.

First, the New Towns of Sierra Morena are studied, and later on, two parishes are analyzed graphically: Las Navas de Tolosa and La Carolina. Initially, the scope of the study is introduced and the methodology carried out is explained. Then, the raised plans are interpreted to explain this interior colonization guided by the enlightened ideal presented by Sinapia, a successful example that served as a model transferred to all of Hispanic America.

Keywords: New Towns, colonization, Enlightenment, Olavide, 18th century, Sierra Morena

Resumen: En el presente trabajo se estudia la fundación de las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena en 1767 bajo el reinado de Carlos III. Se trata de una colonización interior que desarrolla un complejo proyecto de organización territorial, guiado por principios fisiocráticos y de la cual tenemos un corpus ideológico, el manuscrito sobre Sinapia que apareció en 1975 tras permanecer más de doscientos años oculto. Es una utopía clásica desarrollada a la luz del pensamiento ilustrado.

En esta colonización se trajeron a seis mil colonos de Centroeuropa, en su mayoría alemanes y suizos, a los que se les prometía el paraíso, en contraste con el mundo de miseria y enfermedades en el que estaban inmersos tras la Guerra de los Siete Años.

Primero se estudian las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena y más tarde se analizan gráficamente dos feligresías: Las Navas de Tolosa y La Carolina. Primero se introduce el ámbito de estudio y la metodología llevada a cabo. Luego se interpretan los planos levantados para explicar esta colonización interior guiada por el ideal ilustrado que presenta Sinapia, un exitoso ejemplo que sirvió como modelo que se trasladó a toda la América Hispana.

Palabras clave: Nuevas Poblaciones, colonización, Ilustración, Olavide, siglo XVIII, Sierra Morena

1. Introducción

Los actuales avances tecnológicos en el mundo de la comunicación, la información, la distribución de productos y mercancías, etcétera, permiten vivir en el campo sin merma de lo que hasta ahora sólo podía ofrecer la ciudad. Desde estudiar una carrera universitaria, o tener acceso al último modelo del último producto tecnológico, a contactar con personas con los mismos intereses, aunque estén en la otra punta del mundo. En este sentido, la mirada de Koolhaas hacia el campo de sus últimas conferencias y exposiciones, nos habla de un posible futuro de la arquitectura diferente a la ciudad.

Con esa idea en la mente, la de cómo abordar el establecimiento en el campo, se inició esta investigación. En España se han ido produciendo diversos tipos de asentamientos desde las antiguas colonias romanas. Las diferentes formas de repoblación en la Edad Media, la de la época moderna con el reinado de los Austrias, posteriormente la de la Ilustración con los Borbones, en época contemporánea ya en el siglo XX tenemos los más de trescientos pueblos del INC (Instituto Nacional de Colonización) y por último la nueva colonización tecnológica, casi deshumanizada, de la que se nos da noticia en *Countryside, A Report*¹.

En el estudio de las diferentes etapas llama la atención un punto singular, muy diferente a las actuaciones anteriores. A lo largo del siglo XVIII se produce una proliferación de Nuevas Poblaciones, así son denominadas, cuya característica común es la existencia de un programa. Son pueblos que nacen y se desarrollan para cumplir estrictamente con su función de astillero, fábrica o puerto.

Sin embargo, un grupo de estas Nuevas Poblaciones nació de golpe con múltiples funciones y no de manera aislada sino en racimo. Es una colonización no vista antes. Se trata de ocupar todo un territorio, antes casi desierto, con todo un entramado de pueblos, aldeas, ciudades, caminos y parcelas. Al amparo de un nuevo modelo administrativo, la Intendencia, estas Nuevas Poblaciones de Sierra Morena tienen la misma categoría que los antiguos reinos históricos de Andalucía: Jaén, Granada, Sevilla, Córdoba. Ese quinto reino, las Superintendencia de Sierra Morena y Nueva Andalucía, vienen a romper con la tradición y a señalar el futuro.

Esta colonización interior puede considerarse como el primer Plan de Ordenación Territorial en el sentido actual. Se adelanta casi un siglo al nacimiento del urbanismo higienista. Y no sólo se centra en el núcleo poblacional, como lo hará dicho urbanismo, o como ya se hacía en el barroco en la búsqueda de la ciudad bella. Aquí se plantea el territorio, campo y núcleos de población, de manera conjunta y a gran escala.

Este modelo fue trasladado inmediatamente a todo el continente americano a través de las Intendencias en Indias. Así como Olavide, junto a Campomanes, Múzquiz y Aranda, son los artífices de esa colonización interior en la península; José de Gálvez, primero visitador del virreinato de Nueva España y luego Ministro de Indias, fue el gran impulsor, junto a Floridablanca, de este nuevo esquema administrativo que introdujo la modernidad en todo el continente americano, vertebrándolo desde la frontera de los nacientes Estados Unidos hasta el Río de la Plata.

Al estudiar las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena tuvimos noticia de Sinapia. Un manuscrito anónimo hallado entre los papeles del Conde de Campomanes, tras permanecer oculto casi doscientos años. Nos describía un país en las antípodas geográficas e ideológicas de Hispania, que representaba la aspiración del pensamiento Ilustrado. Una utopía española que nos ofrece el cuerpo ideológico de la colonización en la que se centra este trabajo.

^[1] Koolhaas, R. (2020) Countryside, A Report

Con esta investigación se pretende analizar y comprender ese momento singular en el que se pone en práctica una organización del territorio buscando una utopía o un ideal posible. De ese entendimiento se pueden obtener conclusiones sobre cómo abordar la posible vuelta al campo, como futuro de la arquitectura, o qué relación hay entre las ideas, o los modelos que queremos hacer realidad y su puesta en práctica.

Aquí nos encontramos con una utopía llevada a cabo y podemos extraer consecuencias de esa relación. Podemos hablar de un “nuevo territorio construido” con la pretensión de construir una “Nueva Sociedad”.

2. Cambio de ministros. Intendencias. Poblaciones del Cardenal Belluga

Carlos III organiza su primer gobierno con ministros italianos. Algunos, como Esquilache, los traía de su reinado en Nápoles. Otros, como el genovés Grimaldi, ya habían formado parte del gobierno con Fernando VI. Medidas como el recorte de la capa o la supresión del sombrero de ala ancha, que evitaban el anonimato y facilitaban el control, resultaron impopulares entre los españoles. Y sobre todo el hambre y los altos alquileres provocaron revueltas como el famoso motín de Esquilache. El hambre por la especulación que desde el campo se hacía de los alimentos. Tras algunos años de malas cosechas los propietarios retenían los productos para encarecerlos. La administración Real no era capaz de resolver el asunto. Los altos alquileres se debían a los impuestos para financiar las obras urbanísticas. Influyó también la antipatía que generaban los cargos y ministros de procedencia extranjera. El Rey se vio obligado a tomar medidas para tranquilizar a la población. Esto provocó el ascenso al poder de un grupo de Ilustrados españoles y con ello el cambio de la política administrativa y territorial. El cargo de presidente del Consejo de Castilla lo ocupó el conde de Aranda. Como fiscal fue nombrado su amigo el Conde de Campomanes y Múzquiz como ministro de Hacienda. Un grupo de ilustrados con ansias de llevar sus ideas a la práctica.

Se señaló a los jesuitas como culpables de la agitación popular y las revueltas. El informe redactado por Campomanes provocó la expulsión de la Compañía de Jesús de España y de todos sus territorios de ultramar. Además, con la Pragmática Sanción firmada por Carlos III, se confiscaron sus bienes y propiedades, que fueron utilizados para financiar las reformas.

Con la llegada de los Borbones a España se fueron introduciendo paulatinamente las Intendencias como modelo administrativo, para modernizar y corregir los vicios de las instituciones que existían, herederas de los antiguos reinos medievales.

Asimismo, durante todo el siglo XVIII, se fueron fundando gran cantidad de Nuevas Poblaciones por todo el reino. La ciudad de Ferrol, con un elaborado programa de astilleros, o las de Nuevo Baztán y Cadalso de los Vidrios, ambas con fábricas de vidrios finos. Todas obedecían a un programa concreto que determinaba su tamaño, sus límites, la función de sus espacios públicos, el número de habitantes y de casas. Eran proyectos que se ajustaban estrictamente a la función por la que eran creados. Así la fabricación de vidrio, o ser puerto de carga y descarga en el Canal de Castilla, o isla lazareto, junto a Mahón, marcaba cada elemento del proyecto de estas Nuevas Poblaciones.

Normalmente eran proyectos de promoción pública, en nombre del Rey. No obstante, en el primer tercio del siglo XVIII se produjo una colonización por iniciativa privada, llevaba a cabo por el Cardenal Belluga. En Guardamar de Segura se establecieron una serie de pueblos cuyo objeto era fundamentalmente agrícola: San Felipe, San Fulgencio, Los Dolores. Se sanearon tierras pantanosas en la desembocadura del Segura y se adjudicaron a familias de labradores y hortelanos, con eso se ayudaba a personas necesitadas a ganarse la vida y, además, se producía riqueza para sus fundaciones pías: Casa de Niños huérfanos de Murcia, Colegio de San Felipe Neri, Casa de Mujeres Recogidas. Los lotes de tierras se entregaban

mediante censo enfiteútico, se cedía el dominio útil a cambio de un pago anual y reservándose el dominio directo. Este puede considerarse como el precedente de la colonización de la que trata este trabajo: las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena y Andalucía.

3. Las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena

La fundación de nuevas poblaciones en Sierra Morena y en los desiertos de la Parrilla y la Moncloa en Andalucía constituye la colonización más importante de las llevadas a cabo en el siglo XVIII².

Carlos III firmó en 1767 la creación de Colonias de alemanes y flamencos en Sierra Morena. Por un lado, Thurriegel se comprometía a traer a 6000 colonos centroeuropeos. Por otro se nombraba a Pablo de Olavide Superintendente de esta nueva organización administrativa con la misma categoría que los demás reinos de Andalucía. La Cédula de contratación para el traslado de los Colonos iba seguida del *Fuero de las Nuevas Poblaciones*³, un detallado código jurídico que regía cómo se debían establecer los colonos: qué tierras, aperos y animales se les entregaban, en qué condiciones, los derechos y deberes que contraían, las reglas de convivencia, el modelo de enseñanza para los niños, etcétera.

A diferencia de otras colonizaciones, desde la época Romana, no se trataba de fundar un pueblo, una ciudad, una colonia aislada, sino de poblar todo un territorio. La organización era jerárquica y tenía su base en lotes de tierra, las llamadas “suertes”, que se entregaban a cada colono para la subsistencia de su familia. La agrupación de viviendas en aldeas, o en pueblos, se acompañaba de servicios para la comunidad como la Iglesia, la Casa de Concejo, la Cárcel o el Pósito, o silo para almacenar las cosechas. Las distancias entre las aldeas y los pueblos y entre estos entre sí eran cortas, estaban tasadas en cuarto de legua, media legua o una legua, para mantener vigilados los caminos y las tierras, y para que fuesen prácticas a la hora de trabajar y trasladar cosechas o materiales.

Las suertes eran de 50 fanegas, de forma rectangular en la proporción cercana a 2 a 1. Cada fanega son mil por mil varas, y la vara castellana era de 0.78 m. Traducido a hectáreas algo más de 32Ha. Por lo tanto, los lotes eran de unos 400 por 800 metros. Cada colono y su familia tenían que desbrozarlos, hacerlo cultivable, hacer la casa.

Las restantes Nuevas Poblaciones llevadas a cabo durante todo el siglo XVIII como las colonias romanas, o los asentamientos en la repoblación de la reconquista, o la repoblación interior de la época de Felipe II, son siempre actuaciones aisladas, ciudades. Como ocurría en la Utopía de Tomas Moro, ciudades al modo de polis griegas, que tienen su territorio y que son autónomas e independientes. Para enlazar esas ciudades y colonias los romanos establecieron un complejo sistema de comunicaciones con fines militares y económicos, que articulaba el territorio, las calzadas, con los servicios necesarios de hospedaje y torres de vigilancia, cada cierto número de leguas. En contraste con esto aquí nos encontramos con un nuevo sistema. Este es el punto que difiere y llama la atención de esta colonización. Las propias poblaciones presentan una jerarquía territorial, ocupan el territorio por completo, parte adjudicada a los colonos, las suertes; parte del común como ejido o la dehesa boyal de la feligresía a la que están adscrito. Los servicios comunes se van agrupando en aldeas o poblados según sean necesarios. Pero estas poblaciones son engranajes de un nuevo sistema, juntas conforman una institución diferente y segregada de los antiguos reinos. Son una Intendencia, competente en principio para los cuatro ámbitos clásicos de lo común,

^[2] Oliveras Samitier, J. (1998) Nuevas poblaciones en ...

^[3] Suárez Gallego, J.M. (1992) Fuero de las nuevas poblaciones

Hacienda, Justicia, Policía y Gobierno⁴. Con más incidencia en lo referente a Gobierno y Hacienda pues era el objetivo principal de estas nuevas poblaciones.

La colonización de un territorio casi desierto, ocupado por forajidos y bandoleros. Supone el ensanche interior del reino. ¿De qué sirve ser dueño de un territorio despoblado, de un desierto? Esa era el motivo de esta colonización interior, que inmediatamente fue trasladada a los territorios de América.



Figuras 1, 2 y 3. Carlos III, Oleo Mengs, Museo del Prado - Mapa de las Nuevas Poblaciones, R. L. Sarmiento (1782), RAH - Pablo de Olavide, Grabado Moreno Tejada, BNE

Los personajes que intervienen en esta colonización interior son Carlos III al frente y el conde de Aranda, presidente del consejo de Castilla, el fiscal del consejo, conde de Campomanes, el asistente -alcalde- de Sevilla, Pablo de Olavide, conocidos como la Trinca que accede al poder tras el motín de Esquilache. Los colonos vienen del centro de Europa, tras la guerra de los siete años y el azote de la pobreza y las enfermedades que produjo. En aquellos años el único futuro de los jóvenes y las personas capaces de afrontarlo, era emigrar. El traslado de 6000 personas no era algo sencillo, suponía un gran esfuerzo de organización. Se prefería a extranjeros para no caer en los vicios tradicionales. Una sociedad con nuevas instituciones, nuevas normas y personas nuevas, no contaminadas por los antiguos modelos de vida de la zona.

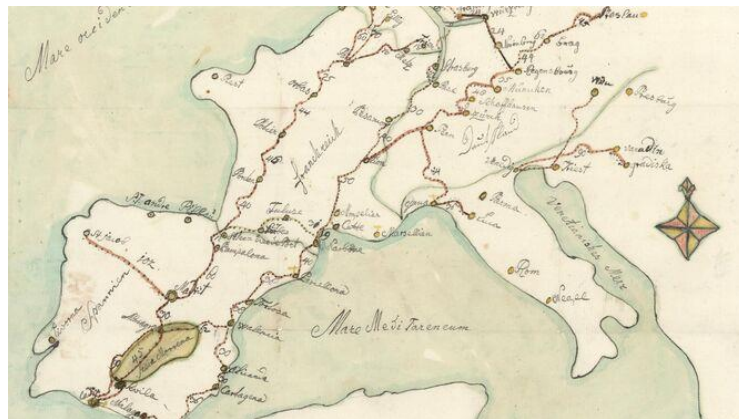


Figura 4. Ruta de los colonos, del libro “Inmigrantes Europeos en la Andalucía del siglo XVIII” de J.A.Filter
Toda la historia de la colonización, las vicisitudes del traslado, del asentamiento, cómo se fueron desarrollando los primeros años, las enfermedades que azotaron a los colonos, los problemas con los pueblos vecinos, hasta la caída en desgracia y el uso como chivo expiatorio de Pablo de Olavide, encarcelado por la Inquisición, está perfectamente documentado en los archivos del consejo de Castilla. Don Cayetano Alcázar Molina en su

^[4] Hamer Flores, A. (2009). La intendencia de...

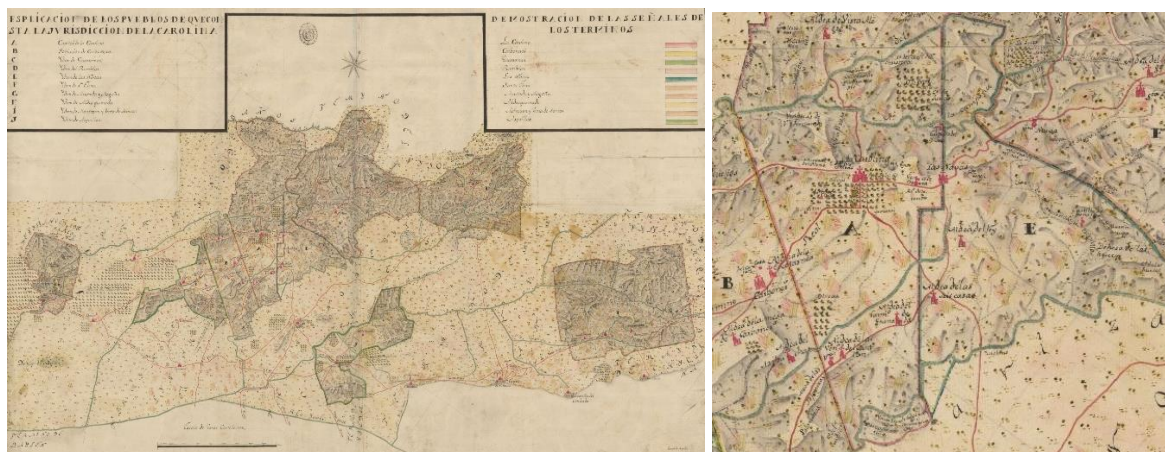
conferencia para la Universidad de Murcia⁵ de 1931 tras un estudio pormenorizado da cuenta de todos los sucesos de la Colonización de Sierra Morena.

Tenemos escritos del antropólogo Julio Caro Baroja sobre estas Nuevas Poblaciones. También hay interesantes estudios de cómo las tradiciones que trajeron aquellos alemanes aún perviven en la zona, como el Baile de los Locos o pintar los huevos de Pascua, cuando ya han pasado más de 250 años. Como nota anecdótica, la Alemania nazi intentó ver en los pobladores de estas colonias una prueba más de la superioridad de la raza aria. Se hicieron entrevistas y estudios, si bien los descendientes de aquellos alemanes ya poseían la guasa típica andaluza con la que se burlaron largamente de esos locos estudiosos de la superioridad.

Las nuevas poblaciones en Sierra Morena se crearon con una nueva idea de colonización, no se trata de una conquista política, aquí la idea Ilustrada de prosperidad es lo que guía la colonización. Suponen un enriquecimiento del reino al explotar lo que antes estaba en baldío; al proteger los caminos que antes estaban desprotegidos; al aumentar la población, símbolo de riqueza; y al promover que los bienes y servicios puedan moverse con mayor seguridad ya que desaparece el desierto y el territorio pasa a estar vigilado, ya no es dominio de bandoleros. La ciudad de los mil ojos de la que hablaría *Jane Jacobs* 200 años después en *Muerte y vida de las grandes ciudades*⁶ podría aplicarse a estas colonias.

4. Ámbito de estudio y metodología

Las nuevas poblaciones estaban enclavadas en los dos ámbitos. Por un lado, en Sierra Morena, desde el desfiladero de Despeñaperros hasta la zona de Linares, ensanchándose por el este hasta Aldequemada, Montizón, Arquillos, y por el oeste hasta Magaña y el Rumblar. En este amplio territorio que enlaza zonas de montes con laderas más suaves, donde se asientan los poblados y las suertes hasta llegar a la ribera del río Despeñaperros, tenemos la sucesión de feligresías, con sus aldeas y su territorio: Santa Elena, primera población de Andalucía, a la que se añadirá posteriormente una población en La Mancha, Almuradiel, a la altura del Viso del Marqués. A continuación, Las Navas de Tolosa, La Carolina, Carboneros, Guarromán, El Rumblar y su desarrollo hacia el este con las feligresías de Aldequemada, Montizón y Arquillos. En total alrededor de 100.000 hectáreas.



Figuras 5 y 6. Plano topográfico de las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena y ampliación, José Ampudia y Valdés (1794), Centro Geográfico del Ejército

En Nueva Andalucía a caballo de las actuales provincias de Córdoba y Sevilla, en el llamado desierto de la Parrilla, se fundan las feligresías de La Carlota, capital de esta zona, supeditada a La Carolina, que contaba las aldeas de La Fuentecubierta, Garabato, Pinedas, Pequeña

[5] Alcázar Molina, C. (2020) Las colonias alemanas en Sierra Morena

[6] Jacobs, J. (2011) Muerte y vida de las grandes ciudades

Carlota y Vaneguillas; la feligresía de Fuente Palmera con otras tantas aldeas, Aldea del Río, Fuente Carreteros, Herrería, Los Silillos, Peñalosa, Villalón y La Ventilla, la feligresía de la Luisiana con las aldeas de Cañada Rosal, El Campillo y Motillos; y San Sebastián de los Ballesteros. A estas feligresías hay que sumar la Sierra del Tardón, adscrita a estas Nuevas Poblaciones, aunque queda algo alejada hacia el oeste era la zona de bosques, para madera, y pastos para los ganados de los colonos.

Nos centramos en el primero de los núcleos, en Sierra Morena. El antiguo Camino Real pasaba por Manzanares, Valdepeñas, Santa Cruz de Mudela hasta El Viso del Marqués, entraba en Andalucía siguiendo la calzada romana hasta Venta Nueva, atravesaba el Puerto del Rey de 1130 metros de altitud, seguía por el Mirador del Rey. Se abrió un nuevo paso por el desfiladero de Despeñaperros, la cota era de 700 metros⁷. Se abandonó el trazado anterior y Magaña y Miranda del Rey, que tenían peores tierras de cultivo, quedaron apartadas. Este nuevo paso propició la aparición de Venta de Cárdenas, por la parte de Jaén y de Almuradiel, por la de Ciudad Real. Siguiendo el nuevo trazado del Camino Real, aparecía Santa Elena y a continuación las poblaciones que vamos a estudiar.

En primero lugar estudiamos la pequeña feligresía de La de Navas de Tolosa, que cuenta con dos aldeas: Seis Casas y Aldea del Rey. En segundo lugar, analizamos La Carolina, capital de la Superintendencia, con una estructura urbana compleja muy desarrollada y a la que están adscritas tres aldeas, La Fernandina, la Isabela, y Vista Alegre.

Se puede trazar un esquema rápido de la ocupación del territorio: en el centro el Camino Real en el que van surgiendo las poblaciones, Navas de Tolosa, La Carolina; y dos caminos paralelos que trazan por un lado las aldeas de la zona de montaña, Vista Alegre, Los Cuellos en Carboneros; y por otro el camino que une las aldeas de la zona llana hacia el río, Aldea del Rey, Seis Casas, La Isabela, la Fernandina. Este mismo esquema se repite en las poblaciones anteriores, Santa Elena y podríamos incluir Almuradiel, Miranda y Magaña, Aldequemada y Montizón, y por las posteriores, Guarromán, Arquillos y El Rumbero. No se trata pues de un pueblo y luego otro que se unen por una vía, sino un complejo entramado que ocupa todo el territorio. Una organización territorial jerarquizada, en la que cada palmo de terreno tiene asignada una función, una categoría y un uso.

Para su estudio pormenorizado hemos acudido a los planos de la época, los de Ampudia y Valdés del Archivo Cartográfico del Ejército y del Servicio Histórico Cartográfico de Andalucía son los documentos más cercanos de la época. No contamos con los planos ejecutados en el momento, estos fueron encargados al poco tiempo para suplir esa carencia

Los de Ampudia y Valdés nos dan en primer lugar una visión de las dos zonas Sierra Morena (figura 5) y Andalucía. Luego pasa a detallar cada una de las feligresías, con la división de los lotes de tierras, las llamadas suertes, y las aldeas que salpican el territorio.

Para reconstruir las feligresías de las que no tenemos esa documentación nos hemos basado en la situación de la población de planos del siglo XIX del Servicio Cartográfico Nacional, obtenidos en el Servicio Cartográfico Histórico de Andalucía, y sobre ellos hemos restituido la situación inicial teniendo en cuenta lo que existe actualmente. También hemos trabajado con ortofotos de los servicios cartográficos de Andalucía, con las vistas de Satélite de servicios como Google Earth y Maps, y con los planos digitalizados conseguidos en la Base cartográfica de Andalucía. Al superponer los planos digitalizados actuales sobre los realizados por Ampudia y Valdés sorprende su exactitud. No son simplemente planos de una enorme belleza sino de una precisión asombrosa.

También podemos mencionar los planos de Edme Mentelle, que modernizó la forma de confeccionarlos. Cuando se empieza a trabajar realmente en el territorio es preciso conocerlo

^[7] García Fernández, J. (2010) Urbanismo español e hispanoamericano

con exactitud. Hasta entonces los planos describían muchas veces de oídas y otras por meras impresiones pictóricas la geografía, ahora se hace fundamental su estudio, su medición exacta. Este es uno de los grandes cambios del momento. Los reinos dejan de ser la extensión definida por los límites, y pasan a ser la definición de lo que hay dentro, el conocimiento profundo del territorio que procura elementos de juicio para su mejor uso y aprovechamiento. Los reinos se expanden, se hacen más grandes colonizando su propio territorio, ensanchando su interior. Eso son las Nuevas Poblaciones guiadas por esa idea organizativa de Sinapia⁸ la jerarquía social que va desde la familia hasta las más altas instituciones, con sobriedad y anteponiendo la razón a cualquier otro principio.

5. Las Navas de Tolosa

Cerca de donde tuvo lugar la famosa batalla contra los almohades en 1212 existía una venta que dio origen a la población principal de esta feligresía que adoptó el nombre de dicha batalla⁹. El Camino Real que venía por el norte desde Santa Elena, se bifurcaba siguiendo por un lado la ruta principal hacia la Carolina y por otro hacia Linares. La nueva población se plantea como acompañamiento del Camino hasta esa bifurcación que se marca como foco de la composición. El camino tiene como perspectiva final la Iglesia en torno a la cual se plantea una plaza casi circular. Esta plaza se abre a ambos lados de la iglesia marcando las dos direcciones señaladas.



Figura 7. Las Navas de Tolosa, proceso de restitución y levantamiento en 3D, elaboración propia

El resto de la población se conforma por el eje que lleva desde el camino al foco de la plaza y uno perpendicular que genera el espacio donde se ubica la venta. Añadir a la composición un silo o pósito comunal antes de dicho cruce.

La feligresía, la Nueva Población, no se limita a este núcleo poblacional. Precisamente algo que caracteriza esta colonización es abarcar la totalidad del territorio. El término de la feligresía está estructurado por las suertes, por los lotes de tierras que se reparten a los colonos, todas iguales de forma rectangular y siguiendo el eje mayor la línea de división con la feligresía contigua la de La Carolina. El territorio quedaba así ocupado por completo. La zona montañosa que carecía de suertes, era del común, como dehesa boyal para pastos o reserva de bosque para madera. Asimismo, el territorio se articulaba a través de los caminos

^[8] Avilés Fernández, M. (1976) Sinapia

^[9] García Fernández, J. op. cit.

que daban acceso a las suertes, que comunicaban con otras poblaciones y que se salpicaban con aldeas dependientes de la población principal.

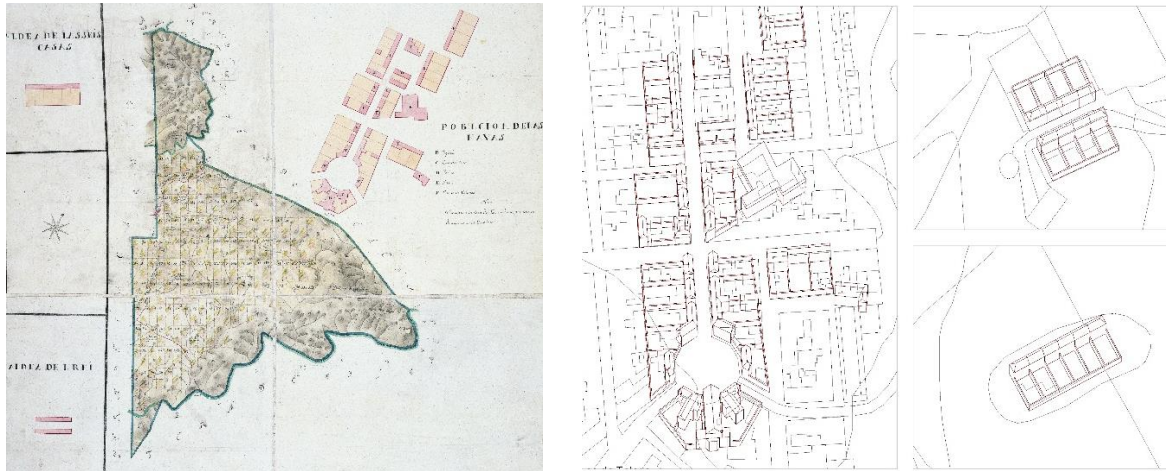


Figura 8. Plano topográfico de la feligresía de Las Navas de Tolosa, Ampudia y Valdés (1794), CGE

Figura 9. Las Navas de Tolosa, Aldea del Rey y Aldea de Seis Casas, elaboración propia

Lo que antes era un desierto ahora estaba estructurado por las suertes, con su casa particular, con las aldeas que controlaban el territorio una de las cuales era la población principal que daba nombre a la feligresía. Este esquema se repetirá en todas las poblaciones creando una red que vertebra todo el territorio de una manera nueva y original. En esta feligresía ya vemos el nacimiento de una manera nueva de acometer el territorio, de ocuparlo y colonizarlo por completo atendiendo a múltiples objetivos. Aquí no estamos ante poblaciones cerradas en torno a las cuales existe un territorio dependiente y la unión de estas poblaciones a través de caminos. Aquí lo fundamental, lo que articula la intervención es el trozo de tierra, el lote que se da a cada agricultor, la suerte. En ella se establecerá la casa de la familia. Para servir a ella se trazarán caminos. Estos tendrán aldeas que marquen la ruta y sirvan de control del territorio, varias aldeas, junto a una población mayor constituirán la feligresía que tiene por objeto dotar del soporte y de los servicios necesarios para que la producción sea aprovechable, para que sea posible vivir con los servicios necesarios, para que se tenga control y seguridad de los caminos.

Lo que en nuestros días conocemos por Ordenación Territorial se plantea en esta intervención de manera integral. Y como ya se ha apuntado antes, este modelo, que ensanchaba interiormente el reino, se trasladó a toda la América hispana. Un modelo de una modernidad absoluta en el que se plantea la visión multidisciplinar propia del urbanismo actual, en el que factores como la seguridad, la movilidad, la producción, la ocupación racional del territorio, la complejidad, en suma, se aborda sin complejos, con valentía y seguridad en lo que caracteriza el espíritu de la Ilustración, la fe en la Razón.

6. La Carolina

La capital de la Intendencia. En ella se encuentra el magnífico palacio de Pablo de Olavide, desplazando ligeramente del eje visual a la Iglesia del antiguo convento de las Peñuelas, núcleo original de la población. En el plano que disponemos, copia del que tenía Olavide, podemos ver la complejidad del programa (figura 11). La población se sitúa en la ladera sur de una suave colina. En lo alto se sitúa el palacio, contiguo como hemos dicho a la Iglesia, a sus pies llega el Camino Real desde las Navas de Tolosa, en dirección nordeste sudoeste.

Este camino marca uno de los ejes de la ciudad. Perpendicular a dicho camino, desde el Palacio del Superintendente, nace el eje que marca toda la población y el sentido de las suertes del territorio.

Estos dos ejes van a marcar toda la composición. Por un lado, el camino Real alcanza la ciudad por el nordeste y se marca con una serie de plazas de diferentes formas, empezando por unas torres de entrada. Al cruzarse con el eje que viene del Palacio se forma la plaza pública, donde se ubica el Ayuntamiento. En este punto crucial cambia la dirección del Camino Real. Gira noventa grados hacia el sur y así se mantiene hasta alejarse de la salida del pueblo, flanqueado por alamedas zonas comunes de huerta.

Alcanzado cierto punto, el Camino Real vuelve a girar noventa grados, recuperando su anterior dirección. Este zigzag marca una diferencia sustancial con el resto de las poblaciones. Aquí la ciudad ya no es solo camino, sino fin. El eje del camino se quiebra, se desplaza hacia el sur, y ese quiebro marca el eje del Palacio, que se extiende hasta el territorio y las aldeas y el río, por el sur, y queda cortado hacia el norte, nos lleva a la plaza del Palacio y de la Iglesia, detrás están los jardines del palacio.

Esta composición la hemos visto en multitud de Sitios Reales. El Palacio es el centro de la composición del que nacen los ejes que articulan el territorio. Es curioso que no solo la disposición en el plano obedece a este fin, también su desarrollo en altura. Este eje desciende desde el Palacio del Superintendente, hasta la plaza del Ayuntamiento y de ahí va bajando hasta el paseo arbolado del Camino, rodeado a un lado y otro de huertas comunales, y así se alarga, bajando hasta articular todo el territorio. Las suertes nacen en este eje y llevan su dirección. El sentido menor de los rectángulos de los lotes sigue la dirección del Camino. La ciudad, planteada por el semieje longitudinal del palacio y el eje transversal del Camino, se cierra en forma de hexágono más ancho en el sentido nordeste sudoeste.

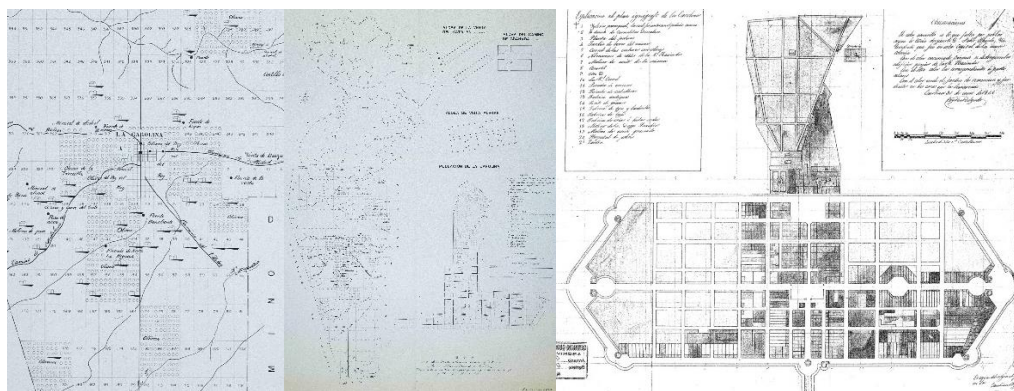


Figura 10. Feligresía de la Carolina, copia del de Ampudia y Valdés por Juan López Alcázar (1882), CGE

Figura 11. Plano de la Carolina. Juan de Dios Sevilla y Cayetano Delgado (1848), CGE

Por cualquier lado del Camino que vengamos debemos dar un giro noventa grados que marcará la vista del Palacio podríamos decir Real. En el paralelismo que podemos establecer con Sinapia¹⁰ la Carolina sería la Capital, donde vive el príncipe, en este caso Olavide, que tiene todo el poder sobre todo el territorio y que lo ejerce con sabiduría.

El plan general de la ciudad, la imagen final que se tiene de ella, no deja de ser la sucesión y acumulación de barrios, como las aldeas diseminadas por el territorio, que se han encajado en un plano conjunto. Así como en Carboneros tenemos la aldea de la Escolástica, con una plaza octogonal que luego alcanza la población, en la Carolina tenemos una sucesión de plazas, como una sucesión de aldeas, o barrios de Sinapia, que van conformando la capital.

[10] Ramiro Avilés, M. (2013) Descripción de Sinapia, península...

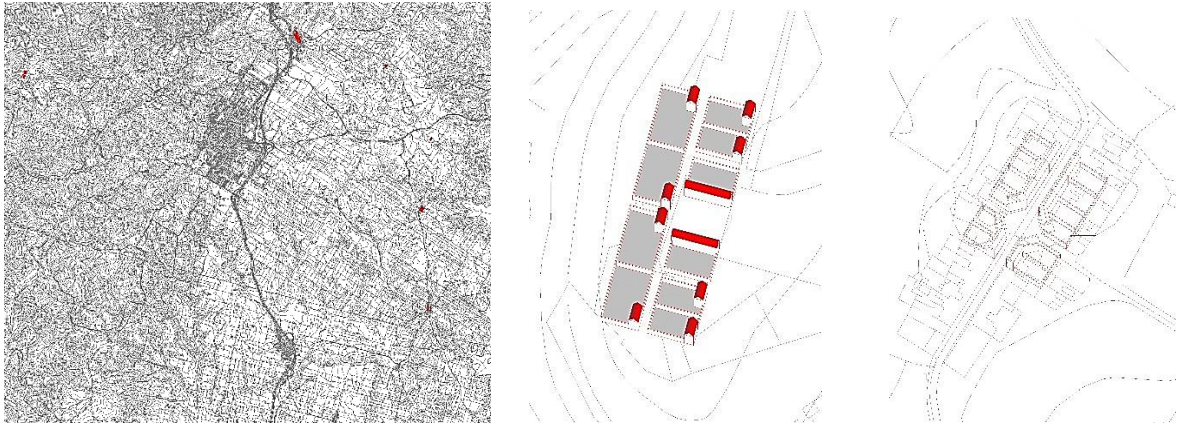


Figura 12. Plano digital con las aldeas restituidas en 3d. Aldeas: Vista Alegre, La Isabela, elaboración propia

La ciudad es acumulación de barrios, cada uno de los cuales tiene su propia entidad. Claro, en conjunto adquieren una riqueza que por separado no tienen. La sucesión de espacios que marca el eje del Camino, la plaza de entrada con las dos torres, la plaza circular, la plaza hexagonal, la plaza cuadrada en la que se encuentra con el eje que viene del Palacio, la continuidad de ese eje con el paseo arbolado y los hitos con los relieves de la fundación de las Nuevas Poblaciones, todo es de una gran riqueza urbanística. Todo puede ser estudiado individualmente.

El mismo espíritu que hace ocupar el territorio con piezas aparentemente diseminadas, pero que unen caminos y trazan ejes, aparece aquí en la ciudad. Los barrios al sumarse son más que la suma, conforman la ocupación compleja como la que se produce en el territorio. La Carolina es un ejemplo de urbanismo que si bien resume todo lo aprendido durante toda la historia de la ciudad también nos enseña que no solo obedece a la idea barroca de la ciudad bella, cerrada, como fin en sí mismo, como objeto precioso, sino que se abre y articula y domina el territorio, el mundo.

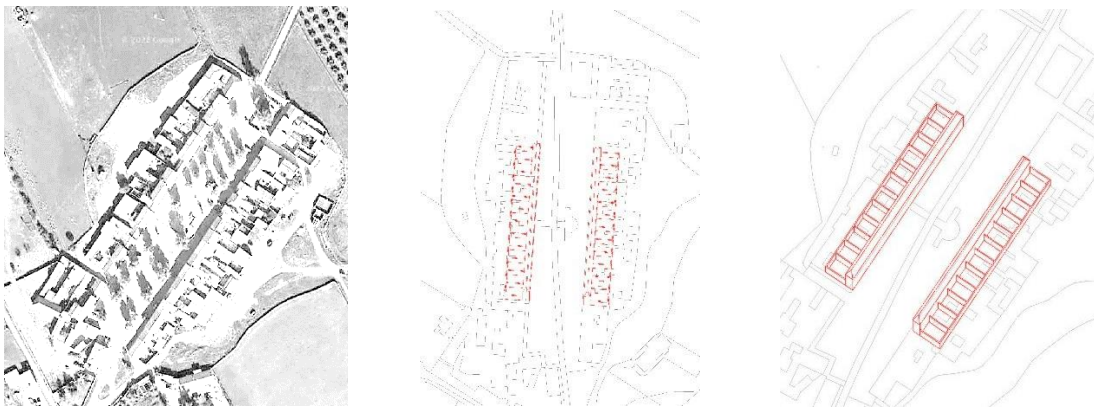


Figura 13. Aldea de la Fernandina, restitución y levantamiento en 3d, elaboración propia

7. Conclusiones

Tras estudiar las diferentes colonizaciones a lo largo de la Historia nos hemos centrado en el caso singular de las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena. Se ha descrito la estrecha relación que existe entre el manuscrito anónimo Sinapia y la colonización llevada a cabo por el superintendente D. Pablo de Olavide.

Traducir Sinapia a la realidad supuso establecer un nuevo paradigma territorial basado en los lotes, en las suertes que se repartían entre los colonos. De hecho, las aldeas y los núcleos urbanos se crean para servir a esos lotes. La familia, como base de la sociedad, puede sobrevivir con esas 50 fanegas. La agrupación de familias es necesaria para acometer

empresas comunes como levantar la Iglesia o el pósito para almacenar el trigo. La agrupación de barrios, diseminados como aldeas o integrados en la ciudad, completa la estructura. Los lotes, las suertes, son iguales, como lo son las casas.

Esa repetición de la casa llama la atención por su modernidad. Con el mismo elemento se crea una riqueza arquitectónica grande, creando espacios diferentes, plazas, espacios ensanchados, entradas o salidas de caminos. La racionalidad en la disposición y el uso de un mismo elemento casi nos traslada a la arquitectura moderna.

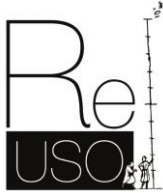
En las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena no se produce una colonización como las que hemos visto a lo largo de la historia. Aquí se construye un nuevo reino, con la denominación de Intendencia. Con esta nueva institución se plantea cambiar el sistema administrativo y territorial de los antiguos reinos, por organismos modernos que traen el ensanchamiento interior y la prosperidad a través de la riqueza.

Todo esto se hizo exitosamente en tiempo récord, casi de un día para otro, e inmediatamente fue trasladado al Nuevo Mundo. Las Intendencias en América vinieron a revitalizar los antiguos virreinos, estructurando el vastísimo continente y proporcionando los instrumentos necesarios para crear riqueza y bienestar, tanto para los habitantes como para el Reino.

El análisis del ideal, Sinapia, llevado a la práctica en las Nuevas Poblaciones aporta elementos para abordar el debate actual suscitado por Rem Koolhaas que fue mencionado en la introducción. En su *Countryside, a report* nos plantea constantemente utopías que son llevadas a la práctica, cómo pueblos olvidados se revitalizan con nuevos habitantes, colonos podríamos decir, cuyas ideas son totalmente opuestas a las que hicieron nacer esos pueblos. Esos contrastes y sobre todo la puesta en práctica de los ideales, la construcción en este caso de un nuevo reino, con Olvide como príncipe nos permitiría hablar de la Nueva Sinapia de Sierra Morena.

Referencias

- [5] Alcázar Molina, C. (1930) Las colonias alemanas en Sierra Morena. Discurso leído en la solemne inauguración del Curso Académico 1929-1930, Universidad de Murcia). Madrid. [s.n.], 1930; 164 pág. <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/37599/1/1929-30.pdf>
- [8] Avilés Fernández, M. (1976) Sinapia: Una Utopía Española Del Siglo De Las Luces. Biblioteca De Visionarios, Heterodoxos Y Marginados 11. Madrid: Editora Nacional, 1976; 109 páginas.
- [7] García Fernández, J. (2010). Urbanismo español e hispanoamericano 1700-1808 = Spanish and Hispano-American Urban Planning 1700-1808. Madrid: Ministerio de la Vivienda, Centro de Publicaciones.
- [9] García Fernández, J (2010) op. cit.
- [4] Hamer Flores, A. (2009) La Intendencia de las Nuevas Poblaciones de Sierra Morena y Andalucía, 1784-1835. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2009; 304 páginas
- [6] Jacobs, J. (2011). Muerte y vida de las grandes ciudades. (Entrelíneas). Madrid: Capitán Swing.
- [1] Koolhaas, R., Armstrong, R., Therrien, T., & Office for Metropolitan Architecture. (2020). *Countryside, a report* / [in collaboration with], AMO-Rem Koolhaas ; [texts by Richard Armstrong and Troy Conrad Therrien]. Köln : Taschen.
- [2] Oliveras Samitier, J., & Bonet Correa, A. (1998). Nuevas poblaciones en la España de la Ilustración (Arquíthesis 2). Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos.
- [10] Ramiro Avilés, M. (2013). Descripción de la Sinapia, península en la tierra austral (Filosofía política Elías Díaz). Madrid: Dykinson.
- [3] Suárez Gallego, José María. (1992) Fuero de las nuevas poblaciones de Sierra Morena y Andalucía y legislación complementaria. Guarromán: Concejalía de Cultura del Ayuntamiento, 1992; 103 páginas.



I complessi minerari dismessi in Sardegna. Riflessioni per una valorizzazione possibile

The abandoned mining complexes in Sardinia. Potential approaches to recover their value

Dessi Maria, Laboratorio di Analisi e Conservazione del Patrimonio Culturale (LACHE) - Dipartimento di Architettura, Design e Urbanistica di Alghero - Università degli Studi di Sassari; Palazzo del Pou Salit, Piazza Duomo, 6 - 07041 Alghero (SS), Italia, mdessi@uniss.it

Abstract: Through the analysis of some emblematic cases of abandoned mining sites in Sardinia, which are poorly preserved nowadays, we want to examine how the decay process advances along the time and the various dynamics that induce constantly, with various stages, the loss of the Sardinian historical and architectural heritage. We want to investigate how the current politics, managed the control of the loss of this type of heritage as well as the positive aspects and/or the issues of the solutions accomplished until now. Finally, we will try to understand if guidelines can be defined to reverse this trend, protect and add value to the heritage, intended as an *unicum* consisting of singularities. If so, we shall explore future potential actions to prevent the inevitable loss of a part of these architectures is left to chance. To demonstrate the relevance to storage the existing heritage, several data will be reported, at least through a field survey, to maintain awareness on the structures that are bound to disappear in the coming decades if there will not create utilization opportunities based on an economic self-sufficiency.

Keywords: mining complexes, heritage, value, vulnerability

1. Introduzione

L'attività estrattiva in Sardegna conobbe, nella storia, periodi più o meno fiorenti, alternando momenti di inattività a picchi di massima produzione, condizionando pertanto talvolta la sorte (nascita, sopravvivenza o declino) delle architetture legate a questi processi e dando esito a contesti paesaggistici di vario tipo. La Sardegna presenta diverse aree in cui si riscontra un'ampia concentrazione di testimonianze d'attività mineraria dismessa, siti che sono spesso di assoluto interesse.

Viene presentata, in questo contributo, una prima analisi di alcuni casi emblematici, selezionati a partire dai database ISPRA [1], dalle pagine web della Regione Sardegna [2], dalle informazioni del Sito web IGEA [3] e da sopralluoghi e rilievi eseguiti durante l'attività di ricerca del LACHE [4], complessi architettonici scelti in base a uno stato di conservazione attuale non ottimale; tale analisi si pone l'obiettivo -a partire da dati desumibili sui vari siti

a cui si fa riferimento e dai sopralluoghi eseguiti durante attività di ricerca eseguita in ambito accademico, inserite in tabelle e planimetrie contenenti le varie informazioni- di valutare le dinamiche con cui si evolve la perdita di questi beni nel tempo e di individuare una strategia possibile per la tutela e la valorizzazione di tale ampio, complesso e fragile patrimonio, sulla scorta di quanto è accaduto fino ad oggi. Si sono indagate le caratteristiche architettoniche dei diversi casi-studio, valutando le vicende costruttive e di modifica, lo stato di conservazione attuale, al fine di individuare criticità e potenzialità di queste architetture.

Numerose sono state finora le iniziative volte a dar nuova vita a vari siti minerari dismessi, principalmente attraverso la destinazione di tipo museale, secondo varie sfaccettature [5]: dal “museo a cielo aperto” dell’Argentiera [6] ai musei più tradizionali, come ad esempio quello di *Sos Enattos* a Lula [7] o il *Museo dell’arte mineraria (Museo Asproni)* a Iglesias [8], o ancora il *Museo Archeologico-Industriale dell’Attività Mineraria di Su Suergiu di Villasalto* [9], il *Museo del Carbone* a Carbonia [10], di Montevecchio a Guspini [11], la passeggiata lungo la scogliera con vista sulla laveria e sullo scoglio del Pan di Zucchero nella Miniera di Masua, o ancora, il museo di Porto Flavia presso Iglesias e la Galleria Henry in territorio di Buggerru, questi ultimi due dotati di Virtual Tour per “stimolare la curiosità del potenziale visitatore” [12]. Interi villaggi diventano luogo di mostra di loro stessi, come ad esempio il *Villaggio minerario di Rosas*, in comune di Carbonia: il *museo di archeologia industriale* è disposto nella Laveria e gli alloggi dei minatori sono dimore di un albergo diffuso, volto a scoprire la miniera e “il territorio”. O ancora, il museo diffuso che comprende diverse tappe del *Percorso di Santa Barbara* [13], iniziativa nata nel 2016, che tenta di fare sistema, individuando dei percorsi per ridare vita ai numerosi siti dismessi nella zona Sulcis Iglesiente - Guspinese, dove le strutture architettoniche sono visitabili internamente solo in parte, per ragioni di sicurezza.

Altri siti si potrebbero aggiungere a questo elenco, specie se consideriamo anche le miniere dismesse che diventano tappe di tour, da affiancare agli altri “attrattori del territorio” (soprattutto siti archeologici o beni immateriali): i siti minerari, qualunque sia il loro stato di salute, diventano sfondo di percorsi che raccontano la storia dei territori, con una sorta d’uso saltuario, ovvero la loro semplice osservazione, senza che siano attuate politiche di autosostentamento, capaci di garantire la possibilità di uscire dallo status di una continua lenta perdita delle architetture, sebbene siano importanti tali iniziative in quanto promuovono l’interesse e ne arginano in un certo modo il fenomeno di abbandono [14].

Ciascuna realtà mineraria, se si osserva nello specifico, ha la sua peculiarità, spesso di indubbio valore. Così, ad esempio, il museo della miniera di *Funtana Raminosa* a Gadoni, fondata nel XX secolo e dismessa nel 1983, vanta di avere la prima macchina d’Europa che consentiva di separare i minerali per flottazione selettiva [15]; oppure, le miniere di Buggerru, sono tristemente annoverabili per il primo storico sciopero nella storia industriale d’Italia nel 1904 con tre morti e dieci feriti tra gli operai. E molti musei fanno forza su una peculiarità specifica che di volta in volta viene individuata. La storia, visibile tanto negli involucri architettonici, quanto nei macchinari che essi contengono, è osservabile dall’oggetto, alla scala del singolo edificio, fino alla più ampia di tutte le realtà messe a sistema a scala regionale, nazionale e internazionale. Ma il patrimonio appare vasto e di difficile gestione.

Il riconoscimento Unesco - percorso non privo di difficoltà [16] - ha conferito all’Isola il prestigio internazionale [...]: [l’] ascrizione come parco Geominerario si deve, oltre che all’attività estrattiva, al fatto che la Sardegna, per caratteristiche geologiche e ambientali rappresenta un caso molto particolare ricco di elementi di rilevanza geologica, paleontologica e mineralogica, di rarità biologiche, di popolamenti forestali e le zone umide, di paesaggi naturali spettacolari nella morfologia delle coste e dei rilievi interni fino

alle cavità sotterranee [17]. È indubbio che, in tal senso, il patrimonio non può che essere considerato nel suo complesso come sommatoria di singole realtà da mettere a sistema. È necessario capire se e come è possibile pianificare gli interventi, per garantire la tutela e la valorizzazione, a partire da osservazioni sulla “qualità architettonica” e sulla “importanza storica”. Considerando anche solamente la consistenza architettonica dei principali siti minerari, tralasciando i numerosi esempi di minore rilevanza, si può dire che, alla luce delle risorse investite finora e dei risultati ottenuti, senza un uso che genera un’economia, non può essere garantita la manutenzione di queste architetture.

2. I siti minerari dismessi in Sardegna. Cenni storici e collocazione nel territorio.

Le risorse del sottosuolo hanno condizionato, dai tempi più antichi fino a decenni a noi non troppo lontani, la geografia di popolamento dell’Isola, generando nel complesso numerose fabbriche architettoniche che consentivano di svolgere non solo il lavoro minerario ma, spesso, si organizzava l’intera vita dei lavoratori. Oggi queste strutture costituiscono una fetta significativa del patrimonio storico architettonico della Regione (sia per numerosità che per consistenza).

Solo al fine di comprendere l’importanza di tale patrimonio, si riporta una sintesi delle più significative tappe della storia mineraria dell’Isola, dalle più antiche testimonianze archeologiche, fino alle vicende del più recente passato, rimandando a specifica bibliografia per approfondimenti, testi di cui se ne riportano solamente alcuni [da 18 a 23].

Nelle età più antiche, sin dal VI secolo A.C., possiamo annoverare in Sardegna una fiorente attività estrattiva, principalmente dell’ossidiana, che si concentra maggiormente sul Monte Arci, nella parte centro Occidentale dell’Isola. In epoca fenicia (X-VIII secolo a.C.) prosegue l’attività estrattiva fiorente, principalmente del piombo argentifero, ma anche rame, bronzo e, forse, ferro, attività concentrata principalmente nelle aree Iglesiente e Sarrabus. L’epoca romana, a partire dal III secolo A.C. porta con sé un periodo in cui l’attività estrattiva e metallurgica costituiva una risorsa di prioritaria importanza per molte aree, come ad esempio quelle costiere dell’Iglesiente e dell’Isola di Sant’Antioco, ma anche quelle interne quale, ad esempio, nell’area nei pressi del Monte Narbo (Lula). Sarà altissima la quantità di piombo e argento che verrà estratta in questo periodo, con alte percentuali di prodotto esportato, per poi, ridursi durante l’ultimo periodo della dominazione romana. Durante il periodo storico seguente, ovvero quando l’Isola era stata strutturata per mezzo di giudicati, non sembra essere particolarmente fiorente l’attività mineraria, mentre durante la dominazione pisana (XI secolo) si intensificò la ricerca di materie prime, tra queste principalmente l’argento. È allora che nacque la città di Iglesias, e sopraggiunsero nell’Isola maestranze toscane e tedesche, esperte nel lavoro delle miniere. Il periodo seguente, quattro secoli di dominazione spagnola (XIV secolo - inizi del XVIII secolo) sono da questo punto di vista caratterizzati da un riabbassamento della attività, tanto che l’argento veniva addirittura importato.

A seguire, i Savoia daranno un nuovo impulso e riusciranno a far riprendere l’economia in tal senso, sebbene le diffidenze e piccoli interessi locali, spesso rallentavano tale sviluppo. All’inizio dell’Ottocento si contavano circa sessanta miniere e, grazie a delle leggi che facilitavano le concessioni estrattive, numerosi investitori scelsero la Sardegna come meta per nuove attività, accompagnata spesso a un processo di infrastrutturazione e nuove metodologie da sperimentare. Anche gli ammodernamenti novecenteschi furono notevoli e l’industrializzazione delle miniere conobbe numerose realtà estremamente fiorenti (capeggiati da investitori locali, italiani, ma anche europei). Nel dopoguerra, poiché ormai

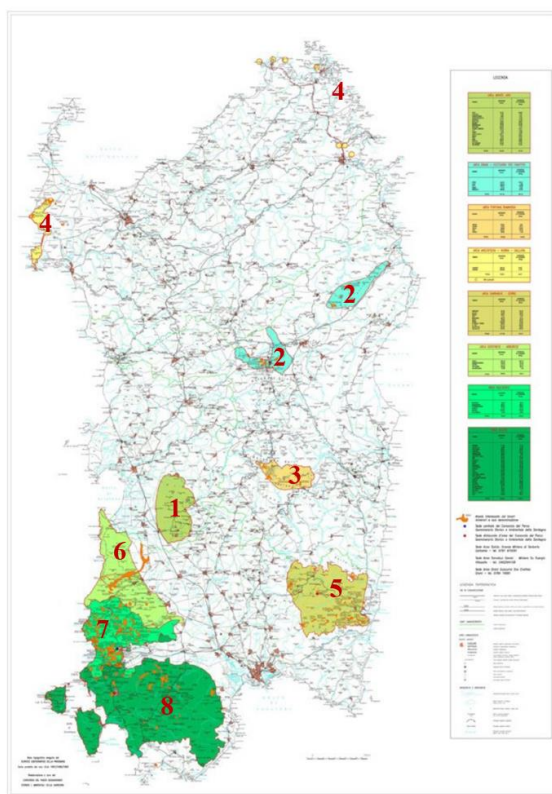
non competitive nel contesto mondiale, i siti minerari conoscono la cessazione delle attività, con velocità diverse.

Per capire la vastità del patrimonio, si consideri che dal 1850 ad oggi si registrano oltre 250 concessioni per lo sfruttamento di minerali metalliferi e, a questi, si aggiungono innumerevoli permessi di ricerca produttivi (ovvero siti esplorati che poi non hanno dato esito a una vera e propria attività estrattiva che si è protratta in un lasso di tempo rilevante). Nel censimento dei siti minerari dismessi dell'ISPRA, sono stati georeferenziati complessivamente 438 siti in Sardegna.

Negli ultimi decenni, spesso solo gli incentivi statali hanno garantito una faticosa sopravvivenza di una parte delle strutture, che accolgono quasi sempre una destinazione museale. Come recente iniziativa, è degna di menzione l'istituzione del Parco Geominerario, Storico ed Ambientale della Sardegna, un'*Istituzione ministeriale* che ha avviato, a partire dal 2001 [23], una serie di attività culturali, ripristinando percorsi e realizzando delle opere di manutenzione e di restauro su alcune fabbriche architettoniche.

Il parco (figg.1-2) si sviluppa su otto zone differenti di "aree minerarie storiche" che pressappoco consentono di delimitare le zone in cui si concentra maggiormente la presenza di strutture che testimoniano l'avvenuta attività lavorativa mineraria [24].

Complessivamente, il parco ricopre un'area di 3'800 Km² circa di superficie, e si compone delle aree riportate nell'immagine 1 e nella tabella 1 [25-26]:



Il Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna. Carta PGSA base

Figure 1. Disposizione delle zone del Parco [27]

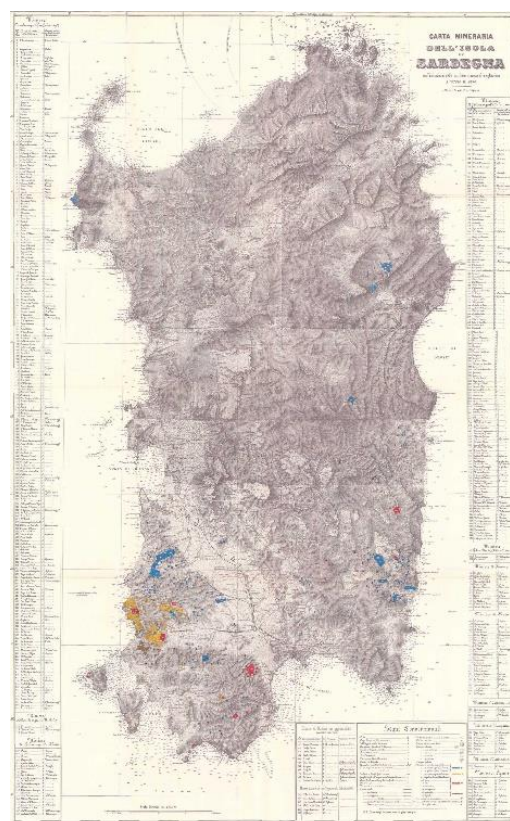


Figure 2. Carta Mineraria dell'Isola di Sardegna 1870 [28]

Table 1. Aree del Parco con relative superfici

| Area | Zona geografica | Superficie ca. (Km2) | Percentuale rispetto al parco |
|------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1 | Monte Arci | 270 | 7% |
| 2 | Orani - Guzzurra – Sos Enattos | 300 | 7% |
| 3 | Funtana Raminosa | 145 | 4% |
| 4 | Argentiera- Nurra- Gallura | 80 | 2% |
| 5 | Serrabus – Gerrei | 575 | 15% |
| 6 | Arburese Guspinese | 520 | 14% |
| 7 | Iglesiente | 480 | 13% |
| 8 | Sulcis | 1450 | 38% |

Le criticità che ruotano intorno alla riqualificazione dei siti minerari dismessi sono innumerevoli, legate sia alle condizioni ambientali al contorno, sia a ciò che genera la stessa attività estrattiva. Basandoci sui dati pubblicati sul sito del *Parco Geominerario Storico Ambientale della Sardegna* si intuisce cosa possa significare, in termini di risorse necessarie, garantire la tutela di un patrimonio diffuso di questa vastità.

3. La consistenza architettonica, stato di conservazione e vulnerabilità di alcuni casi-studio.

Le architetture dei siti minerari, esprimono chiaramente il loro contenuto, tanto quello funzionale legato alla produzione, tanto quella che doveva essere la restituzione dell'immagine del fruitore. Il pregio architettonico riflette l'importanza dell'architettura: la centralità di alcuni edifici nel singolo complesso o la centralità del complesso rispetto al territorio regionale. Si tratta di un sistema gerarchico dell'architettura, come era concepita la stessa filiera produttiva: così ritroviamo una grande varietà di strutture, dalle più semplici architetture destinate ad alloggi degli operai, ai più sontuosi edifici, con pregevoli finiture, destinate ad accogliere i dirigenti, con alcune eccezioni.

La fondazione di complessi minerari, ovviamente, era strettamente connessa con la presenza di risorse prime: prosperità dei materiali estratti e presenza di corsi d'acqua costituivano le condizioni essenziali per la loro costituzione. L'ampiezza del complesso dipendeva poi da diversi fattori e, in particolare la necessità di fondare nuovi interi borghi in zone limitrofe alle aree d'estrazione, era fortemente connessa alla presenza o meno di borghi già esistenti: più che alla vicinanza di detti borghi, alla loro facilità di raggiungimento, essendo le strade esistenti, spesso di difficile percorrenza.

Le strutture, siano esse legate alla vita quotidiana, o alla produzione, sono in linea generale in maggioranza semplici, ma in alcuni casi si può osservare una maggiore attenzione nel costruire seguendo "le regole dell'arte" e le soluzioni adottate per le finiture risultano essere, talvolta, assolutamente pregevoli (esempi che si concentrano nel sud dell'Isola, "centro gestionale" dell'attività estrattiva).

Nella totalità questo patrimonio appare variegato e troviamo esempi di complessi che sono stati altamente trasformati in periodi recenti, altri che hanno subito trasformazioni minime, altri ancora che presentano solo tecniche costruttive esito del primo impianto. Fattore che esprime la storia del sito, e testimonianza di un'attività che si è protratta più o meno nel tempo.

Partiamo da un esempio nel quale possiamo osservare ancora buona parte delle architetture di un intero borgo, contenenti fabbriche architettoniche che possono essere considerate pregevoli, quale è quello del *Villaggio Asproni* (fig.3). Venne edificato tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento, in funzione della vicina miniera di Seddas

Moddizzis, che nel 1918 vedeva l'impiego di più di 300 operai [29]; dista 10 Km da Iglesias e 2,5 Km da Gonnessa, ma è collegata a questi centri, appunto, con strade di difficile percorrenza. Il Villaggio Asproni venne realizzato per volere del direttore della miniera, l'Ing. Giorgio Asproni, quale propria dimora e per alloggi dei minatori con le loro famiglie; il complesso mantenne le sue funzioni, fino alla fine degli anni Sessanta del Novecento. Negli ultimi decenni i suoi edifici hanno conosciuto un periodo di abbandono quasi totale, utilizzati saltuariamente come riparo di fortuna da parte di pastori, e, da due anni, il sito è oggetto di attenzioni, con interventi di manutenzione volti unicamente alla fruizione [30].

E' un villaggio che oggi conserva numerosi edifici che, complessivamente, ricoprono una superficie di 3.350 mq circa. Si compone di 12 principali edifici: la Villa per il direttore, tre Case coloniche, l'Officina, la Direzione, lo Spaccio, la Scuola, la Chiesa, il pozzo e altri due edifici, probabilmente a destinazione abitativa. Una quantità di spazi molto ampia, rispetto al totale, è destinata ad accogliere i lavoratori (comunque assai esigua se rapportata al numero dei lavoratori dell'epoca), nel totale circa 1.700 mq (almeno per quanto desumibile da cartografie storiche e foto aeree variamente datate); non stupisce che la Villa, che doveva accogliere una famiglia con il personale per sé stessa, ricopra una superficie di 300 mq ca., con un volume maggiore delle case coloniche (dove gli spazi per gli operai e proprie famiglie erano davvero minimali). La scuola è molto piccola, 60 mq di superficie, mentre la chiesa ricopre ben 462 mq.



Figure 3. Vista generale, Villaggio Asproni [31]

Sebbene più semplici, quasi tutti gli altri edifici presentano cornici, cornicioni, fasce marcapiano, e modanature che impreziosiscono gli elevati, ad eccezione di tutte le strutture destinate ad abitazioni per gli operai, tranne una.

Al di là di alcuni edifici poco distanti dal borgo vero e proprio, possiamo dire che si presenta oggi in uno stato di conservazione complessivamente relativamente buono. Diffusi degni interessano le strutture, ma essi non presentano rilevanti dissesti, escludendo alcune problematiche in copertura. Si registra infatti un iniziale crollo, su alcuni edifici, di parti di copertura, fenomeno che, ovviamente, è preludio di problematiche maggiori se non si dovesse intervenire a breve termine. Recentemente sono stati eseguiti alcuni interventi di messa in sicurezza e sostituzione di intonaci interni sull'edificio della Direzione e opere di manutenzione ordinaria sull'intero complesso [32]. Sebbene per 50 anni di quasi totale abbandono siano state minime le opere di manutenzione, non si rilevano crolli o dissesti rilevanti sulle murature; esse addirittura conservano in buona parte gli intonaci storici. Per quanto riguarda le coperture, la Villa presenta alcuni crolli su una piccola porzione del manto e della struttura lignea; simile la situazione sulle case coloniche strutture portanti lignee. La Direzione, prima dell'ultimo intervento sopracitato conservava buona parte della sua copertura (essa è l'unica del complesso ad essere realizzata con putrelle metalliche ed

elementi laterizi). La situazione peggiore è riscontrabile nello spaccio e nella chiesa, dove possiamo rilevare crolli e dissesti più consistenti che riguardano anche le strutture portanti. Degli infissi resta solamente qualche parziale telaio di finestra e alcune porte (queste, sembrerebbe, siano talvolta di reimpiego) (fig.4).

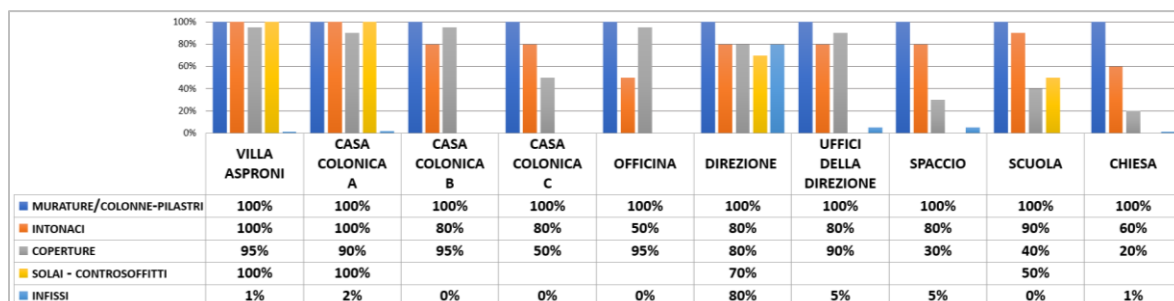


Figure 4. Edifici del borgo e quantità stimata di superfici presenti per elemento architettonico

In questo caso, raffrontando la qualità dell'architettura con l'ampiezza delle strutture e l'organizzazione planimetrica e volumica, si può osservare che non c'è una significativa differenza tra i diversi edifici, ma la promiscuità di tecniche costruttive moderne e soluzioni di tipo pre-moderne (esempio coperture della chiesa) e la luce ampia di uno degli edifici, costituiscono i fattori che hanno reso di poco maggiormente vulnerabili gli edifici che più hanno registrato crolli in copertura. L'elevata qualità costruttiva costituisce in questo caso un fattore che ha consentito di ridurre la vulnerabilità nella maggior parte delle strutture.

Se prendiamo in esame un altro esempio di villaggio minerario, quello di Malacalzetta a Iglesias, non caratterizzato da finiture di pregio ad esclusione di rare cornici di coronamento, osserviamo come la configurazione dell'edificio, in queste condizioni di pluridecennale manutenzione minima o nulla, è il fattore prioritario che ne definisce la sua vulnerabilità.

Costruito tra la fine del XIX secolo e gli inizi del XX secolo, il complesso mantenne la sua funzione fino agli anni Quaranta. Se nel caso precedente, abbiamo visto che in 60 anni di abbandono, l'uso saltuario e le tecniche costruttive adoperate di buona qualità hanno consentito di mantenere testimonianza di buona parte del complesso, in questo caso, trascorsi 80 anni in uno stato quasi di totale abbandono, si osserva un avanzare del degrado e perdita di elementi architettonici su una considerevole parte. Solo un edificio presenta una copertura in lamiera e nuovi infissi, adattato a riparo saltuario di pastori; degradi, dissesti e crolli interessano ovunque le strutture con varia intensità.

L'organizzazione del complesso, è simile a quanto visto per il caso precedente, con edifici destinati per la vita dei lavoratori ed edifici produttivi veri e propri. Per quanto riguarda le tecniche costruttive adoperate, tutti gli edifici sono accumulati dall'esecuzione di murature con pietrame misto informale, con saltuari ammodernamenti, quali, ad esempio, putrelle metallica, per architravi di aperture. Quasi ovunque non sono più presenti le coperture, ipotizzabili secondo quanto osservabile, con struttura portante lignea sugli edifici a destinazione abitativa lignea/metallica su edifici della produzione.

La qualità, rispetto al caso visto precedentemente, potrebbe considerarsi leggermente inferiore, sebbene le regole del buon costruire quasi ovunque appaiono essere rispettate, ma senza accorgimenti volti a implementare la resistenza degli elementi, con qualche eccezione.

L'edificio della Direzione ha una superficie complessiva di 430 mq circa. Coperture e solai sono totalmente crollati (nel 1968 si rilevano i primi crolli in copertura). Restano tracce degli

intonaci a base calce, e le murature sono interessate da diffusi dissesti con mancanze stimabili nel 15 % della superficie totale. Il dormitorio presenta una pianta rettangolare, stretta e lunga, si sviluppa su due piani e conserva solo una piccola parte di solai. La sua conformazione planimetrica e la presenza di muri di spina ravvicinati, aperture di dimensioni contenute, riduce la vulnerabilità rispetto ad altri edifici qui presenti: le murature resistono, e presentano solamente iniziali crolli sommitali, nonostante siano trascorsi ormai 50 anni dal crollo della copertura (avvenuto tra il 1968 e il 1977). La laveria (fig. 5) è un corpo di fabbrica imponente, il primo a presentare crolli sulla copertura, a partire dagli anni 50. Di forma planimetrica irregolare, si sviluppava su due livelli per una superficie complessiva di oltre mille mq. Contiene ambienti con luci rilevanti e ampie aperture (per ovvie ragioni funzionali). Questi aspetti conferiscono una maggiore vulnerabilità, ma il costruire con maggiore attenzione (materiali, tecniche costruttive, o altri accorgimenti come ad esempio la presenza di inspessimenti murari e contrafforti dove necessario) bilancia in un certo modo tale maggiore potenziale vulnerabilità: se solai e coperture sono totalmente crollati, le murature presentano crolli iniziali, diffusi per circa il 10% del totale. Se confrontiamo questa fabbrica architettonica con i due edifici precedentemente descritti, appare esservi un evolversi del danneggiamento più lento rispetto all'edificio della direzione, più rapido rispetto al dormitorio.



Figure 5. Miniera di Malacalzetta, laveria [33]



Figure 6. Miniera di Acquaresi, chiesa [34]

Per ragioni di vastità della trattazione, tralasciamo l'analisi puntuale di tutti gli altri edifici, osservando in generale che in assenza di manutenzione, i fattori che garantiscono la sopravvivenza delle strutture, a parità di tecniche costruttive adottate è legata a vari fattori quali la regolarità planimetrica e la dimensione dei singoli ambienti, l'ampiezza delle aperture, la disposizione regolare e ravvicinata dei muri di spina, la presenza o meno di elementi rigidi di più recente introduzione, meno compatibili con le murature in pietrame.

Passiamo a un altro caso, nel quale le tecniche costruttive rispecchiano quelle dell'architettura minore, quasi spontanea. Se si osserva il caso del Villaggio di Acquaresi (fig. 6), si può vedere come in alcuni casi, la rapidità con cui perdiamo questo patrimonio è ancor più significativa. È questo un villaggio più ampio rispetto a quelli trattati in precedenza ed è caratterizzato da assoluta semplicità delle tecniche costruttive adottate (solo la chiesa mostra delle finiture più ricercate); inoltre la miniera è interessata da vari smottamenti e frane, l'ultima delle quali, nell'agosto di 5 anni fa, ha dato esito a una voragine nella montagna di 60 metri circa di diametro, a monte del villaggio e distante da questo circa 300 metri. Raffrontando la planimetria catastale degli anni Venti con la foto aerea attuale, si può osservare quanto ormai resta poco di quello che era un villaggio che arrivò ad ospitare 1.300 abitanti agli inizi del secolo scorso. [35] Per quanto riguarda gli edifici destinati ad alloggi, si possono contare oggi appena i resti di 16 a un piano (complessivamente 1'570 mq ca.) e

di due con due piani; sulla cartografia primo novecentesca si contano oltre 60 unità edilizie corrispondenti alle case disposte in maniera allineata tra loro e una cinquantina circa quelle disposte in maniera sparsa. Si può stimare pertanto che a distanza di sessanta anni dall'abbandono del villaggio, circa l'84 % di questi edifici non sono più osservabili.

Oggi non si legge quasi più l'organizzazione planimetrica del complesso, visibile ancora nella foto aerea del 1968 e quasi ovunque restano delle strutture allo stato di rudere.

Appare pertanto rilevante osservare che in questo caso lo stato di conservazione non sembra essere legato a fattori intrinseci delle fabbriche architettoniche, ma semplicemente il danneggiamento è solo collegato al lasso di tempo trascorso dall'ultimo uso.

La miniera di Monte Narba è un altro esempio nel quale le architetture non presentano elevato pregio, ma, al contrario del caso precedente, qui si riscontra una certa corrispondenza tra velocità di danneggiamento e caratteristiche delle fabbriche architettoniche.

Fondata tra il 1870 e il 1898, mantenne la sua funzione mineraria fino al 1935 e poi, negli anni compresi tra il 1936 e il 1976 divenne sede di azienda agricola. A 40 anni circa dall'abbandono, riscontriamo che il 64% delle superfici del complesso non presentano più la copertura e le murature che delimitano spazi per 2.300 mq circa mostrano importanti sconnessioni o parziali crolli. Rientrano qui la Villa Madama (fig. 7) – dove si riscontra il crollo quasi totale degli orizzontamenti e lesioni sulle murature- i depositi e i magazzini, le abitazioni, il pozzo e la laveria.



Figure 7. Prospetto principale della Villa Madama [36]

Il 9% degli edifici presentano ancora in parte le coperture e i solai, ma si registrano spesso problematiche rilevanti di dissesto. Lo spaccio alimentare, i magazzini, i depositi e la casa del vignaiolo mostrano ancora in parte gli infissi e le murature hanno in buona parte anche gli intonaci. Il 25 % degli edifici presenta piccole porzioni di crolli del manto di copertura: questo è riscontrabile nell'ospedale, negli uffici amministrazione, nell'infermeria-farmacia e in alcune case. Il restante 2%, coincidente con l'edificio della scuderia, è in buono stato, con coperture e, nelle murature, si conservano anche gli intonaci. Nell'insieme, si può osservare che in questo complesso, più sono ampi gli spazi e maggiormente è articolato l'edificio (o la disposizione dei suoi ambienti) e peggiore è il suo stato di conservazione. Si conferma ancora una volta che la geometria delle strutture costituisce il fattore principale per la loro resistenza, fino a che non si è raggiunto un livello critico che è quello dell'esposizione pluridecennale delle strutture murarie prive di copertura.

Se ci spostiamo nel centro dell'Isola, si può osservare come i complessi minerari appaiano qui, più che nel sud dell'Isola, molto più semplici e non rileviamo architetture che presentano soluzioni di finiture di pregio (simile considerazione può essere fatta per le miniere del nord dell'Isola, come ad esempio quella dell'Argentiera). Ad esempio, i tre complessi che sono attualmente ancora visibili nel territorio di Lula, ubicati all'interno dell'area della Riserva

MAB Tepidora, Rio Posada e Montalbo, riconosciuta dall' UNESCO nel 2017 [37] sono contraddistinti da storie ed esiti differenti: l'attività di estrazione nella miniera di S'Arghenteria (fig. 8) è limitata agli anni 1862 – 1920 e da allora è rimasta totalmente abbandonata, e oggi troviamo ruderi pressoché “intatti”; Guzzurra (fig. 9), manterrà la sua funzione estrattiva dal 1845 al 1927 con tentativi di riutilizzo negli anni Sessanta, che hanno dato esito a limitati interventi di ammodernamento; Sos Enattos, conoscerà un lungo periodo di operosità, dal 1868 al 1996, tanto che il suo estremo sfruttamento portò la necessità di realizzare una nuova miniera a valle (altamente ammodernata); alle soglie del 2000, essa accolse per pochi anni un museo, ed è attualmente candidata per divenire sede del Einstein Telescope.



Figure 8. Vista generale, miniera S'Arghenteria



Figure 9. Vista generale, miniera Guzzurra

Le dinamiche, di volta in volta, sono simili a quanto descritto in precedenza ma, in questi casi si aggiunge il problema che è anche complesso fare una certa valutazione di quanto si è perso finora, poiché scarseggia anche la documentazione archivistica e/o fotografica.

4. Conclusioni

Alla luce di quanto esaminato e prendendo in considerazione gli obiettivi che l'istituzione del Parco stesso si era prefissato, possiamo osservare come sia di fondamentale importanza che sia implementata l'attenzione verso queste tipologie di beni, al fine di limitare la perdita del patrimonio nel suo complesso, quale sommatoria di singole e varie realtà.

La rapidità con cui si manifestano degradi e dissesti, risulta dipendere, come abbiamo potuto osservare con gli esempi trattati, da variegati fattori, ma appare strettamente correlata, in caso di mancanza di manutenzione, ad alcune condizioni quali alle trasformazioni che ne hanno generato un'alterazione statica della fabbrica architettonica originaria, alla natura intrinseca della struttura (geometria e tecniche costruttive adottate), alle condizioni ambientali a contorno. Forse vale la pena capire come possiamo intervenire con gradi differenti: dall'attuazione di opere esclusivamente volte alla messa in sicurezza alle più cospicue di rimessa in pristino delle strutture per accogliere nuove funzioni.

Non potendo restaurare tutto, è necessario almeno registrare lo stato di fatto e raggiungere una piena conoscenza attraverso il rilievo geometrico e tematico di ciascuna di queste realtà. È forse fondamentale uscire dalla logica del museo quale unica destinazione d'uso possibile. È prioritario ritrovare un uso compatibile che possa generare nuove economie per questi territori. Il fatto che alcuni musei non siano più attivi o funzionino in maniera non continuativa, significa che gli obiettivi previsti durante la costituzione del parco non ovunque erano raggiungibili [38], soprattutto nelle aree periferiche, lontane dai flussi turistici delle

coste. È necessario poi accettare il fatto che non tutti i beni si possono mantenere, ma è fondamentale pianificare le perdite di alcuni [39]. Si potrebbe pensare di introdurre forse delle scale di valori, esaminando la consistenza dei beni, non come contenuti vuoti da riempire, ma architetture dense di storia e con qualità differenti, tenendo conto delle caratteristiche, delle difficoltà o meno di raggiungimento e dei costi di mantenimento futuri e della loro stessa vulnerabilità. Va stimata con precisione la quantità di risorse necessarie e la consistenza di queste strutture, in relazione a numerosità di beni da tutelare e qualità architettonica e importanza storica di ciascuno di essi. Accettare che talvolta è necessario raggiungere quella pace che Simmel riscontrava sulle rovine, nel loro carattere di passato, *il fascino dell'antichità* [40] non senza però pianificare opere di salvaguardia, secondo criteri stabiliti in base ad approfondite conoscenze dello stato di fatto, non lasciando alla casualità la perdita del patrimonio, fenomeno che, abbiamo visto, avviene lentamente e continuativamente con maggiore o minore intensità, ma che risulta essere assai rilevante, se considerato nel complesso e in un lasso di tempo ampio.

References

- [1] www.isprambiente.gov.it.
- [2] www.sardegnaturismo.it.
- [3] <http://www.igeaspa.it/>.
- [4] In particolare, si fa riferimento all'attività di rilievo e progettazione svolta durante i corsi di Fondamenti di Restauro e Restauro Architettonico e in tesi di laurea, del Dip. di Architettura, Design e Urbanistica di Alghero, da parte del Laboratorio di Analisi e Conservazione del Patrimonio Culturale (LACHE).
- [5] *cf.* Buzzi (2013), “Nuovi paesaggi e aree minerarie dismesse”, Firenze.
- [6] <https://www.sardegnaturismo.it/it/esplora/open-mar-miniera-argentera>.
- [7] <https://www.sardegnaturismo.it/it/esplora/sos-enattos>; <https://dati.beniculturali.it/lodview-arco/resource/ArchitecturalOrLandscapeHeritage/2000244493-0.html>.
- [8] <https://parcogeominerario.sardegna.it/museo-dellarte-mineraria/>.
- [9] <https://www.agora.coop/archivio-storico-comunale-e-archivio-storico-minerario-su-suergiu/>.
- [10] <https://www.museodelcarbone.it/>.
- [11] <https://www.minieradimontevocchio.it/>.
- [12] http://www.igeaspa.it/it/virtual_tour.wp.
- [13] <https://catalogo.beniculturali.it/detail/ArchitecturalOrLandscapeHeritage/2000244493-1>.
- [14] Si fa riferimento, sia alla gestione da parte di cooperative di alcuni siti, sia alle numerose iniziative promosse ad esempio, alle tappe dell'evento “Open your mine”, organizzato dal Parco Geominerario della Sardegna per promuovere la cultura mineraria, ma anche i vari siti minerari che accolgono saltuariamente delle attività simili.
- [15] <https://www.gadoniturismo.it/>.
- [16] Nel 2015, Il Parco Geominerario della Sardegna, diventa il Sardinia UNESCO Global Geopark. Per approfondimenti si rimanda al sito: <https://parcogeominerario.sardegna.it/wp-content/uploads/2021/03/CRONISTORIA-DEI-RAPPORTI-TRA-UNESCO-E-IL-PARCO-GEOMINERARIO-STORICO-E-AMBIENTALE-DELLA-SARDEGNA.pdf>.
- [17] AA.VV. (2018), pag.40. “Opus. Quaderno di Storia Architettura Restauro e Disegno”, 2/2018, pag. 40.

- [18] AA.VV. (2010), “Ambienti minerari della Sardegna”, Cagliari.
- [19] S. Nocco (2009) “Le miniere sarde: da luogo di lavoro a luogo della memoria e dell’identità. Il caso del Sarrabus-Gerrei”, Cagliari.
- [20] S. Mezzolani A. Simoncini (1997), “Sardegna da salvare. Storia, Paesaggi, Architetture delle Miniere” Nuoro, 2007.
- [21] S. Serra (1997) “Un’antica civiltà del futuro. Profilo storico del settore minerario sardo nella storia della Sardegna dalle origini ai giorni nostri”, La Louvière.
- [22] T.K. Kirova (1993), “L’uomo e le miniere in Sardegna”, Cagliari.
- [23] <https://parcogeominerario.sardegna.it/chi-siamo/>.
- [24] Cfr. <https://parcogeominerario.sardegna.it/>.
- [25] Cfr. https://parcogeominerario.sardegna.it/wp-content/uploads/2019/07/Sintesi_Unesco.pdf (Dossier Unesco); S. Mezzolani, A. Simoncini, *op.cit.*.
- [26] I. Buzzi (2013), *Nuovi paesaggi e aree minerarie dismesse*, Firenze.
- [27] Immagine base tratta da <https://www.museodelcarbone.it/intorno-a-noi/il-parco-geominerario-storico-e-ambientale-della-sardegna/>.
- [28] http://www.parcogeominerario.eu/images/img_contenuti/Carta_Sella.jpg.
- [29] A. F. Fadda (1994), *Siti minerari in Sardegna. Ambiente e riutilizzo dopo l’abbandono*, Cagliari, Edizioni Coedisar, pag.109.
- [30] <https://www.villaggiominerarioasproni.it/il-villaggio/>.
- [31] Tesi di Laurea di Giorgi C., “Restauro e ipotesi di riuso della Villa Asproni, nella Miniera di Seddas Moddizis presso Iglesias. Relatore Prof. B. Billeci, A. A. 2016/2017.
- [32] Da due anni il complesso è interessato da minimi interventi di messa in sicurezza, cfr. <https://www.villaggiominerarioasproni.it/blog/diario-di-una-rinascita/>.
- [33] Tesi di Laurea di C. Zanza, “Il restauro e la valorizzazione delle miniere dismesse: il caso del Villaggio di Malacalzetta presso Iglesias”. Relatore Prof. Arch. B. Billeci, A.A. 2016/2017.
- [34] Tesi di Laurea di Fusaro M., “Conservare i paesaggi minerari. Un giardino nella valle di Acquaresi.” Relatore Prof. B. Billeci, A. A. 2014/2015.
- [35] AA. VV. (1911) “Biblioteca Nazionale Della Camera Di Commercio Di Sassari, Commissione parlamentare d’inchiesta sulla condizione degli operai delle miniere della Sardegna. Atti della commissione: questionari e documenti” Volume 4, Tipografia della Camera dei Deputati, pag. 415.
- [36] Tesi di laurea di Sirigu A., “Recupero e valorizzazione del villaggio minerario di Monte Narba”. Relatori Prof. Arch. B. Billeci, P. Rizzi. A.A. 2016/2017.
- [37] <https://www.unesco.it/it/RiserveBiosfera/Detail/365>.
- [38] https://parcogeominerario.sardegna.it/wp-content/uploads/2019/07/sintesi_pgsa.pdf, pag.67.
- [39] B. Billeci, M. Dessì (2018) L’architettura della produzione in Sardegna. Atlante dello stato di abbandono e strategie di tutela sostenibile n G. L. Fontana, Stati Generali del Patrimonio Industriale 2018, Padova.
- [40] M. Sassatelli (a cura di) (2006) “G. Simmel - Saggi sul paesaggio”, Roma, pag. 46.

La musealizzazione dell'architettura residenziale moderna

The musealization of modern residential architecture

Casale Teresa – Galleria Casale, Rionero in Vulture, Italia, tc.teresacasale@gmail.com

Garda Emilia – Politecnico di Torino - DISEG, Torino, Italia, emilia.garda@polito.it

Abstract: Today, some modern residential buildings are musealized. The preservation of these buildings coincides with the preservation of a comprehensive design approach that concretized the '*Gesamtkunstwerk*' in which, all parts of the work reflect the same spirit. In these museums, time has been interrupted and space has been frozen to give more space to emotions, like in an anthropological museum. In this, there is the importance of the restoration project. It is the result of the knowledge process, and it consists on the returns to the initial state of the work. The restoration of modern residences is the cause of the break with the concepts on which Italian restoration theory is based. But is not the break with tradition the basis of modern thinking?

Keywords: house museum, *Gesamtkunstwerk*, musealization, modern architecture

1. Introduzione

Il panorama architettonico del XX secolo, caratterizzato da profondi cambiamenti sociali, culturali ed economici, è costellato da innumerevoli tipi edilizi diversificati nati dal processo di specializzazione delle funzioni che ha seguito quello di industrializzazione proprio dell'Ottocento. Sebbene i criteri di salvaguardia di questa architettura, così vicina ai giorni nostri, non siano stati ancora ben delineati, uno degli approcci individuati riguarda la musealizzazione, intesa come modalità di conservazione del patrimonio e come processo di istituzionalizzazione anche dell'edilizia residenziale.

Facendo riferimento a questo tema, si vuole porre l'attenzione sul tipo edilizio della residenza 'moderna' per cui risulta inscindibile e preponderante il rapporto sia con la scoperta dei nuovi materiali, che con l'attenzione alla dimensione interna. Questi due fattori sono stati rispettivamente impiegati e progettati rispettando la concezione del progettista riguardo all'opera architettonica che, oltre a essere integrale e totale, si fonda sulla organizzazione degli spazi e sul processo di razionalizzazione della sfera privata degli abitanti.

La musealizzazione dell'architettura residenziale permette di 'andare oltre' gli oggetti per scoprire le abitudini e la vita di chi ha vissuto determinati spazi, nell'ottica di rendere senza tempo il lato effimero della quotidianità. Questo fenomeno è stato, per lungo tempo, riservato esclusivamente a quelle opere il cui valore è stato oggettivamente riconosciuto, per la grandiosità che le caratterizza o per quei sistemi che sono andate disegnando e che risultano chiaramente individuabili sull'intero territorio nazionale. Oggi, queste residenze arricchiscono il patrimonio italiano riconosciuto da Unesco e si tratta, ad esempio, delle note ville palladiane

(iscritte nella lista dal 1994), delle residenze sabaude (iscritte dal 1997), delle ville dell'area laziale, dei palazzi dei Rolli di Genova (iscritti dal 2006) e delle ville medicee (iscritte dal 2013).

Questo studio, quindi, offre una panoramica sugli sviluppi relativi alla conoscenza dell'architettura del Novecento e si sofferma sulla possibilità di estendere, in Italia, il tema della musealizzazione anche all'architettura residenziale moderna e al suo contenuto. I luoghi contaminati dalla quotidianità della vita hanno il potere di suscitare enorme fascino attraverso un dialogo che si instaura continuamente tra gli oggetti e i soggetti. Basta osservare, ad esempio, un corpo illuminante, per immaginare come veniva data luce agli spazi quando mancava l'elettricità o per immaginare lo stupore degli abitanti di queste dimore quando ebbero a disposizione una cucina con un forno a gas o quando scoprirono la comodità del telefono fisso, e ancora, per immaginare lo svolgersi delle pratiche dell'abitare che accompagnano la quotidianità di ognuno di noi o, per immaginare le fasi di progettazione e costruzione della residenza stessa, delle parti di cui è composta e di ogni suo piccolo dettaglio. Tutto ciò è sintomatico di un processo che ha colto la rilevanza e il valore comunicativo delle testimonianze di cultura materiale di cui l'architettura residenziale rappresenta un pregiato contenitore.

2. L'esigenza di tutelare

«[...] Come se noi, accumulatori e generatori di movimento, coi nostri prolungamenti meccanici, col rumore e colla velocità della nostra vita, potessimo vivere nelle stesse case, nelle stesse strade costruite pei loro bisogni dagli uomini di quattro, cinque, sei secoli fa. [...] La formidabile antitesi tra il mondo moderno e quello antico è determinata da tutto quello che prima non c'era. Nella nostra vita sono entrati elementi di cui gli antichi non hanno neppure sospettata la possibilità, si sono determinate contingenze materiali e si sono rilevati atteggiamenti dello spirito che si ripercuotono in mille effetti: primo fra tutti la formazione di un nuovo ideale di bellezza ancora oscuro ed embrionale, ma di cui già sente il fascino anche la folla. Abbiamo perduto il senso del monumentale, del pesante, dello statico, ed abbiamo arricchita la nostra sensibilità del gusto del leggero, del pratico, dell'effimero e del veloce» [1, A. Sant'Elia, 1914].

Il moderno, secondo la visione futurista, è assimilabile alla definizione di un nuovo anno zero che ha sentito il bisogno di riformulare e ripensare a nuovi tipi edilizi *«[...] l'architettura si stacca dalla tradizione. Si ricomincia da capo per forza» [2, A. Sant'Elia, 1914].* È proprio la consapevolezza della originalità dei nuovi elementi formali della progettazione degli spazi residenziali ad aver rappresentato il monito per inaugurare il discorso sulla tutela di questa architettura. Il desiderio, mosso dalla volontà di curare e conservare, sembra aver smantellato il presagio contenuto nelle parole di Antonio Sant'Elia che, nel *'Manifesto dell'Architettura futurista'* del 1914, scrive ancora: *«[...] Da un'architettura così concepita non può nascere nessuna abitudine plastica e lineare, perché i caratteri fondamentali dell'architettura futurista saranno la caducità e la transitorietà. Le case dureranno meno di noi. Ogni generazione dovrà fabbricarsi la sua città» [3, A. Sant'Elia, 1914].*

La mancata accettazione che queste opere, pur essendo concepite resistenti ed indistruttibili, avrebbero conosciuto *“la caducità e la transitorietà”*, specie in relazione all'arresto della produzione edilizia, ha favorito il recupero dell'esistente, che ha portato ad escogitare delle soluzioni per mantenere intatto l'aspetto, per conservare l'immagine allo scopo di tramandarla nel tempo come si è fatto con le opere del passato più remoto perché *«[...] l'architettura futurista non è per questo un'arida combinazione di praticità e di utilità, ma rimane arte, cioè sintesi, espressione» [4, A. Sant'Elia, 1914].*

Si è assistito, dunque, ad una corsa contro il tempo e l'oblio che avrebbero portato alla perdita di queste architetture perché per esporre e mostrare il valore architettonico che è stato loro riconosciuto, risulta essenziale mettere a nudo, estrarre dalla corteccia prodotta dal tempo, l'aspetto autentico, il riflesso della primigenia idea del progettista. L'autentico volto di queste residenze, nella maggior parte dei casi, pare distorto dall'influenza del regime di proprietà, dalla presenza di *deficit* connessi ad elementi funzionali e tecnici ormai obsoleti a livello prestazionale e, alla loro assimilazione a manifesti e modelli del tempo in cui sono collocate. Superfluo risulta, a questo punto, ribadire la rilevanza che assume, nei confronti di queste opere, il progetto di conoscenza che, ricercando l'idea del progettista, la arricchisce di tutti quegli elementi collaterali che ne hanno consentito la realizzazione come, ad esempio, tutta quella serie di repertori di materiali la cui produzione è collocata nel tempo della realizzazione dell'opera stessa. Il progetto di conoscenza permette di cogliere l'essenza della rivoluzione formale della modernità, che si è svelata attraverso l'uso di materiali innovativi e nuovi metodi di posa in opera, perché «[...] *l'architettura futurista è l'architettura del calcolo, dell'audacia temeraria e della semplicità; l'architettura del cemento armato, del ferro, del vetro, del cartone, della fibra tessile e di tutti quei surrogati al legno, alla pietra e al mattone che permettono di ottenere il massimo della elasticità e della leggerezza*» [5, A. Sant'Elia, 1914].

Per assolvere a questo scopo, il restauro segna una tappa inevitabile al pari della progettazione e della realizzazione, l'esito di un percorso spontaneo all'interno del ciclo vitale dell'opera. Nel caso specifico delle residenze moderne, una linea molto sottile distingue il restauro conservativo da un restauro che può condurre (o ha condotto) a decadenza dell'edificio stesso poiché i materiali impiegati e il loro comportamento nei confronti dei fattori naturali e temporali è stato da poco studiato e definito.

3. Azioni di tutela

Nonostante la mancanza di una prassi consolidata e condivisa nell'analisi del patrimonio documentario moderno, che si riversa sui problemi connessi alla diffusione della sua cultura; dalla vasta produzione di opere di edilizia residenziale del Novecento, alcune residenze hanno subito un processo di musealizzazione. In questi esempi, i programmi di valorizzazione si confrontano con quelli della tutela e impongono la necessità di un'azione di cura e restauro perché spesso si tratta di opere soggette a degrado.

Nel dicembre 1989, rispetto a questo patrimonio che risultava vulnerabile a causa della scarsa protezione giuridica e dello scarso apprezzamento da parte del pubblico, il Consiglio d'Europa ha definito una serie di attività e raccomandazioni a livello mondiale finalizzate alla sensibilizzazione dell'opinione pubblica. L'associazione DO.CO.MO.MO. International [6, P. Ascione, 2012], il cui nome rimanda alle fasi di documentazione e conservazione delle opere del movimento moderno, mette in evidenza quanto sia importante la conoscenza ai fini della tutela del patrimonio architettonico del XX secolo. Fondata alla fine degli anni Ottanta, è stata incaricata da Unesco a individuare nuovi criteri per la selezione delle opere; e per definire delle linee guida per le politiche e le tecniche di conservazione. Sono gli anni in cui si comprende l'importanza del regionalismo, quel fenomeno per cui ogni Paese è in grado di esprimersi con un linguaggio proprio producendo numerose sfaccettature del contemporaneo. Ciò ebbe dei risvolti infatti, nonostante la scarsità di censimenti delle architetture del Novecento, dagli anni Ottanta, in particolare nel 1984, l'Unesco ha inserito nella '*World Heritage List*' alcuni edifici moderni che parlano il linguaggio dell'*Art Nouveau* ed ai quali è stato riconosciuto valore in merito alle spiccate caratteristiche stilistiche riconducibili ad una architettura di qualità. Si tratta di sette opere di Gaudì (1852-1926) tra cui Casa Batlló (1904-07) [Figura 1], che è stata aperta al pubblico nel 1995 come spazio per eventi e, dal 2002, ospita visite culturali.



Figura 1. Il piano nobile di Casa Batlló, Barcellona.

Fonte: <https://www.casabatllo.es/it/antoni-gaudi/casa-batllo/interno/>

Alla fine del 1990 fu anche istituito un Comitato Internazionale dedicato ai musei, il Consiglio Internazionale dei Musei (Icom). Nel 1998, con la consapevolezza che questa categoria di musei avesse delle proprie specificità non sovrapponibili con quelle del macro-gruppo di riferimento, venne creato il Comitato Internazionale per i Musei delle Dimore Storiche (Demhist) che richiede e formula norme *ad hoc* per la conservazione, il restauro e la sicurezza delle case museo, nonché si occupa dell'organizzazione di eventi e dell'assistenza ai visitatori [7, DEMHIST]. Per case museo storiche, secondo lo studio svolto da Rosanna Pavoni [8, R. Pavoni, 2009] e Ornella Selvafolta nel 1997, sono state definite differenti categorie: palazzi reali, case di uomini illustri, case d'artista, case che parlano un linguaggio di una specifica epoca, case di collezionisti, case che sono state sede di eventi storici, case a carattere etnoantropologico [9, G.Pinna, 2001]. Nei mesi di febbraio e ottobre del 2001, Unesco, Icomos e Docomomo hanno dato vita al Programma sul Patrimonio Moderno che si occupa di identificare, documentare e promuovere il patrimonio architettonico, urbanistico e paesaggistico del XIX e XX secolo [10, M. Visone, 2021]. Il programma è stato sostenuto finanziariamente dal governo dei Paesi Bassi.

Col tempo, altre residenze del XX secolo sono state destinate a musei di sé stesse e la maggior parte è caratterizzata dalla semplicità del progetto, dal connubio tra artigianato e innovazione tecnica, dall'affinità con i principi dell'architettura di Le Corbusier, quali la struttura a pilastri in cemento armato, la finestra a nastro, il tetto piano; e la progettazione a differenti scale per cui l'attenzione al dettaglio risulta determinante. Uno dei casi più emblematici, in cui tutti questi fattori coesistono, è rappresentato da Villa Savoye [Figura 2], progettata da Le Corbusier e icona della modernità in cui elementi architettonici e di restauro inediti, emergono per la prima volta e accendono i riflettori sull'importanza dell'autenticità e dell'autorialità di queste opere per cui lo studio dei documenti d'archivio rappresenta il trampolino di lancio verso la buona riuscita di una casa museo. L'opera compare nella lista Unesco dal 2016.



Figura 2. Villa Savoye, Poissy..

Fonte: R. Grelaud, whc.unesco.org/en/documents/140703, © FLC/ADAGP

Inoltre, è forte il richiamo al tema della casa minima e della casa giapponese e alle riflessioni sulla razionalizzazione delle funzioni domestiche [11, W.J.R. Curtis, 2006]. Questi ultimi elementi emergono da altre case museo attualmente iscritte nella lista Unesco [12, UNESCO] come la Robie House di Chicago del 1906, progettata da Frank Lloyd Wright e parte del patrimonio mondiale dal 2019, rilevante soprattutto perché ha rischiato la demolizione nel 1957.

2.1. Il caso italiano

Nella lista Unesco attualmente rientrano più di venti residenze unifamiliari d'autore destinate ad *house museum*. L'Italia, nonostante detenga il primato, insieme alla Cina, di Paese con il maggior numero di opere iscritte all'interno della lista, non vanta la presenza di molte opere del XX secolo. È evidente come nel nostro Paese non sia stato ancora riconosciuto il giusto valore alle architetture del recente passato infatti, in riferimento a questo periodo, solo "Ivrea, città industriale del XX secolo" compare nella lista dal 2018 [13, Patrimonio Mondiale].

Il moderno vive in Italia un *gap* culturale non trascurabile [14, M.L. Barelli, T. Livi, 2000]. Nel 1995, fu costituito DO.CO.MO.MO Italia per rispondere a specifiche esigenze ed istanze che l'ambito culturale del Moderno faceva emergere: dalla sensibilizzazione e conoscenza di questi monumenti alla loro protezione, temi pertinenti alla questione della tutela. Probabilmente, ai fini dell'elaborazione del Movimento Moderno, l'architettura italiana contribuì in maniera modesta, sottovoce, rispetto al resto d'Europa. Il desiderio di mantenere viva la tradizione coesistette con quello di aderire alla modernità, in un ambiente in cui il razionalismo si è sovente tradotto in una architettura guidata dal regime, che ha prodotto opere pubbliche e collettive

lasciando in ombra il tema della residenza. Solo negli ultimi anni, dal 2000, il Ministero dei Beni Culturali, e in particolare la Direzione Generale Creatività Contemporanea, ha intrapreso un'attività di censimento delle architetture del Secondo Novecento [15, Direzione Generale Creatività Contemporanea] su tutto il territorio nazionale mettendo a punto sette criteri di qualità di tipo sia critico che qualitativo per selezionare opere di interesse storico-artistico e tentare di sanare quella carenza di conoscenza ai fini della valorizzazione e della conservazione. Si tratta di un'operazione importante, in costante aggiornamento, che nell'ultimo periodo ha subito una particolare accelerazione, e che consente anche di riportare alla luce la memoria di opere che sono andate perdute come nel caso di Villa Marocco [Figura 3], che arricchiva il territorio di Sauze d'Oulx. Rientra nella categoria 'ville e case unifamiliari' ed è stata progettata da Gino Levi Montalcini e Paolo Ceresa nel 1947.



Figura 3. Veduta del prospetto principale di Villa Marocco (In Mario Cereghini, *Costruire in montagna. Architettura e storia*, 1956, p. 340). Fonte: <http://architetturecontemporanee.beniculturali.it/architetture/>

Per uno spunto delle architetture appartenenti al vasto patrimonio italiano, nella lista del Demhist compare un gruppo di residenze sotto il nome di '*Storie Milanesi*' [16, *Storie Milanesi*] che racconta la città attraverso diciassette personaggi che hanno vissuto le dimore milanesi in epoca moderna. Tra queste, compare la casa di Gigina Necchi e Angelo Campiglio [Figura 4], opera degli anni trenta dell'architetto Piero Portaluppi. Si tratta di una dimora dell'alta borghesia milanese dove ogni dettaglio concorre a far rivivere un'atmosfera preziosa. Oggi, è il Fondo Ambiente Italiano ad occuparsi della sua cura.



Figura 4. La veranda di Villa Necchi Campiglio, Milano.

Fonte: <https://casemuseo.it/project/necchi-campiglio/>

La completezza del censimento delle architetture del Novecento, progetto fondamentale per la restituzione di una ricognizione totale delle opere, consentirà di procedere con ulteriori fasi: l'individuazione delle residenze d'autore presenti sul territorio nazionale, l'analisi dello stato di fatto e l'individuazione delle residenze che potrebbero diventare delle case museo. Si potrà procedere, poi, con una lettura critico interpretativa delle caratteristiche di questi musei per la compilazione di schede di riferimento. Questo è il risultato che si attende dalla ricerca presentata per cui sono state definite delle possibili categorie interpretative. Queste, potrebbero riguardare: la proprietà; la gestione; l'anno di progettazione e di esecuzione dell'opera; il committente; l'architetto; la destinazione: originaria e attuale; la localizzazione; i professionisti, gli artigiani e le aziende che hanno portato alla realizzazione dell'opera; i personaggi che hanno supportato l'apertura del museo; la modalità di accesso in riferimento all'utenza e alla dimensione temporale; i professionisti che si sono occupati del restauro dell'opera; il tipo di oggetti che l'opera mette in mostra e l'eventuale presenza di archivi documentari in essa contenuti; la tipologia del percorso di visita (virtuale, didattico, tradizionale); il coinvolgimento di associazioni, enti e fondazioni; la messa in rete con altri musei ad esempio dello stesso architetto; il riferimento ad eventuali supporti economici che ne hanno garantito l'apertura; e l'individuazione di caratteristiche potenziali come: la possibilità di progettare un museo diffuso anche a differenti scale (provinciale, regionale, nazionale, internazionale) e a differenti contesti (case d'artista, case di personaggi illustri, case di collezionisti, case del *design* ecc.); e la possibilità di individuare delle caratteristiche per cui alcune opere potrebbero essere riconosciute come patrimonio mondiale.

4. Miti di bellezza

Ma perché è così tanto importante praticare la cura di queste opere? Onestà della costruzione, continuità visiva tra interno ed esterno, e utilizzo di nuovi materiali, sono fattori che emergono

e accomunano fortemente le architetture delle prime decadi del XX secolo e dimostrano come, attraverso le differenti combinazioni di questi elementi, siano state plasmate e definite nuove soluzioni. Dalla serie di opere degli anni Venti che rientra nella lista Unesco, emerge che l'eco di questi fattori è forte e caratterizzante. Da tutti questi esempi traspare un elemento di omogeneità: l'architettura della residenza moderna è assimilabile ad una contemporanea declinazione dell'ottocentesco concetto di *'Gesamtkunstwerk'*, traducibile in italiano con l'espressione 'opera d'arte totale' perché l'opera architettonica è concepita come un organismo in cui, tutti i componenti, dal contesto, alla struttura, ai dettagli, riflettono lo stesso spirito. È grazie a questa consapevolezza che la conservazione integrale di questi edifici pare l'unica soluzione possibile da adottare per preservare l'armonica relazione tra le parti all'interno del tutto. Quel tutto che è andato costruendosi a seguito dell'abile atto progettuale dell'architetto che, al di là della somma delle discipline che riesce a coinvolgere nella realizzazione dell'opera, recupera il senso autentico del concetto che ci parla di una razionale comunione tra l'uomo e l'essenzialità di ciò di cui si circonda: *«L'opera d'arte totale, parlando il linguaggio della "vita", riesce a emancipare l'uomo moderno dal bisogno fittizio del "lusso", per riportarlo alle sue vere necessità, in comunione con la "natura" e la "bellezza". Come si può vedere, l'utopia wagneriana è, in primo luogo, una risposta allo stato di frantumazione -individuale e collettivo- proprio della contemporaneità; una condizione peculiare della società occidentale che, già a metà Ottocento, il compositore avvertiva con estrema chiarezza»* [17, B. Mirisola, 2020]. Le forme pure delle architetture del Movimento Moderno parlano un linguaggio semplice e spirituale devoto soltanto alla funzionalità e alla modernità che, per mano del progettista, si è inevitabilmente tradotta in universale bellezza. In questa ottica, *«L'artista dell'opera d'arte totale sarà quindi un creatore di miti»* [18, B. Mirisola, 2020].

Le residenze moderne assumono dunque un ruolo storico rilevante perché sono testimoni delle sperimentazioni a cui si è aperta la tradizione e che sono la conseguenza diretta dell'avanzamento degli studi sul *design* della casa, e della presenza di arredi all'avanguardia. Si tratta di elementi che hanno dato concretezza alle ambizioni moderne sulla nuova idea di organismo edilizio e alla volontà di aderire ad un 'Rinascimento moderno', che emerge con forza perché al centro della progettazione viene posto l'uomo con le sue esigenze e i suoi ritmi. A riguardo, già Sant'Elia scriveva che *«[...] per architettura si deve intendere lo sforzo di armonizzare con libertà e con grande audacia, l'ambiente con l'uomo, cioè rendere il mondo delle cose una proiezione diretta del mondo dello spirito»* [19, A. Sant'Elia, 1914].

Riprendendo la citazione di Wagner che Beniamino Mirisola presenta nel suo scritto, *«là dove la religione diventa artificiosa, tocca all'arte salvare il nucleo della religione cogliendo nel loro valore simbolico i simboli mitici che per quella devono essere ritenuti veri in senso proprio, al fine di far riconoscere mediante la loro rappresentazione ideale la profonda verità in essi nascosta»* [20, B. Mirisola, 2020]. Partendo dall'assimilazione dell'opera architettonica moderna, ed in particolare dell'edilizia residenziale moderna, all'opera d'arte totale, è evidente che l'atto in grado di far emergere la "profonda verità" si celi dietro il progetto di restauro. Attraverso la musealizzazione, l'opera moderna rinasce grazie al lavoro certosino del restauratore che riporta ogni cosa al proprio posto, ristabilendo l'ordine iniziale. Questa disciplina, consolidata, articolata e profondamente connessa ad una specifica definizione che la tradizione italiana ha costruito intorno a sé, sembra sgretolarsi per riformularsi, sotto una nuova luce, quando si interfaccia con il caso specifico delle case museo perché, per ottenere il fine per cui una casa viene sottoposta alla musealizzazione di sé stessa, è necessario che il restauro sia finalizzato ad una ricomposizione dell'originario stato dell'opera stessa. Ne parla con critica abilità Maria Adriana Giusti riconoscendo le sfaccettature del restauro moderno: *«[...] Una propensione, quella a ricostruire i frammenti e a restituire l'unità perduta del monumento o dell'opera d'arte, a contrapporre l'ordine alla decomposizione operata dal tempo e dagli*

uomini, che più ampiamente sottende l'inquietudine verso la labilità che investe ogni espressione della società contemporanea che Zygmunt Bauman definisce la "società liquida". L'indebolirsi di certezze verso quelle regole che la cultura del restauro per oltre un secolo ha cercato di affermare attraverso i vari strumenti d'indirizzo, dalle Carte alle guides-lines, come garanzia di omogeneità metodologica, fino alle derive dell'individualismo se non all'autoreferenzialità disciplinare» [21, M.A. Giusti, 2017].

5. Musei di sé stesse

Come si è detto, in seguito alla costruzione di una solida base conoscitiva delle opere e dei contesti in cui si collocano, alcune opere architettoniche autoriali sono state soggette a processi di musealizzazione. Questa scelta ha portato con sé la necessità di operare degli adeguamenti che puntassero ad ottenere il rispetto delle norme antincendio ed antisismiche, la progettazione di una adeguata manutenzione, l'inserimento di impianti indispensabili, l'organizzazione degli spazi in relazione alle esigenze distributive derivate dalla apertura al pubblico e all'accessibilità, la preoccupazione a non snaturare l'originaria concezione architettonica ed i tratti caratteristici delle opere, e lo studio delle modalità di comunicazione con il pubblico; aspetti che possono essere gestiti solo dal lavoro raffinato e creativo degli architetti restauratori in seguito all'adozione di soluzioni mirate che consentano di conservare al meglio i valori dell'edificio. Accanto alle difficoltà logistiche e normative che comporta l'apertura di una casa museo, risultano difficilmente intuibili anche le pratiche per la salvaguardia degli interni [22, R. Grignolo, B. Reichlin, 2012] che richiedono il superamento di una serie di ostacoli legati sia alle difficoltà di cogliere (e la relativa possibilità di smarrire) l'autentica ed impalpabile atmosfera che il progettista ha ottenuto attraverso l'uso di determinati materiali ed effetti di luce, sia alla mancanza di strumenti critici adeguati a riconoscere cosa debba essere salvaguardato (ciò riguarda soprattutto gli interni moderni) e a valutare la qualità di queste opere relativamente recenti ma troppo distanti dai canoni che hanno guidato la loro individuazione nel passato [23, M. Boriani, 2005].

In questo intreccio di idee, pratiche e fattori, emerge la necessità di salvaguardare gli edifici nella loro totalità: il contesto, l'aspetto esterno, quello interno e gli arredi; perché tutto condiziona la percezione che l'osservatore ha dell'opera. A questo si lega l'aspetto di autenticità, che assume, con il patrimonio moderno, nuove sfaccettature connesse alla simbiotica relazione tra l'idea, la forma, la costruzione, i dettagli e i materiali. Questo ha consentito all'architettura degli interni, di allontanarsi da quella posizione in cui era stata relegata e di acquisire maggiore dignità. La qualità di una buona casa museo è direttamente proporzionale alla capacità di aver mantenuto immutata, attraverso una attenta pratica di congelamento o ricostruzione verosimile della realtà, la scenografia iniziale per non falsificare la verità e per trasferire ai visitatori, nel loro viaggio indietro nel tempo, la maggior quantità di informazioni e percezioni emotive possibile. Apporto fondamentale, nel restauro del moderno, è fornito dalla documentazione infatti, per un'opera moderna è quasi sempre possibile fare affidamento sul materiale progettuale e sulle fonti iconografiche, pur trattandosi sovente di fotografie in bianco e nero. Per ottenere il giusto compromesso tra conservazione, sicurezza e fruibilità, la gestione delle case museo richiede la progettazione di percorsi a senso unico e di percorsi tematici, l'ammissione dei visitatori a tempo e l'ingresso esclusivo agli spazi; è richiesta anche l'attenzione alla progettazione di sale d'attesa e *relax*, caffè, servizi e attività, contributi che regalano al visitatore un'esperienza soddisfacente.

6. Conclusione

Lo spunto per questo studio ha fatto seguito alla partecipazione, durante una breve parentesi di tempo durante gli anni universitari presso il Politecnico di Torino, alla compilazione delle schede del censimento delle architetture del Secondo Novecento, proposto dal Ministero dei Beni Culturali, di alcune opere presenti in area Piemontese. Da questa attività è sorto lo stimolo per mettere in atto questo processo di ricerca dal quale è possibile cogliere due principali conclusioni. La prima, deriva sicuramente dalla lettura dello stato dell'arte delle case museo in Italia. La seconda, invece, deriva dalla presa di coscienza del potenziale intrinseco di queste opere, contenitori di testimonianze di cultura materiale.

L'indagine sullo stato dell'arte del tema in questione lascia emergere che, se negli altri contesti, la prassi delle case museo è ormai consolidata, la tendenza italiana all'essere miope nei confronti della valorizzazione di queste opere sembra si stia ridimensionando per quella serie di progetti avviati a livello istituzionale a cui si è fatto cenno. Accanto ai grandi progetti, gestiti a livello ministeriale o da associazioni ed enti, molti sono i tentativi di definire dei percorsi culturali di visita come accade a Milano con il percorso '*Storie Milanesi*' o con il circuito lombardo '*Musei del design*' che apre le porte, tra gli altri, della casa progettata ed abitata da Gae Aulenti [Figura 5], con il suo archivio contenente disegni, modelli, oggetti di design e opere d'arte contemporanea collezionate negli anni.

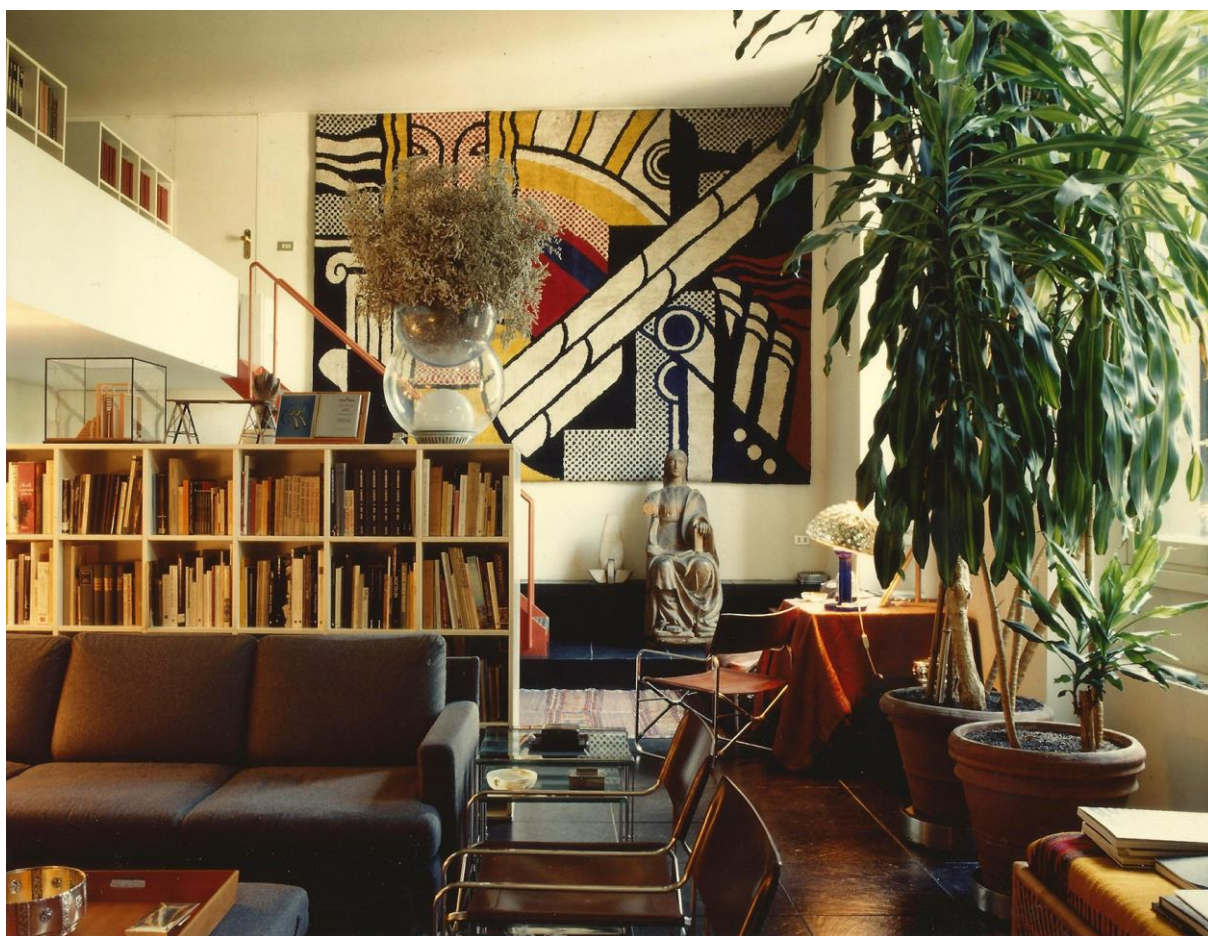


Figura 5. Archivio Gae Aulenti, Milano.
Fonte: <https://museidesign.it/archivio-gae-aulenti/>

Nel nostro Paese, ulteriori occasioni per visitare delle residenze, sono create grazie all'impegno dei volontari del FAI o di Open House, l'evento pubblico che consente di visitare luoghi architettonicamente rilevanti che non sono accessibili abitualmente, aderendo e mettendo in atto il fenomeno del turismo culturale. Il successo riscosso da questi eventi è sintomatico dell'interesse che questi musei suscitano nei confronti del pubblico.

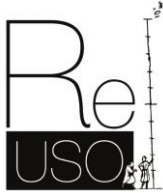
È proprio a questo riguardo che una domanda sorge spontanea: perché il pubblico è tanto attratto dalla possibilità di visitare una casa museo? Una casa museo, che racconta delle abitudini dei suoi abitanti, che mette in mostra ciò che è parte della consuetudine, ciò che fa parte della collettività nel senso che accomuna i più, e che racconta dell'uomo, non è allora ascrivibile all'interno della categoria dei musei antropologici? All'interno di questi musei, attraverso le testimonianze di cultura materiale [24, R. Bucaille, J.-M. Pesez, 1978], veniamo trasportati in luoghi lontani nel tempo e nello spazio. Questo viaggio nel tempo, che rende affascinante una visita all'interno di un'antica dimora reale, caratterizza anche le opere di architettura moderna, che si tratti di una residenza d'autore destinata alla villeggiatura o di un esempio di INA casa. Ogni espressione del movimento moderno può rappresentare un oggetto di tutela e valorizzazione anzi, è necessario avviare questi processi perché rappresentano un contributo importante del racconto sugli aspetti identitari della nostra cultura. Questi aspetti, come è stato già sottolineato più volte, potranno emergere soltanto in seguito ad un atto di restauro in grado di riportare l'opera indietro nel tempo, al giorno del suo compimento, in cui le parti e il tutto condividevano lo stesso spirito.

Solo attraverso la tutela e la valorizzazione di queste opere, sarà possibile far comprendere, riprendendo Sant'Elia, che «[...] *La formidabile antitesi tra il mondo moderno e quello antico è determinata da tutto quello che prima non c'era. Nella nostra vita sono entrati elementi di cui gli antichi non hanno neppure sospettata la possibilità [...]*». Attraverso la musealizzazione della residenza moderna, sarà possibile raggiungere uno dei massimi obiettivi della missione antropologica che, citando Strauss [25, C. Lévi-Strauss, 2021], «[...] *diviene in parte didattica. Essa consiste nel far capire ad altri come non commettere errori che anche noi commetteremo, e dei quali abbiamo misurato la gravità e l'ampiezza solo quando ci siamo resi conto di preservare le ultime testimonianze del nostro passato storico e della nostra vita popolare allorché erano quasi completamente scomparse. Si tratta quindi di convincere tutti i popoli, noi compresi, a non lasciar naufragare queste forme di attività e di pensiero [...]*».

References

- [6] P. Ascione (2012) Conoscere e riqualificare il patrimonio architettonico del Novecento: esperienze e metodologie/ Cognitive Study and upgrading of the 20th Century architettonico Heritage: experiences and methodologies, Volume 3, L 11, 250-261, 2012. <https://oaj.fupress.net/index.php/techne>
- [14] M.L. Barelli, T. Livi (1998) La salvaguardia del patrimonio architettonico del XX secolo: problemi, prospettive, strategie: atti del convegno internazionale, Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, Novembre 26-27, 1998.
- [23] M. Boriani (2005) La sfida del moderno: l'architettura del XX secolo tra conservazione e innovazione, 2005.
- [24] R. Bucaille, J.-M. Pesez (1978) Cultura Materiale. In Enciclopedia Einaudi, Volume IV, a cura di Romano Ruggero, Torino: Giulio Einaudi Editore, 271-305, 1978.
- [11] W.J.R. Curtis (2006) L'architettura moderna dal 1900, 2006.

- [15] Direzione Generale Creatività Contemporanea.
<http://architetturecontemporanee.beniculturali.it/architetture/>
- [21] M.A. Giusti (2017) Introduzione, Sezione 1B, 2017, Pages 149-153.
<https://www.edizioniquasar.cloud/ricercarestauro/assets/sez.-1b.pdf>
- [22] R. Grignolo, B. Reichlin (2012) Lo spazio interno moderno come oggetto di salvaguardia / Modern interior space as an object of preservation, 2012.
- [7] Icom- Demhist. <https://icom-demhist.org/what-is-demhist/>
- [17-18,20] B. Mirisola (2020) L'opera totale, Sezione II, Giugno 1, 2020, Pages 143-167.
https://edizionicafoscari.unive.it/media/pdf/books/978-88-6969-419-6/978-88-6969-419-6_ZGofoG1.pdf
- [13] Patrimonio Mondiale. <https://www.patrimoniomondiale.it/?p=5>
- [8] R. Pavoni (2009) Case museo in Italia, Pages 6-11.
- [9] G. Pinna (2001) Introduction to historic house museums, Volume 53, n°2, Aprile, 2001, Pages 4-9.
https://www.academia.edu/4469349/Reality_as_illusion_the_historic_houses_that_become_museums
- [1-5,19] A. Sant'Elia (1914) L'architettura futurista, Luglio 11, 1914, Pages 1-4.
https://futurismo.accademiadellacrusca.org/immagine.asp?idscheda=43&file_seq=2
- [16] Storie milanesi. <https://www.storiemilanesi.org>
- [25] C. Lévi-Strauss (2021) Antropologia. In Enciclopedia Italiana, IV Appendice, Istituto della Enciclopedia Italiana, 2000. Prima edizione: 2021.
- [12] Unesco. <https://whc.unesco.org/en/list/1496/>
- [10] M. Visone (2021) Landmark e patrimonio: architetture tra cronache e storia, n°172, Settembre, 2021, Pages 5-16.
https://www.academia.edu/52289725/Landmark_e_patrimonio_architetture_tra_cronache_e_storia



Evaluating the impact of infrastructures on urban ecosystems: application of the Envision Protocol to the “Sopraelevata” of Genoa

Vite Clara - University of Genoa, DAD - Architecture and Design Department, Stradone S. Agostino 37, 16123 Genoa, Italy, clara.vite@unige.it

Gaggero Marta – University of Genova, Genova, Italy

Abstract: Technological progress and the increasing growth of industrial sectors mean that today’s infrastructure needs to be updated. Therefore, while such engineering development is essential, control systems must be in place to mitigate the adverse effects on the environment. However, threats from the environment and climate change require a high level of response from infrastructures, which will have to anticipate and resolve any technical problems created by future uncertainties. The importance of infrastructures is recognised, but it is necessary to approach the problem with a broader vision, intercepting what could even be future problems, not just current ones. The Envision protocol is a fundamental tool used by public administrations and private investors to identify specific crucial points of certain infrastructures. The construction of new infrastructures requires a new design for old ones, which are now uncomfortable in specific urban contexts. This paper, therefore, explores the application of the protocol to the case study of the Sopraelevata of Genoa and tries to highlight its potential and identify a model strategy that can be a starting point for the local administration to improve the sustainability of an infrastructure that no longer seems to be in step with the times.

Keywords: Sustainable Infrastructure, Envision Protocol, Rating System, Digitalisation

1. Introduction

The urban scale and the infrastructure have only recently become part of the collective imagination. With the term infrastructure, we mean the connection of significant works that helps the connection with different portions of territories, national and international. The network of infrastructures is what allows our economy to develop globally. However, infrastructure is much more than that.

Predicting and facilitating people's movements is crucial – not only to make large cities more sustainable but also to improve the quality of life of their citizens.

Infrastructure has to simplify and make the city's movements faster, but also it has to be well organized and able to create a connection between the well-conceived parts of the city. Infrastructure provides the basis for personal security and public health, impacts our communities' economic viability and competitiveness, moves people and goods, provides us with drinking water and handles our waste, creates spaces for us to enjoy, and allows us to communicate effectively with one another. However, despite the apparent need for infrastructure and the many benefits it provides, historically, it is overlooked and underfunded until the service is disrupted.

Infrastructure plays a huge role in the city's development and cannot be considered separately. Indeed it is, in most cases, old and dilapidated infrastructures with significant structural problems because they date back to the 50s and 60s. Decades of neglect mean that massive infrastructure investments are now needed worldwide. Demolishing and rebuilding a new infrastructure is not always the best solution. Sometimes the best choice does not involve demolition because it could

be a historical figure and part of society's collective memory. Finding a balance between historical memory, technological innovation, and progress is undoubtedly one of the most critical challenges for the future society.

In order to accomplish this, it is essential to use the technologies available to us, which not only include the use of the most advanced software on the market but also identify a process that can be applied to every engineering area.

Increasing urbanization, mobile populations, and carbon emissions demand a rethinking in the planning and designing of transport infrastructures, particularly regarding environmental issues. An efficient infrastructure system is essential to every country's productivity, security and quality of life.

Effective transportation systems bring goods to market, workers to jobs, children to schools, and families to stores and recreation areas in a safe and timely manner. Dependable water and wastewater systems bring fresh water to industry, agriculture, and people. Reliable electricity supplies allow businesses and factories to work unimpeded and bring convenience and productivity to home life across the nation. Extensive telecommunication networks connect people and businesses across the globe and enable the fast flow of information essential to commerce. Infrastructure should deliver the required services at affordable costs while conserving natural resources and energy.

Moreover, these services must be continually maintained and improved to remain competitive in the global marketplace. Today, however, the design, construction and operation of our infrastructure systems substantially negatively impact our natural resources and ecological systems. If allowed to continue, this overuse of natural resources will have devastating consequences.

Given the long lifetimes of infrastructure, it is crucial to take early action to integrate adaptation into decision-making and ensure flexibility or robustness to address future uncertainty. Willing to analyze the best course of action to approach this issue, the presented research is focused on an existing infrastructure that is the focal point of one of the most important port cities for European trade. In particular, the results of the implementation of the Envision protocol to the case study of Genoa's Sopraelevata are presented, attempting to highlight its potential, and outlining a strategy that could be taken as a starting point by the local administration; all aimed to improve the sustainability of an infrastructure that, now more than ever, seems to be behind the times.

2. Sustainable Infrastructures

With the advent of carbon emission trading, artificial markets have come to the fore in promoting sustainability. The annual reduction in emissions caps can be phased to control the rate at which more sustainable emissions are achieved, via sustainable infrastructure and other means. While the cost of setting up and over-sighting such a market can be high, especially for non-point sources, tradable emission rights allow sustainable infrastructure to gain quantifiable revenue from measures to save carbon or other emissions. They can operate with simpler institutional governance than tradable pollution permits, but do not allow for variations between pollution producers in their marginal benefits from lowering emissions, thus lessening overall pollution reduction.

Over-arching the issue of appropriate instruments to induce sustainable infrastructure is the question of a supportive institutional environment. The existence of a variety of public bodies – including environmental agencies and university institutes, think-tanks and other non-

government organizations, lobby groups and community groups – can generate a level of debate and discourse that raises community consciousness of the benefits of sustainable urban infrastructure. They can also engender informed argument about the best ways to achieve sustainability. A supportive institutional environment also needs to incorporate institutional structures that allow the emergence of sustainable infrastructure. Localized sustainability responses must be made possible, and support for government action is needed to introduce appropriate controls, tradable permits or taxes on pollution and other unsustainable outputs should provide base conditions that encourage more sustainable infrastructure [1-2].

Sustainability is an important criterion in the construction of the infrastructures. Sustainability factors affect local infrastructure projects into six dimensions: management and administration, information and knowledge, policy and plan, environmental and natural resources, facility and infrastructure, and finance and budget.

The traditional definition of Sustainable development is taken from the 1987 UN World Commissions on Environment and Development report, also known as the Brundtland Commissions Report, “*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” [3]. This definition raises the critical point that our current quality of life cannot be bought at the expense of future generations. Sustainability is not only about preserving and protecting the environment but also about preserving the ability to sustain itself, and these two goals are inextricably linked.

The definition of infrastructure sustainability is focused on assured compliance with conventional infrastructure sustainability specifications in the sustainability rating system rather than proactive improvement of all sustainability [4].

The term "sustainable construction" was initially proposed to describe the construction industry's responsibility in attaining "sustainability". However, the sustainability assessment of infrastructure projects plays a vital role in guaranteeing project success. When examining the sustainability of infrastructures project, many questions, such as what the sustainability factors are and how those sustainability factors can be measured, need to be subjected to more scientific scrutiny. Each dimension of sustainability should be evaluated in every single project.

Different methods are introduced to assess the sustainability aspects of the entire life cycle, and a sustainable rating system can be adopted for this purpose. There are more than 600 rating tools and about 170 evaluation criteria in the building industry, such as Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) in the US and Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) in the UK. There has been plenty of research on the interaction between BIM-based sustainability analyses and building rating systems.

Indicators for assessing infrastructure's environmental, social, and economic performance are vague, and transport-specific sustainability metrics are more difficult to define than building metrics. Moreover, building a sustainability rating system could not only be transferred to the infrastructure sector, but it needs to develop a sustainability rating system specific to the infrastructure sector. Envision Protocol is the first rating system to assess a sustainable infrastructure through an analysis grid, adaptable to any infrastructure development project. Envision is an independent evaluation tool able to support companies, designers, public administrations, and citizens in the design of infrastructures concretely. Envision was developed in a collaboration between ISI (Institute for Sustainable Infrastructure), a non-profit organization based in Washington, created specifically to develop sustainability rating systems for civil infrastructure and the Zofnass Program for Sustainable Infrastructure of the Graduate School of Design of Harvard University [5]. The goal of the Envision system is to supply a tool to be used for measuring the sustainability parameters of a project through a self-assessment process that can continue with the registration of the project, its evaluation, verification by an independent

Third-Party Body and, finally, certification based on the score achieved, from verified (20%) to platinum (50%) (Fig 1). For each sustainability indicator in the framework, Envision provides users with questions to guide decisions and discussions at the project and system-wide levels to arrive at the best choice. Envision is designed as a holistic sustainability rating system for all types and sizes of both public and private infrastructure. A key value of Envision is its universal applicability to all infrastructure.



Figure 1. Envision protocol final scoring system.

The BIM (Building Information Modeling) methodology has excellent potential and allows for optimized processes even in a design area of extreme complexity, such as infrastructure. The introduction of technology has revolutionized the activities related to the entire building process, increasing efficiency and productivity. After transitioning from traditional manual design to 2D and 3D computer-assisted design, BIM is transforming the methodological approach of the various figures operating in the disciplines of the construction sector (architectural, engineering, environmental, maintenance, etc.). The success of a project today is strongly linked to an optimal interaction between the parties involved in its processes, from the teams specialized in the various design disciplines to the network of companies and suppliers. BIM can strongly support this interaction and store most of the necessary information and data to assess sustainable performance.

The development of resilient infrastructure plays a sensitive role to step up climate change adaptability in cities is one of the greatest challenges of the future [6]. The defining characteristic of climate-resilient infrastructure is that it is planned, designed, built and operated in a way that anticipates, prepares for, and adapts to changing climate conditions. It can also withstand, respond to, and recover rapidly from disruptions caused by these climate conditions. Ensuring climate resilience is a continual process throughout the life of the asset. Efforts to achieve climate resilience can be mutually reinforcing with efforts to increase resilience to natural hazards.

A climate-resilient infrastructure reduces, but may not fully eliminate, the risk of climate-related disruptions. Considering climate impacts for individual assets, such as a bridge or a railway line, is necessary but not sufficient to ensure that the system functions reliably despite a changing climate. For this reason, efforts to ensure resilience at the project level should be embedded within a strategic approach to infrastructure network planning for the direct and indirect effects of climate change and climate variability.

Designing new urban areas and managing the existing ones has become one of the most critical development challenges of the 21st century. The world is urbanizing on a massive scale, and this century will be the century of cities and urban development. Given the long lifetimes of infrastructure, it is crucial to take early action to integrate adaptation into decision making and ensure flexibility or robustness to address future uncertainty.

3. The case study of the Sopraelevata of Genoa

The Sopraelevata of Genoa is an infrastructure developed due to the General Regulatory Plan (PRG) provision, approved in 1959. The PRG commission considers it necessary to build a road that can help decongest vehicular traffic in the city centre. The new road should connect the port city's west area to the east, eliminating the route's slowdowns caused by intersections and traffic lights on the roads already existing in the city [7].

The General Regulatory Plan of 1959 aims to project itself into the future, trying to solve the vehicular circulation problem by reducing the distance between the different urban points and creating the necessary connections with the motorway system.

The plan is very precise from a technical point of view; it deepens and outlines viability, zoning and services. The regulatory and disciplinary context in which it is formed is regulated by the National Urban Planning Law of 17 August 1942, n.1150. The main objectives of the law are aimed at the maximum expansion of the infrastructure network and the residential and productive areas. Among the aims of the PRG, there are, in fact, the strengthening of the existing road network through adequate sizing and necessary continuity solutions. In addition, it also provides for constructing new roads, possibly without level intersections, to make traffic more fluid.

Four types of connection are examined: underground connections, trench arteries, level roads and elevated roads. For each of these possible solutions, there are positive and negative aspects.

The elevated road option offers greater speed of execution and the possibility of taking advantage of existing spaces, adaptable to the reception of the structures. Moreover, being at a higher altitude than the rest of the road does not prevent the possibility of draining traffic at sea level, as connections with the pre-existing circulation can be provided positioned at strategic points.

Therefore, it is understandable why the Commission responsible for drawing up the 1959 PRG decided to opt for the latter option. However, this decision has led to some drawbacks: significant expropriation savings, a reduction in the costs of moving utilities underground, the possibility of using the space at ground level in such a way as to allow ordinary traffic to take place, a reduction in expenses for any reinforcements to buildings already present and, with the same efficiency, lower costs than those relating to the other proposals.

In 1960, the administration decided to undertake a tender for the Sopraelevata construction by dividing the work into three steps to be carried out at different times so as not to create too much inconvenience in an urban area as large as the entire route. The first section, considered the most urgent, is between Piazza Cavour and the Ponte dei Mille, about 1300 meters long and accessible through two ramps at its ends. The second section is the one from the Ponte dei Mille to the road called "Camionale", which is slightly shorter than the previous section. The third is the one that goes from Piazza Cavour to the Foce, almost two kilometres long.

The City Council approved the final project in March 1962, and the work was officially transferred to the company CMF (Società Costruzioni Metalliche FINSIDER). The engineer Francesco De Miranda designed the work, and it was finished and inaugurated in 1965. The route on which the Sopraelevata develops is decided not without difficulty, as it is a rather long route, which crosses the city for five kilometres, developing through curves, well-connected linear sections and ups and downs (Fig. 2).

Numerous interventions have been carried out over the years below the Sopraelevata, re-establishing a direct connection between the city and the port [8]. In 1992, thanks to funds allocated by the state for Colombian Celebrations, works were carried out to rehabilitate and transform the areas of the old port.



Figure 2. Digital model obtained through Infracore.

Starting from the 90s, discussion on the future of the Sopraelevata began [9]. Citizens and administration recognize its great usefulness, as it allows to travel the stretch from Sampierdarena to the city centre in about ten minutes in normal traffic conditions. Despite this, the visual and environmental impact of the infrastructure is considered negative to the progressive Waterfront recovery and its greater connection with the historic centre.

In addition, the structure appears obsolete after forty years, and it was hypothesized that it could last not much longer. Another criticism of the infrastructure was the impossibility of covering it with heavy vehicles, which is very important for port activities.

The Sopraelevata of Genova is part of the category of old infrastructures that need to be rethought and redesigned. It is attached to preconceptions of the past and, therefore, surmountable. However, instead of providing for its demolition, it could change its intended use and deliver it to citizens renewed. Even today, it is considered an important image of the city, which is very fond of the history of the infrastructure itself. Therefore, finding a new intended use becomes necessary not only from the technical and urban point of view but also from the social one.

The possibility of the underwater tunnel project being realized is increasingly concrete and will become more concrete in the coming years, mainly thanks to technological progress. The underwater tunnel project would replace the function of the Sopraelevata, which, after years of work, could be dismissed from its duties.

What is certain is that the change of intended use will require a strong renewal of the Sopraelevata, which will have to adapt to a time when it would probably not be built from scratch.

The infrastructure's age also requires important reflections from an engineering point of view. Having exceeded the expected 50-60 useful life, the Sopraelevata presents significant problems from a structural point of view, which could compromise its performance in the long run.

Envision fits into this context. The research aims to use the protocol to analyze an existing infrastructure to understand the best design approaches to renew the infrastructure. Envision, as

mentioned earlier, is used primarily for new construction but could also be used with existing infrastructure.

3.1 Application of Envision Protocol to the Sopraelevata of Genoa

The Envision framework is comprised of 64 sustainability credits that cover the full dimensions of infrastructure sustainability. Each credit in the Envision system includes an intent statement and metric, level of achievement, a description, ways to improve performance, evaluation criteria and documentation guidance, and related Envision credits. The credits are organized into five categories and 14 subcategories by subject matter.

- Quality of Life: Wellbeing, Mobility, Community;
- Leadership: Collaboration, Planning, Economy;
- Resource Allocation: Materials, Energy, Water;
- Natural World: Siting, Conservation, Ecology;
- Climate and Resilience: Emissions, Resilience.

Every infrastructure project impacts all five Envision categories, often with complex trade-offs. For example, to avoid critical habitats, projects may have to consume more resources. Conversely, projects that reduce resource consumption may find they also benefit from reducing harmful emissions. Envision helps users navigate the complex trade-offs or synergies across the credits by grouping the credits into broader categories of impact.

The Envision levels of achievement define the level and quality of project performance in each credit as follows:

- Improved: Performance that is above conventional and slightly exceeds regulatory requirements.
- Enhanced: Sustainable performance is on the right track, and there are indications that superior performance is within reach.
- Superior: Sustainable performance at a very high level.
- Conserving: Performance that has achieved essentially zero negative impact.
- Restorative: Performance that restores natural or social systems. The such performance receives the highest award possible and is celebrated as such. The Restorative level does not apply to all performance objectives.

Not all credits have five levels of achievement. The levels are determined by the nature of the credit and the ability to make meaningful distinctions between levels. The level of achievement table indicates the evaluation criteria that must be addressed for each level.

The envision protocol has been applied to the case of the genoa causeway, although there are mainly examples of application and certification of new infrastructure. The study aims to use the protocol to analyze its sustainability.

The “Quality of Life” category is the one that contains the most documents that correspond to the characteristic required by the Envision protocol.

The category concerning mobility is undoubtedly the scope of the project on which we have the most information. Despite being a relatively old infrastructure, the mobility information is the most detailed, but some information is difficult to find because of the age of the infrastructure. Mainly because of the standards of the time of the construction of the infrastructure. Design

standards did not have specific rules to follow, rules that today would be considered minimum design standards.

However, the Piano Regolatore Generale of 1959 required a whole series of rules and procedures that ensured that many documents required by the protocol were readily available. The infrastructure being part of the PRG provides documentation regarding mobility and urban accessibility, making it possible to assign a score to some quality of life categories. However, we can see the limits of an infrastructure of a certain age, which rarely reaches even the lowest levels of achievement since, in most situations, the documents are not traceable.

The protocol then faces the category of **Leadership**. Successful sustainable projects require a new way of thinking about how projects are developed and delivered. Project teams are most successful if they communicate and collaborate early on, involve a wide variety of people in creating ideas for the project, and understand a long-term, holistic view of the project and its life cycle. The levels reached by the infrastructure within this category are pretty surprising, mainly thanks to the documents of *Innovate or Exceed Credit Requirements*. This is because, although dated, the infrastructure turned out to be a real technological revolution for the time. The technologies used in the design and construction phases were definitely at the forefront of the time. However, although futuristic, the infrastructure has limits when it comes to *Establish a Sustainability Management Plan & Maintenance* or *Plan for End-of-Life*. These criteria have recently been used in newly developed projects and were not planned for the projects of the 60s.

The third category is **Resource Allocation**. *Resources* are the assets that are needed to build infrastructure and keep it running. This category is broadly concerned with the quantity, source, and characteristics of these resources and their impacts on the project's sustainability. This category is undoubtedly one of the most pretentious of the entire protocol. Many of the minimum standards required were not yet expected in the 60s, years in which it was built with few rules and no concrete plan for the future, driven above all by the post-war economic boom. In fact, during the construction of projects in those years, no *Reduce Operational Waste Plan* or *Reduce Construction Waste Plan* was envisaged. These standards must be met by new projects, following precise rules concerning protecting the environment. The only aspect that is fully satisfied concerns the *Innovate or Exceed Credit Requirements*, as it considers the new technology used at the time for the construction of the Sopraelevata.

The fourth category is **Natural World**. Infrastructure projects, including habitats, species, and nonliving natural systems, impact the natural world. This section addresses how to understand and minimize negative impacts while considering ways the infrastructure can interact with natural systems synergistically and positively. This category also has several document gaps. The category focuses mainly on the natural aspects of the site on which the infrastructure is built. Being a dense urban area even before the advent of the Sopraelevata, it does not consider many aspects concerning nature that are taken into account today in the design phase of infrastructures and new buildings. As the previous one, the only fully satisfied aspect concerns the *Innovate or Exceed Credit Requirements*.

The last category is **Climate and Resilience**. The scope of the Climate and Resilience category is two-fold: minimizing emissions that may contribute to climate change and other short- and long – term risks and ensuring that infrastructure projects and resilient. In order to be resilient, infrastructure must be informed, resourceful, robust, redundant, flexible, integrated, and inclusive. This turns out to be by far the category with the most lack of documents. This is easily understood because the category mainly deals with Climate Resilience.

The final result obtained is 85 out of 864, and specifically, the results are distributed in the Quality of Life, Climate and Resilience and Natural World categories (Fig. 3). The results obtained in the certification of the Elevated Railroad are as expected, and the analysis shows that the infrastructure is unsustainable in many respects. Despite being a futuristic work for its time, the Elevated Railroad is still an infrastructure that is more than 50 years old. It was built to last, but more importantly, it was built because it served the population and the entire city.

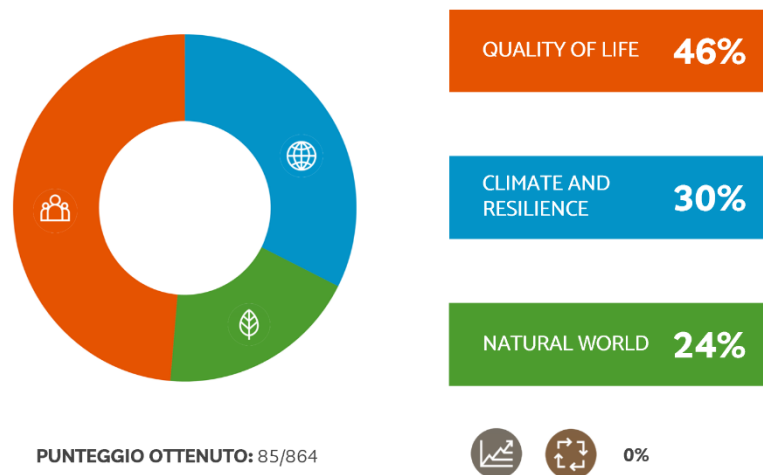


Figure 3. Diagram of the results obtained by Envision.

The infrastructure's main purpose was to fluidify the city traffic and make it smoother within the city of Genoa. Although about 60 years have passed since its construction, the Sopraelevata still performs its tasks, avoiding the collapse of city traffic.

It is noted that the Sopraelevata remains a project that will have new life for the strong will of the public administration and the citizens. The change of use project is an ambitious project that guarantees a wide range of feasible solutions to improve the quality of the infrastructure and users of this infrastructure.

The Envision protocol is a very useful tool to highlight those categories with gaps and develop strategies to improve the sustainability of the infrastructure.

For this reason, the strategy is to identify some of the most impactful criteria on which it is easier to work, to develop a strategic action plan that can improve the sustainability of the Sopraelevata. Then, for each category, these criteria have been identified, and project concepts have been developed to implement their sustainability.

The project actions have been elaborated in such a way as to highlight what the next steps could be and what can be a good *modus operandi* for the future, which can be undertaken not only by private companies but also by public administrations.

3.2 Future scenarios for the Sopraelevata of Genoa

Several strategies can be implemented to improve the sustainability of the infrastructure. Some of these can be done quickly, while others require a more precise design. Within the study, the authors chose some of those initially hypothesized. One certainly concerns the aspect related to the lighting of the infrastructure itself (Fig. 4). With the switch to LED technology, the municipal administration has made a decisive improvement to the lighting system. Therefore, investing in

renewables would enable the city to meet the Envision target, given the previous improvements implemented by the municipal administration.

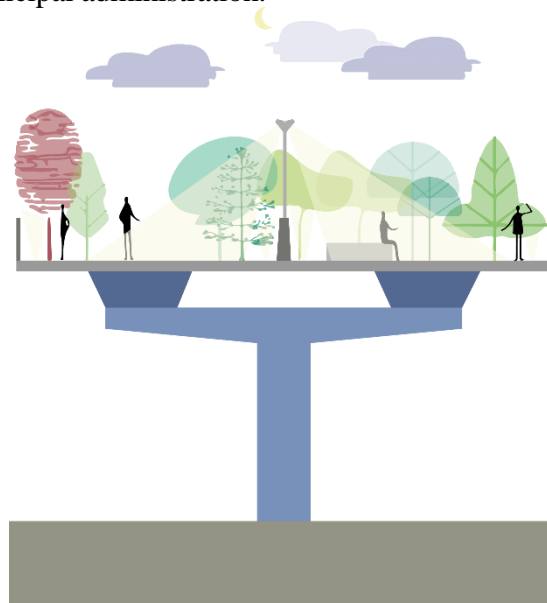


Figure 4. Graphic elaboration of the first project proposal.

In addition, vegetation could be used as a barrier to light pollution for buildings close to the causeway, perhaps deflecting the light beam, or actually used to mitigate the effects of climate change such as the heat island effect or the reduction of the area's impermeable run-off surface (Fig. 5). Finally, vegetation is a valuable ally in mitigating the effects of windy disturbances. Being an elevated point near the sea, it is vital to try to govern this aspect, and vegetation can undoubtedly help in this regard.



Figure 5. Graphic elaboration of the second project proposal.

4. Conclusions

Infrastructure investment challenges represent a crucial and essential point for a sustainable future with low environmental impact. Investing in infrastructure, therefore, becomes a meaningful way to improve transport and services for the citizens of each country. Making substantial investments in new infrastructure is a strategy that several countries are pursuing, a strategy that is also part of the common commitment of the European Union.

The main critical issues concern the old infrastructures, which need modernization and maintenance to keep up with the times. In Italy, there are several of these examples scattered throughout the national territory. One of these is the Sopraelevata of Genoa. The reason why it was chosen is mainly its uniqueness. It is a unique infrastructure of its kind in Italy and Europe, a pioneer of a new way of experiencing the city's mobility since the 60s.

The study's objective was to understand if it was possible to use the Envision protocol as a tool for evaluating an outdated infrastructure such as the Sopraelevata of Genova. Although the certification certified a very low result of sustainability of the infrastructure, the Envision protocol proved particularly useful in the context of built analysis.

The Sopraelevata, despite being a project with significant technical and technological innovation, undoubtedly has design gaps dictated above all by the lack of knowledge and specific criteria during the design. It is a very state-of-the-art infrastructure for the time it was built and therefore presented some surprises in evaluating the criteria. Despite being a work built in an era without today's devices, the Sopraelevata is a work that arises from a strong need for an entire city and in which, over the years, citizens have strongly identified. The results obtained from the analysis with the Envision protocol enabled the identification of the sustainability performance of the Sopraelevata by outlining the strengths and weaknesses that can be used to imagine future intervention scenarios.

Although the Envision protocol has been applied to existing infrastructure, improvements and updates are needed to better adapt to the study of existing infrastructure. Existing infrastructure is a crucial point for the future, so it will be essential to consider this and develop a quick and effective method to help administrations renew it.

References

- [1] European Union (2020) Co-financed by the European Regional Development Fund, Inspire Policy Making with Territorial Evidence – Green infrastructure in urban areas, ESPON EGTC.
- [2] Houses of Parliament, Parliamentary Office of Science & Technology (2013) Urban Green Infrastructure.
- [3] World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future; Oxford University Press: Oxford, NY, USA.
- [4] European Environment Agency (2022) What is green infrastructure?
- [5] Institute for Sustainable Infrastructure available on <https://sustainableinfrastructure.org/>.
- [6] United Nations General Assembly (2015) A/RES/70/1—Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development; United Nations General Assembly: New York, NY, USA.
- [7] De Miranda, F (1966) Strada sopraelevata a Genova, Casabella, Vol 308, August, 1966, Page 62.

[8] Bona, E D, Occhialini, E C (1988) Oltre il grigio universale: un intervento sulla sopraelevata di Genova: Catalogo della mostra, Genova, Banco di Chiavari e della Riviera Ligure, 14-21 Giugno 1988, SAGEP, Genova.

[9] Luccardini, R (2014) Il futuro della sopraelevata, SAGEP, Genova.

Shen Joan Vladimirit Orthodox Monastery: reuse and conservation

Trematerra Adriana - University of Campania “Luigi Vanvitelli, DADI, Aversa (CE), Italy, e-mail: adriana.trematerra@unicampania.it

Abstract: This contribution, which is part of a broader investigation focused on the analysis of Orthodox places of cult in the Balkan Peninsula, proposes the study of the Albanian religious heritage with cognitive operations aimed at the restoration and reuse of disused sacred spaces. The object of the research is the Monastery of Shen Joan Vladimirit in Albania, built in the 10th century at the behest of the Prince of Dioclea and Durazzo, Charles Thopia, in order to preserve the relics of Saint Joan Vladimirit after whom it is named. The current configuration, the result of a reconstruction in 1381 following an earthquake that destroyed much of the original layout, consists not only of medieval structures such as the surrounding wall and the church, but also of more recently built structures such as the buildings used as cells and refectory for the monastic community. The research envisaged the analysis of this place of cult through the discipline of restoration, making use of a preliminary historical research, aimed at the knowledge of past transformations, and a subsequent survey campaign to document the current state of conservation. The aim is to draw up guidelines for the conservation and reuse of degraded and functionless spaces.

Keywords: Orthodox architecture, Knowledge, Documentation, Conservation, Reuse.

1. Introduction

The issues of reuse and conservation, as is well known, should not be considered in opposition to each other but, on the contrary, as a single discipline aimed at community self-recognition and social enhancement. At the same time, these subjects are able to ensure educational objectives for communities, which recognise themselves in the cultural heritage of their own geographical areas. In this context, the 2005 Faro Convention sanctioned the importance of the use of historical artefacts by the community, which is given a primary role in the preservation and enhancement of the cultural heritage inherited from the past. The theme of reuse, whether aimed at single artefacts or large urban contexts, dates back to the time of Vitruvius and has spread widely over the centuries. In the second half of the 1st century BC, the concept of *utilitas* was a fundamental aspect of the life of any building and its context [1]. This practice then spread and intensified in the 1980s when numerous scholars introduced the concept of memory [2] and reuse of the heritage of the past [3]. In this context, an area of considerable interest is represented by Albania, which is made up of a rich and diverse historical heritage that alternates between what we might call major and minor heritage, widely spread throughout the territory. In particular, the latter presents more critical issues related to protection, so much so that it is often vulnerable and more prone to alteration, for which greater attention needs to be paid with a view to conservation and reuse. The theory of restoration and protection of historical heritage in Albania has ancient origins and is the effect of the country's political events [4]. Of fundamental importance for this was Albania's participation in 1964 in the *II International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments* following which the *Venice Charter* was drafted. Subsequently, in 1965 the *Institute of Cultural*

Monuments was established to catalogue the cultural heritage to be protected. Until then, the State had been engaged in the protection of cultural heritage, first by founding the *Institute of Science* (1944) and then by preparing an initial list of monuments (1948), which was later updated by the Rectorate of the University of Tirana (1963). Following these events, Decree No. 4874 on the *Protection of Cultural-Historical Monuments and Natural Heritage* was enacted in 1971, forbidding the export, restoration and transformation of Albanian artefacts of high cultural-historical value without prior authorisation from the relevant authorities. The 1971 decree was replaced by Law No. 9048 of 2003, which for the first time speaks not only of protection and the competent institutions in charge of it, but also of heritage valorisation, attributing different levels of protection to it. In this regard, a distinction is made between Category I and Category II cultural monuments. For the former, protection must concern both the architectural configuration and construction techniques; in the latter case, we only discuss the preservation of the volumes and external appearance. As for restoration interventions, the 2003 law defines them as <<an operation aimed at preserving the character of objects through interventions conducted exclusively by expert personnel whose skills must be certified by the *National Restoration Council*, which also has the task of approving projects>> [5]. The articles contained in this legislation were supplemented or, in some cases, abrogated by the new Law No. 9882 of 2008, which made important changes regarding the objects subject to protection by giving them a new definition, as in the case of monuments to be used as museums, the redefinition of the authorities in charge of protection, greater freedom of action for listed monuments and the possibility of assigning them a new use. This is the context of the proposed case study, the Shen Joan Vladimirit Orthodox Monastery (Fig. 1), whose interior is composed of architectural structures that are currently devoid of function and, in some cases, degraded. The research, carried out in different phases, aims to analyse the artefact through the discipline of restoration in order to devise some guidelines for the valorisation and reuse while respecting the sacred characteristics of the site.



Figure 1. The Shen Joan Vladimirit Monastery in a 1940s historical photo. Source: Arkivi Digjital Elbasan.

1.1. The Shen Joan Vladimirit Monastery: historical notes

In order to know and document a historical artefact, it is first necessary to analyse historical and iconographic sources in order to acquire a series of information that can, at the same time, constructively guide the research to be pursued and the most appropriate methodological choice. To this end, a series of historical information concerning the Shen Joan Vladimirit Monastery was studied (Fig. 1). Specifically, it is a place of Christian cult belonging to the Orthodox faith. The few historical sources found testify that the current architectural and spatial configuration is part of a reconstruction that took place in 1381 following an earthquake that destroyed much of the original medieval building. The Monastery was built at the behest of Charles Thopia, Prince of Dioclea and Durres between the 10th and 11th centuries, to preserve the relics of Shen Joan Vladimirit after whom it was named. Today's complex consists not only of medieval structures such as the surrounding wall and the church, but also of more recent structures such as cells and a refectory used by the monastic community that still lives there. After 1967, the church changed its function from a sacred place to a dormitory for soldiers, while the rest of the Monastery was used as a military garrison. Following these events, the Monastery was severely damaged and was almost completely rebuilt in 2005 [6]. In 1948, the place of cult was designated an Albanian cultural monument and opened to tourism, combining religious and social functions.



Figure 2. Point cloud processing and orthomosaic generation from photogrammetric survey

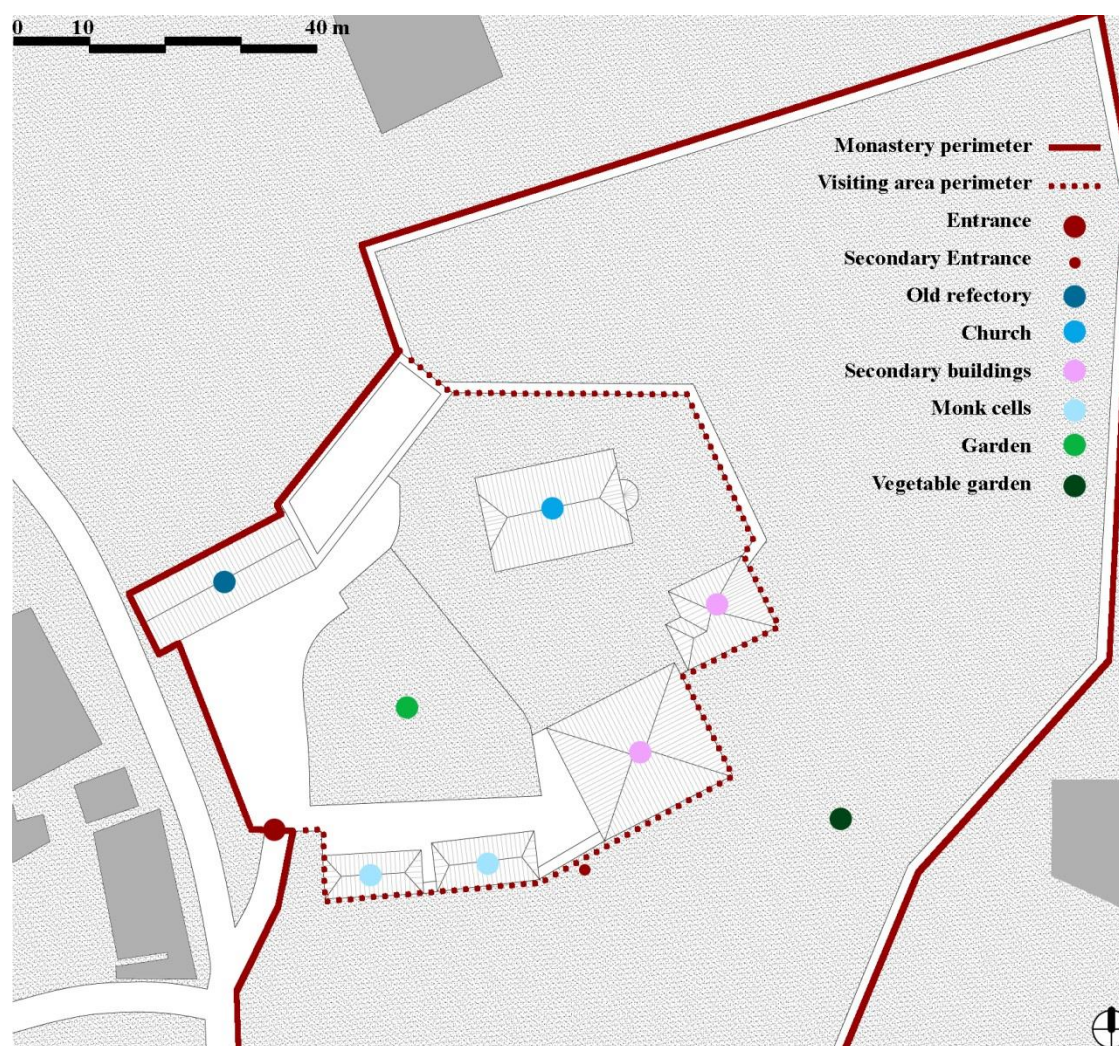


Figure 3. The Shen Joan Vladimirit Monastery: graphic elaboration of the general plan.

2. Architectural survey and diagnostic analysis for restoration

Following the analysis of the historical sources analysed, the investigation included a cognitive phase aimed at acquiring a series of information on the material, and therefore tangible, aspect of the current configuration of the Shen Joan Vladimirit Monastery. This phase is of considerable importance in the field of historical artefacts, as it allows us to identify the presence of a series of stratifications in the architectural fabric, bearing witness to all those processes of transformation undergone over the centuries [7]. The main objective of this phase is to highlight the presence of materials and construction techniques to be preserved and enhanced over time as evidence of cultures inherited from the past. Only through this cognitive process is it possible to identify the most suitable intervention strategies for the conservation and valorisation of the architectural artefact analysed. This operation is of considerable importance as it allows for the conservation of the cultural heritage in order to preserve its integrity over time and pass it on to future generations [8]. Prior knowledge is the only way to keep alive the historical and architectural heritage analysed, in which the cultural identities of a community of the past can be traced. In this context, the survey, considered as a tool for critical observation and investigation, is of fundamental importance for any subsequent operation aimed at valorisation and reuse [9]. This practice makes it possible to re-evaluate an architectural work in order to <<compose a unitary framework of knowledge and

valorisation>> useful for the attribution of a new function to enhance a cultural asset to its real potential [10]. To this end, it was necessary to carry out a number of survey campaigns using the technique of digital photogrammetry integrated, where it turned out to be more suitable, with the traditional tools of manual measurement. This choice was justified by the consideration of several parameters: on the one hand, it was necessary to use methodologies that would allow the use of devices capable of taking measurements in the shortest possible time in relation to the tourist influx of the analysed artefacts; on the other hand, it was not possible to use particularly technological instruments as the Monastery is still inhabited by the monks who constrained the survey process. The survey was mainly carried out using digital cameras, which enabled the coordinates of the surveyed objects to be acquired through the information contained in the images; measurements were deduced by identifying the same characteristic elements on two or more photograms taken from different viewpoints and obtained through so-called rangephotogrammetry [11]. The graphic processing of the acquired photographic images by means of three-dimensional modelling software made it possible to obtain a point cloud from which to extrapolate a series of orthomosaics (Fig. 2) to be used for the realisation of the subsequent material and degradation pictures. The digital model obtained allowed for the cataloguing of the metric and material information of the Shen Joan Vladimirit Monastery, elaborating a true digital archive testifying not only to the current state of the sacred architecture analysed but also to its future state, through the implementation of data that may change over time [12]. The graphic description of the architecture allows to understand the architectural artefact studied, in a critical and conscious manner.

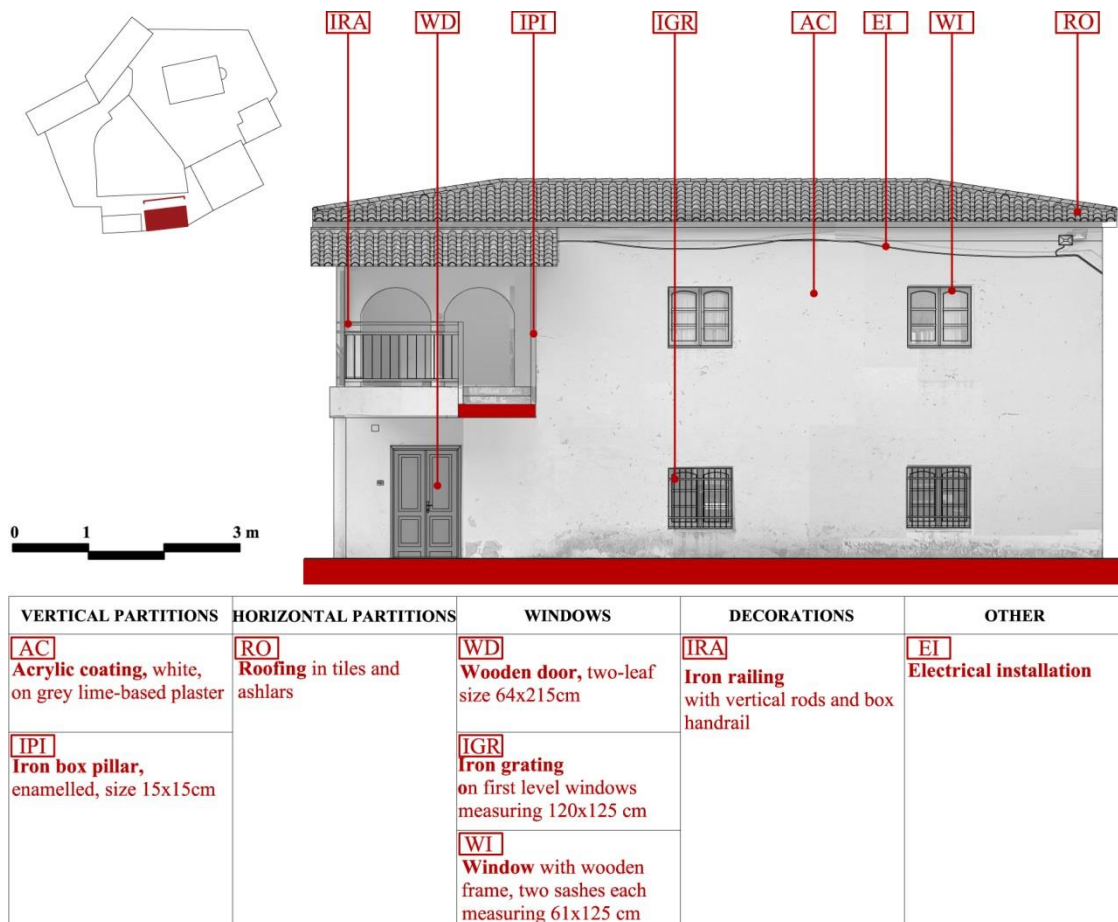


Figure 4. Material survey of the northern elevation of one of the cell buildings.

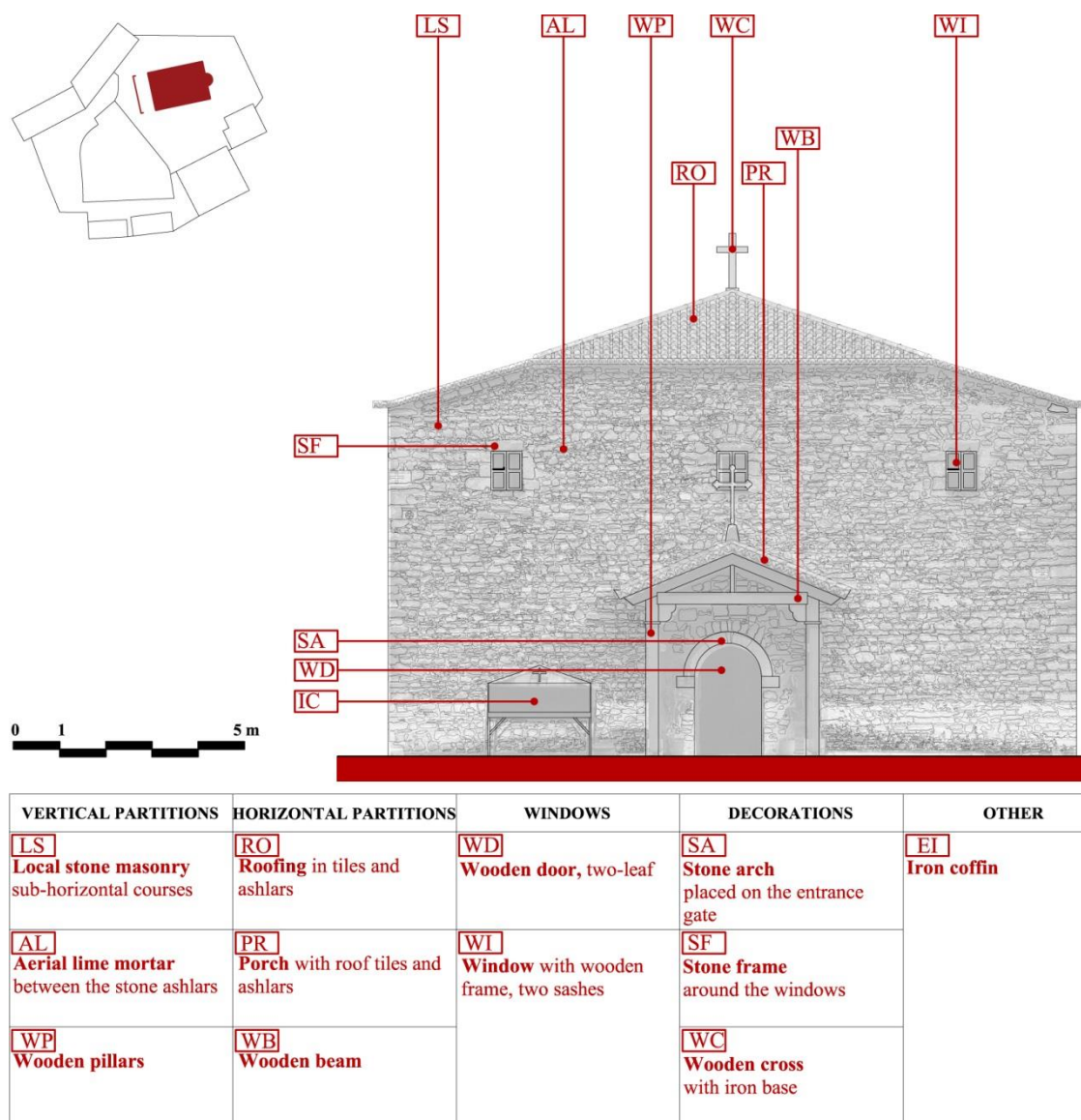


Figure 5. Material survey of the west elevation of the Monastery Church.

The use of digital software to model the data acquired during the survey phases made it possible to encode, decode and archive the information obtained to be used as a starting point for future and present conservation and enhancement strategies through the reuse of disused spaces [13]. The first result obtained from the cognitive method used was the graphic elaboration of the plan of the Shen Joan Vladimirit Monastery (fig. 3) consisting of secondary buildings located along the perimeter walls and a central church. The latter, the only element with visible masonry, consists of a longitudinal layout, covered by a wooden roof made of tiles and ashlar and ending in a single semicircular apse. The interior space, restored towards the end of the last century, consists of a single prayer room, punctuated by two rows of columns and divided from the apse area by a rich, tall iconostasis concealing the ancient relics of Shen Joan Vladimirit. Following the geometric analysis, it was necessary to carry out a material investigation in order to gain knowledge of the construction techniques and materials used to critically understand the architecture in its tangible material consistency. To this end, a number of material pictures were drawn up (Figs. 4-5) in order to map the identified materials of which the architectural structures of the Monastery are composed.

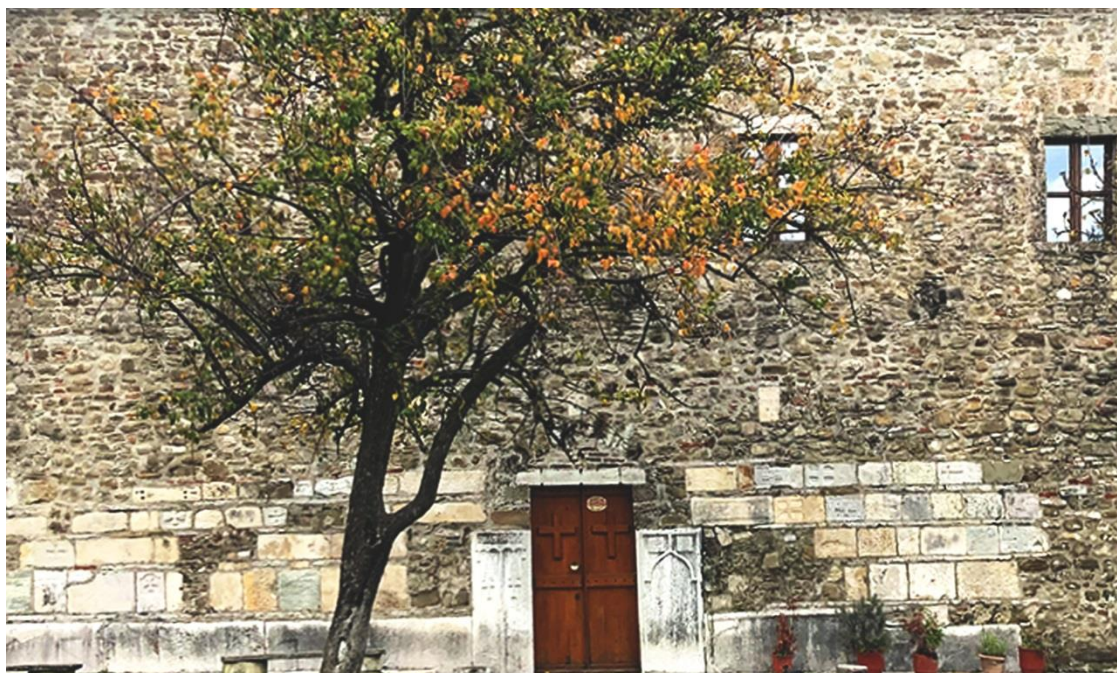


Figure 6. Details of the sculptural elements on the southern elevation of the church.

The buildings are entirely plastered and painted with an acrylic finish, with the exception of the church. The latter features a masonry cladding with ashlars in horizontal courses and some marble sculptural elements (Fig. 6), probably belonging to ancient furnishing elements or original burial structures. The last stage of the cognitive process involved the diagnosis of the pathologies affecting the external masonry of the various buildings, mapped out using the symbols and definitions contained in the 2006 UNI 11182 standard and in the Illustrated Glossary produced by ICOMOS, in order to identify surfaces affected by manifestations of degradation and the state of conservation of a historical masonry. The latter include: stains, detachments, encrustations and biological patinas due to rising damp or rainwater run-off due to a non-existent or inadequate rainwater disposal system; surface fractures; cables and electrical systems of various kinds.

3. Conservation and reuse of the Shen Joan Vladimirit Monastery

The methodological process adopted made it possible to assess the close link between the survey, diagnostics and intervention on degraded architectural structures and the importance of this process for the formulation of hypotheses for the conservation and reuse of historic heritage [14]. Following the identification of the degradation pathologies found, the possible causes and applicable conservation interventions were identified (fig. 7-8) [15]. Specifically, this involved minimal interventions in order to preserve the historical material received, consisting of cleaning, the application of herbicides and biocides, and the removal of invasive plants left exposed. Subsequently, the research included the development of guidelines for the reuse of disused buildings within the Shen Joan Vladimirit Monastery. In particular, these are the structures that were formerly used as cells and refectory, within which a 0-km restaurant, a library and a museum could be inserted in order to create a cultural centre aimed at disseminating knowledge of the Albanian sacred heritage (Fig. 9). The objective to be pursued is to implement new valorisation strategies for a sustainable reuse of historical architecture, capable of creating balanced relationships between territory and architecture and between conservation and innovation [16].

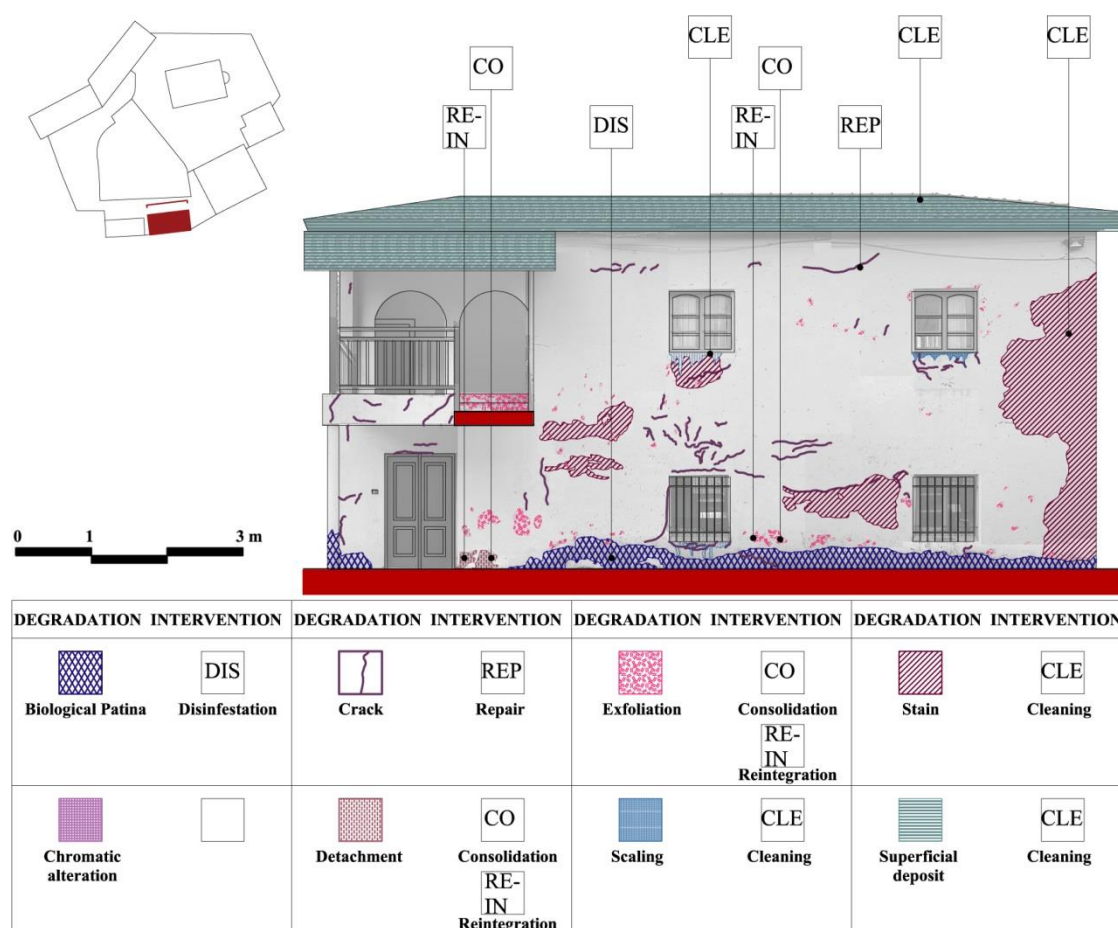


Figure 7. Degradation survey with indication of conservation interventions on the northern elevation of the cell building.

4. Conclusions

The reuse of sacred architecture, compatible with its historical-architectural value, may be considered as an improvement of conservation and enhancement activities and as a useful tool to stimulate knowledge of forgotten and often inadequately valued places. This practice allows, on the one hand, the preservation of ancient memory and, on the other, its transmission to future generations. The proposed investigation can be considered as a possible methodological approach aimed at the knowledge of the Balkan religious heritage in order to enhance and preserve it through the practice of restoration and reuse. In this perspective, a critical analysis aimed at understanding the tangible aspect of the analysed heritage was necessary in order to highlight strengths to be preserved and critical points to be overcome. Through the proposed studies, the intention is to offer interpretative and operational tools capable of counteracting the problems encountered in the reuse of sacred buildings that have been deprived of their function, in whole or in part, in order to strengthen and spread collective knowledge of the Balkan religious heritage, which is poorly known on a global scale and often not adequately valued.

Acknowledgements

This contribution was realised thanks to the “Valere2019” Funding from the University of Campania “Luigi Vanvitelli”.

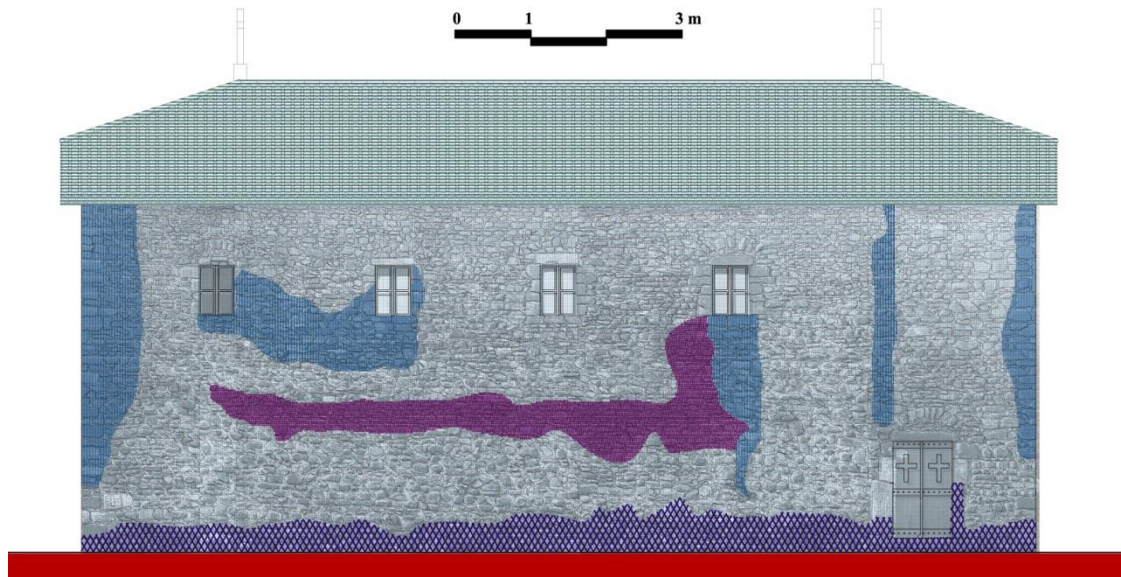


Figure 8. Degradation survey with indication of conservation interventions on the north elevation of the Monastery Church.

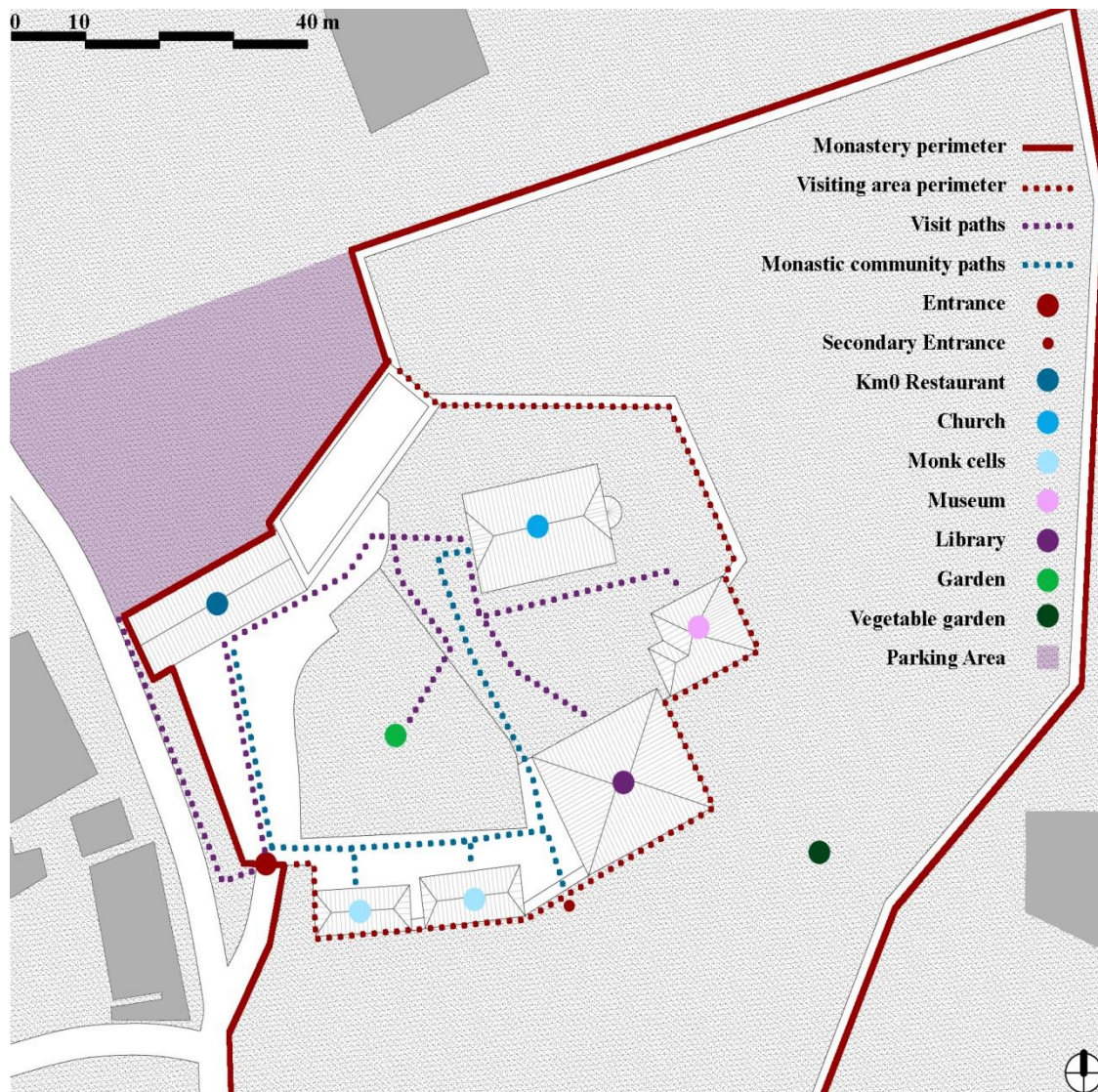
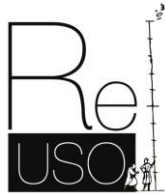


Figure 9. Concept for the reuse of the disused spaces of the Shen Joan Vladimirit Monastery.

References

- [1] Vitruvio Pollione, M. Gros, M. (1997) *De Architectura*, Einaudi edizioni.
- [2] Settis, S. (1984), *Memoria dell'antico nell'arte italiana*, vol. III. Torino: Einaudi.
- [3] De Lachenal, L. (1995) *Spolia. Uso e reimpiego dell'antico dal III al XIV secolo*. Milano: Longanesi.
- [4] Giusti, M.A. (2005) *La cura del tempo: restauro e tutela del patrimonio culturale albanese*. Firenze: la Biblioteca ed.
- [5] Giamburno, M., Pistidda, S. (2015) "Alcune riflessioni sul restauro in Albania attraverso il caso studio dell'hammam di Delvina" . *Eurasiatica, quaderni di Studi sui Balcani, Anatolia, Iran, Caucaso e Asia Centrale*, 3, 61-74.
- [6] Malaj, E. (2017) "Kulti i Shen Joan Vladimirit tek Shqiptaret sot". *Malesia*, 12, 235-248.
- [7] Boato, A. (2008) *L'archeologia in architettura. Stratigrafie, Misurazioni, Restauro*. Venezia: Marsilio Editori.
- [8] Franceschini, F., Gaiani, L. (2010) *Manuale operativo per il restauro architettonico. Metodologie di intervento per il restauro e la conservazione del patrimonio storico*. Roma: Tipografia del Genio Civile.
- [9] Carocci, C.F., Circo, C. (2015) *Il rilievo per il restauro. La loggia di palazzo Ardinghelli a L'Aquila*. In: *AID Monuments. Materials techniques restoration for architectural heritage reusing*, I, Ariccia: Ermes, 134-142.
- [10] Giordano, P (2014) *Ridisegno, rilievo e riconfigurazione dell'Albergo dei Poveri di Napoli*. Roma: Gangemi editore.
- [11] Giandebiaggi, P., Zerbi, A. (2015) *Rilievo metrico e fotogrammetrico*. Roma: Luca Sossella edizioni.
- [12] Corniello, L. (2019) *Il disegno del Parco Reale di Tirana*. Napoli: La scuola di Pitagora Editrice.
- [13] Gaiani, M., Apollonio, F.I. (2012) *Creare Sistemi Informativi per studiare, conservare, gestire e comunicare beni architettonici e archeologici: un modello a partire dal sito di Pompei*. Napoli: La Scuola di Pitagora.
- [14] Doglioni, F. (1988) *Progetto di restauro per anastilosi del Duomo di S. Andrea Apostolo a Venzone*. Udine: Campanotto Editore.
- [15] Carbonara, G. (1990) *Restauro dei Monumenti. Guida agli elaborati grafici*. Napoli: Liguori Editore.
- [16] Petrucci, E. (2016) "Antichi edifici religiosi e nuovi usi. Un difficile processo di trasformazione nella città contemporanea". In *_bo, ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura*, 7(10), 236–250.



Il recupero e riuso nell'architettura del cammino: uno sguardo al futuro dei casòt piemontesi e dei *cabotes* borgognesi

Recovery and reuse in the walkway architecture: looking to the future for dismissed rural buildings in Italy and France

Emilia Garda – Politecnico di Torino, Torino, Italia, emilia.garda@polito.it

Alessandra Renzulli – Sapienza Università di Roma, Roma, Italia, alessandra.renzulli@uniroma1.it

Abstract: The walkway architecture represents the interconnection between past, present and future. Proposing the networking of dismissed rural heritage, the walkway architecture would provide a glimpse of what is currently out of everyone's sight, an insight into the vernacular structures that are forgotten and left in their rudimentary state. As a result of the fact that they have lost their function and are no longer helpful to the production chain, these buildings cease to be considered part of the territory and, therefore, adequately valued. The paper proposes a change of perspective of these elements of the Italian and French vineyard cultural landscape as spaces potentially capable of supporting slow tourism. The case of Piedmontese casòt and Burgundian *cabotes* will be analysed, given their position within the UNESCO heritage nomination of their respective landscapes. The recovery of some of these types of rural architecture, historically used as warehouses for storing tools or as stables, has made it possible in Burgundy to propose models of reuse for reinsertion within the landscapes system, in contrast to what happens in Italy, where the historical memory of the building is slowly disappearing.

Keywords walkway architecture, networking, rural architecture, vineyard landscapes, UNESCO world heritage

1. Introduzione

Il termine rurale definisce quell'architettura vernacolare che esplica il legame vivente fra la terra e l'uomo che la coltiva; è generata dall'istinto del riparo, da una necessità. Pura, stilistica, funzionale, esempio di onestà costruttiva, è il risultato di uno sforzo realizzato col minimo disperdimento di energia. La casa rurale deve servire al lavoro del contadino e quindi rispecchiare le relazioni fra lo scopo utilitario e la forma più adatta a tale scopo, ma al contempo è vincolata alle condizioni geologiche, climatiche, agricole ed economiche dell'ambiente. Le variazioni che subisce nel tempo non ne cancellano il ricordo della fase precedente. Frutto quindi di un bisogno proprio dell'individuo e della collettività, le diverse tipologie architettoniche rurali che compongono il paesaggio agrario sorgono in modo spontaneo e sono volte a soddisfare le esigenze dei contadini di riparo, di supporto all'attività nei campi, di industrializzazione del ciclo produttivo e di deposito del prodotto finito.

«L'architecture rurale est une partie de la science de l'architecture, qui a pour l'objet d'enseigner à construire avec économie, solidité et convenances, toutes les espèces de

bâtiments et de travaux d'art que l'on exécute à la campagne pour les différents besoins de l'agriculture.» (Mignard et alii, 1847) [1]

La costruzione rurale determina e scandisce il paesaggio, che diventa strettamente interconnesso con la vita e il lavoro del contadino e con le specificità del territorio in cui viene edificata. Queste architetture sono contenute nel paesaggio agricolo dove diventano parte della rete, di quel sistema sedimentato nel tempo che si dimostra esistente e reale nel rapporto con la società che lo ha forgiato, che lo vive e se ne prende cura, e continua ad esistere fintanto che è radicato nella sua cultura. Il valore patrimoniale che assumono questi segni del territorio e il modo in cui interagiscono con il sistema paesaggistico fanno sì che si carichino di significato al punto da permettergli di diventare potenzialità per lo sviluppo futuro del territorio. Per la valorizzazione degli elementi, diventa dunque essenziale riconoscere come la cultura sociale del luogo non possa essere scissa dal suo rapporto con la natura. Il binomio uomo-natura emerge particolarmente all'interno del sistema paesaggistico, luogo in cui la civiltà incide e plasma a tal punto il processo di stratificazione da condurla ad identificarsi nei suoi elementi paesaggistici e a riscontrare l'insieme dei valori culturali e sociali locali all'interno del patrimonio costruito. Si ergono dunque delle architetture che sono il risultato di una consapevolezza collettiva non intenzionale, in quanto la loro produzione nasce da bisogni intrinseci e non da finalità estetiche. Permeate da criteri quali immutabilità, costanza e permanenza del popolo, appartenente a una nazione o regione, sono infatti architetture che guidano l'uomo stesso a definirne la forma per adattamento al suolo, clima e materiali reperibili in loco. La forma risultante delle architetture rurali si permea anche di memoria storica, conducendola ad assumere forti caratteri di atemporalità. Ci si confronta con veri e propri modelli, i cui cambiamenti sono tanto graduali da avvenire nel corso dei secoli in modo impercettibile. Attraverso l'analisi dell'architettura rurale si evincono dei sistemi tecnici costruttivi unici in quanto tramandati di generazione in generazione, edificati in modo semplice e frugale nel rispetto dei concetti legati alla sostenibilità ambientale ed edilizia.

2. L'architettura rurale tra Italia e Francia: il quadro storico

Fu solo intorno al 1800 però che gli architetti cominciarono a trarre ispirazione dalle relazioni organiche fra territorio e materiali locali, clima e costumi delle strutture delle case rurali e delle altre architetture di campagna. Sia in Italia che in Francia contemporaneamente si registrano le prime indagini sistematiche sul mondo contadino. Obiettivo principale è quello di conoscere abitudini, credenze e condizioni abitative delle popolazioni rurali.

Per quanto concerne il mondo francese sono state svolte molte indagini durante il dominio napoleonico, 1805, su iniziativa dell'*Académie Celtique* di Parigi, per quello italiano durante il periodo del Regno Italico, 1811, su iniziativa del Ministero dell'Interno. L'attenzione per questo tipo di architetture è citata espressamente nella terza e ultima circolare divulgata da Giovanni Scopoli il 20 maggio 1811 ai professori del tempo: «Bramerei che V. S. mi desse la pianta, la facciata e lo spaccato di una casa da contadino, quale sarebbe da lei reputata la migliore sotto i rapporti di salubrità, di agricoltura dipartimentale e di comodità. [...] Resterà finalmente da calcolarsi la spesa di tal casa secondo le leggi della maggior economia, proporzionata alla solidità del fabbricato e sorta, a confronto di ciò che ora si spende per la stessa casa». (Filippo Re, 1812) [2] Il patrimonio architettonico rurale italiano è stato anche oggetto del testo *Recueil d'architecture dessiné et mesuré en Italie* ad opera di François Léonard Séheult. (Séheult et alii, 1821) [3] L'Italia si è dimostrata nel tempo essere sempre più attenta a questo tipo di tematiche, infatti nel 1881 il governo ha promosso l'inchiesta Jacini al fine di indagare le condizioni di vita delle popolazioni contadine e la salubrità delle

costruzioni rurali. I primi attenti studi sul tema furono condotti dal geografo Renato Biasutti tra il 1924 e il 1958. Biasutti ha analizzato approfonditamente gli insediamenti rurali italiani (Biasutti, 1928) [4] con lo scopo di descrivere le forme di abitazione più comuni della Penisola, riportando le caratteristiche principali per ogni regione. L'indagine ha fatto emergere l'inscindibile rapporto che la tipologia architettonica instaura con il proprio territorio e la necessità di essere associata strettamente al luogo in cui è stata edificata, enfatizzando l'impossibilità di emularla o riprodurla in un altro contesto al di fuori della regione di riferimento.

L'architettura rurale occupa poco spazio nella teoria dell'architettura del periodo classico. Nel mondo francese fu François Cointeraux uno dei primi ad occuparsi del tema mettendolo in relazione con il periodo moderno. Nel 1789 infatti, in occasione della mostra sull'industria a Parigi, l'architetto ha presentato dei progetti prodotti per i *Cahiers dell'École d'Architecture rurale* con i quali proponeva delle linee guida per la costruzione di questa tipologia architettonica. La sua proposta era mossa dall'inesperienza e dall'assenza di progettisti specializzati per questo tipo di costruzioni, motivo per il quale vi erano forti problemi di degrado nei territori agricoli. Cointeraux oltre ad aver rintracciato dei modelli all'interno del patrimonio esistente, ha proposto anche dei prototipi basati sul principio di economicità, ottenibili attraverso la concordanza tra le regole progettuali e le leggi universali della natura. Inizia così ad emergere il rapporto inscindibile tra uomo e natura denominato 'Agritecture' dallo stesso Cointeraux nel 1797. Soltanto anni dopo, nel 1913, fu condotto il primo lavoro di sistematizzazione relativo all'architettura rurale francese ad opera di Antoine Arnould, ed è stato partendo da queste basi che nel 1942 la *Délégation Général dell'Équipement National* ha lanciato l'inchiesta *Architecture Regional* con lo scopo di rintracciare gli elementi architettonici tipici dei diversi contesti regionali, come nel 1953 Maurice Vignerot, capo del genio rurale francese e consigliere tecnico sanitario del Ministero della Salute Pubblica, è stato incaricato dalla *Sociétés des Nations* di presentare *l'Enquête sulla Situation de l'habitation rurale et de se dépendances, ainsi que sur l'équipement des campagnes*.

Negli anni Venti, anche architetti come Le Corbusier si sono approcciati al tema delle architetture rurali tradizionali. L'architetto identifica nella casa di campagna l'esempio emblematico per dimostrare quanto il fare architettura derivi dall'evoluzione di modelli primitivi. La sua attenzione verso la logica rurale e le leggi della natura è sostenuta anche nell'introduzione al volume *La ville radieuse*.

A metà degli anni Trenta sia in Francia che in Italia, seppur con approcci diversi, l'attenzione degli architetti si concentra sul rapporto tra architettura rurale e modernità. Nel 1936 Giuseppe Pagano e Guarniero Daniel allestiscono all'interno delle VI Triennale di Milano la mostra *Architettura rurale italiana e contemporaneamente a Parigi nell'Exposition Internationale des art set des techniques de la vie moderne* viene presentato lo stand della *Exposition européenne de l'habitation rurale*. In questo contesto emerge come la modernità e le nuove tecnologie dovrebbero dunque supportare gli edifici rurali in quanto rappresentanti l'immenso dizionario della logica costruttiva dell'uomo. In tal modo, si possono definire come uno strumento utile per la progettazione dell'architettura moderna. Negli stessi anni il pensiero è stato condiviso anche da Pane. Se nella parte francese il pensiero è ben radicato, nello studio di Pagano questo aspetto non emerge: la sua ricerca infatti si concentra maggiormente sui fondamenti e sui principi di immutabilità dell'architettura rurale che, in quanto immutabili; la sua analisi si può definire come atemporale in quanto orientata alla ricerca di elementi universalmente validi. Il suo lavoro si inserisce tra le inchieste che nella prima metà del Ventesimo secolo vennero svolte sul patrimonio rurale di diversi paesi europei allo scopo di individuare nuovi modelli

architettonici. André Wogensky direttore della rivista *'Techniques et Architecture'* introduce tale idea integrandola con la dimensione locale e interconnettendola con il concetto di funzionalità, di primaria importanza nella sua definizione.

L'apertura a diversi ambiti disciplinari emerge maggiormente con le figure di Giorgio Grassi e Guy Pison. L'economista italiano ha affrontato il tema sulla rivista *Rurale e Urbano* da un punto di vista economico valutando i manufatti architettonici secondo un valore di scambio, in riferimento alle costruzioni urbane, e un valore legato al fondo di pertinenza, riferito alle case rurali; quello francese ha valorizzato maggiormente il rapporto con l'economia attraverso la valutazione dell'architettura come *«seva modifier afin de répondre aux besoins de productivité de l'économie nationale»*. (Pison, 1943) [5] Il suo approccio, basato su un forte funzionalismo, andava a considerare in termini d'impatto come questo tipo di architetture non rappresentino un elemento di alterazione dei paesaggi in quanto, associandole ad architetture economiche e funzionali, sono esteticamente valide grazie alle loro forme pure.

Col tempo si è anche raggiunta una maggiore consapevolezza da parte di geografi, etnografi, economisti, paesaggisti, architetti, ecc. della più ampia concezione del valore patrimoniale dei beni rurali. Ci si approccia al tema con una maggiore consapevolezza e apertura al territorio circostante, concepito come spazio geografico socialmente costruito, comprendente tutti gli elementi tangibili o intangibili, nel quale un certo gruppo umano può riconoscere i segni della propria identità. Si tratta di segni da intendere come parti di un discorso che rappresentano l'organizzazione territoriale. Ogni segno ha un significato proprio, puntuale, ma ad un livello di lettura a scala paesaggistica acquista nuovi e più complessi significati dipendenti dalle relazioni che si instaurano con le altre tracce del territorio.

3. I paesaggi vitivinicoli come palinsesto della tradizione architettonica culturale del territorio

«L'atto di piantare una vigna implica a priori un impegno di lungo periodo in quanto, a differenza di altri tipi di coltura, la vite richiede alcuni anni per diventare produttiva e di conseguenza lega il vignaiolo e la propria terra in una sorta di sodalizio duraturo. » [6]

Nei paesaggi vitivinicoli questo binomio uomo-natura risulta essere chiaro e visibile a partire dal modo con cui le diverse epoche, culture, generazioni di contadini ed imprenditori hanno scansato e plasmato il territorio nel rispetto prima di tutto del prodotto vitivinicolo, senza penalizzare le altre colture presenti. Le architetture rurali di supporto alla filiera vinicola sono state determinanti per la costruzione del sistema paesaggistico e la sua trasmissione intendendo ed interpretando il connubio tra produzione e funzionalità, terroir, cultura ed estetica. Il riconoscimento di questo scrigno di testimonianze naturali e culturali combinate in un unico inimitabile sistema è stato condotto a partire dal 1997 dall'UNESCO, con la prima iscrizione dei paesaggi vitivinicoli di 'Portovenere, Cinque Terre e Isole (Palmaria, Tino e Tinetto)' nel patrimonio mondiale dell'umanità. Al giorno d'oggi sono 18 i siti nominati dall'ente internazionale e che sono meritevoli di tale titolo, tra questi i paesaggi vitivinicoli delle Langhe Roero e Monferrato e quelli dei *Climats* di Borgogna. L'analisi di questi casi studio porrà le basi per una maggiore conoscenza dei territori e per l'identificazione degli elementi paesaggistici che attualmente sono meno valorizzati e dismessi all'interno del patrimonio. Inoltre aiuterà a capire come attraverso la loro messa in rete, ovvero attraverso l'architettura del cammino, si possa ritrovare la giusta connessione tra passato, presente e futuro.

3.1. I paesaggi vitivinicoli delle Langhe, Roero e Monferrato, patrimonio UNESCO 2014

L'ambito territoriale di Langhe Roero e Monferrato costituisce un vasto sistema collinare collocato al centro della Regione Piemonte e compreso all'interno dei limiti amministrativi delle province di Alessandria, Asti e Cuneo. Risulta fortemente omogeneo in quanto la coltivazione secolare della vite e la produzione del vino hanno rappresentato e rappresentano tuttora il principale fattore su cui ruota la vita sociale, culturale ed economica di questi luoghi e su cui si è modellato progressivamente il paesaggio. Nel complesso questa porzione territoriale contiene oltre il 90% dei vigneti della regione, 43.000 ha. Le colline di Langhe-Roero e Monferrato beneficiano di una particolarissima combinazione di condizioni pedologiche e climatiche estremamente favorevoli alla coltivazione della vite. Tale predisposizione, già riconosciuta da Plinio il Vecchio nel *Naturalis Historia* (Il Vecchio, 77 d.C.) [7] ha incentivato la nascita di una tradizione enologica persistente fino ai giorni nostri. (UNESCO World Heritage List, 2015) [8] Nel corso degli anni, l'uomo ha agito sulla base della secolare esperienza e con il suo costante lavoro ha permesso che si sposassero al meglio le attitudini di vitigni storicamente attestati con le peculiari caratteristiche ambientali per creare vini di assoluta eccellenza. (UNESCO World Heritage List, 2015) [9]

La viticoltura del territorio di Langhe, Roero e Monferrato affonda le proprie radici in una tradizione produttiva consolidata nel corso dei secoli che ha condotto alla formazione di una vera e propria cultura del vino esplicitata e condivisa sia dai luoghi che dalle comunità che li abitano. La rete del tessuto paesaggistico stratificato si è consolidata attraverso la valorizzazione di architetture comprendenti beni monumentali come castelli e beni minori come gli infernot, luoghi cantine scavate nella pietra, la caratterizzazione del paesaggio in relazione agli elementi unici del territorio come l'alta percentuale di paesaggio vitato e la linearità dei filari vitati che percorrono i pendii collinari, la storia che permea dalle testimonianze materiali e immateriali dei contadini e dalla volontà di trasmetterle di generazione in generazione. Tali potenzialità assumono non solo un'importante valore culturale legate alla produzione viticola, ma anche sociale ed economico, in quanto questo tipo di patrimonio di conoscenze viene associato ad ogni aspetto odierno del vivere il territorio e rappresenta il fulcro dell'identità locale.

All'interno di questo scrigno culturale dunque possiamo distinguere diverse tipologie di architetture rurali, alcune particolarmente valorizzate, altre meno riconosciute. A partire dalle cascine, architetture più comuni del territorio associate alla vita di campagna, si fanno riferimento poi all'interno della filiera produttiva ai castelli, cantine moderne e antiche, cattedrali sotterranee, crutin, casòt e infernot. Di particolare interesse, in quanto afferenti al patrimonio rurale minore, sono le ultime tipologie. Per cattedrali sotterranee si definiscono quegli ampi spazi sotterranei, caratterizzati da ambienti voltati con mattoni faccia vista, che devono la loro forma e distribuzione degli spazi ai procedimenti di lavorazione del vino spumante. (Associazione per il patrimonio dei Paesaggi vitivinicoli di Langhe Roero e Monferrato, 2015) [10] Per crutin, si intendono quelle antiche architetture ipogee scavate nel tufo e voltate in mattoni riconducibili a delle piccole cantine per la conservazione domestica delle bottiglie. Per casòt, quelle unità fondiari costruite in pietra di supporto al contadino durante l'attività nei campi: fanno riferimento a diverse funzioni a seconda dell'esigenza del lavoratore, stalla, residenza temporanea, essiccatoi e cantine. Per infernot, una piccola camera sotterranea, scavata nella pietra e priva di luce ed aerazione. Era generalmente raggiungibile attraverso una cantina e veniva utilizzata per custodire il vino imbottigliato. La peculiarità di questi ultimi ha permesso al paesaggio agropastorale del Monferrato alessandrino, e dunque alla provincia di Alessandria, di far parte del Patrimonio Mondiale

dell'Umanità. (Associazione per il patrimonio dei Paesaggi vitivinicoli di Langhe Roero e Monferrato, 2015) [11]



Figure 1. I paesaggi vitivinicoli delle Langhe- Roero e Monferrato (©Alessandra Renzulli, 2021)

3.2. I *Climats* di Borgogna, patrimonio UNESCO 2015

Nel patrimonio vitivinicolo della Borgogna la relazione tra uomo e vite risale a più di 2.000 anni fa e, da quel momento, i suoi vigneti sono in costante evoluzione e producono vini di fama internazionale. L'impianto di impronta romana che definiva il paesaggio vitivinicolo borgognese è stato pian piano trasformato dai monaci e dai duchi di Borgogna durante tutto il medioevo, periodo in cui il potenziale viticolo della regione ha dato maggiormente i suoi frutti e che ha condotto all'impianto costruttivo della parcellizzazione del terroir. Da quel momento, il paesaggio vitivinicolo della Borgogna si inizia a configurare come un vero e proprio mosaico di piccoli appezzamenti, con qualità riconosciute e identificate come di eccellenza, che prendono il nome di *Climats*. Il carattere unico ed eccezionale del sistema territoriale borgognone risiede proprio nella nozione di *Climats*. Il termine designa una parcella o un insieme di parcelle di viti, conosciute con lo stesso nome da diversi secoli. Coniato dai borgognoni stessi, è utilizzato per la definizione di una zona di produzione del vino che beneficia di una particolare natura geologica, di grande diversità rispetto agli altri paesaggi vitivinicoli francesi perché legata alla storia, al *know-how* e alle tradizioni specifiche di quel posto e della comunità che lo ha plasmato. Attualmente i *Climats*, diffusi su tutto il territorio borgognone, sono 1.247, sono inclusi nella porzione di territorio che si estende dalla città Digione a quella di Santenay e divisi in due zone principali: quella della *Côte de Nuits* e quella della *Côte de Beaune*.

All'interno del sistema paesaggistico stratificato sono state identificate e tracciate, secondo tre temi principali, gli elementi tangibili che hanno portato a tale nomina: quelli che simboleggiano l'impulso politico, culturale ed economico, come gli archivi e i palazzi ducali; quelli legati alla produzione del vino, come le architetture rurali di supporto alla filiera; e

quelli legati alla commercializzazione dei vini, come le città e i negozi storici. Tra le principali architetture minori rurali troviamo i *cabotes*, edifici costruiti in pietre a secco disseminati nei vigneti e utilizzati come deposito per gli attrezzi o come riparo per il viticoltore contro il maltempo. I *meurgers*, ovvero cumuli di pietre che definiscono il confine dei *Climats*, derivanti dal disboscamento effettuato dai viticoltori per preparare il terreno alla coltivazione e provvedere al suo contenimento, allo smorzamento dei pendii e al deflusso dell'acqua piovana. I *murets*, ovvero muri antichi che accentuano i confini delle perimetrazioni e sono utilizzati per combattere l'erosione del suolo e limitare i danni causati dagli animali e dagli uomini. Ed infine, i *clos*, ovvero elementi rurali destinati a proteggere le viti andando a definire un vigneto chiuso, che sono circondati dai *murets* e creati sotto l'impulso delle abbazie cistercensi durante il X secolo e delle abbazie cluniacensi durante il XI secolo. (UNESCO, Les Climats du vignoble de Bourgogne, 2017) [12]



Figure 3. I Climats di Borgogna (©Alessandra Renzulli, 2022)

4. Così com'era o così com'è?

La diversa concezione e comprensione dello spazio rurale nei paesaggi vitivinicoli delle Langhe, Roero e Monferrato e dei Climats di Borgogna porta in auge un'attenta analisi delle componenti rurali valorizzate e da valorizzare. Riguardate in un'ottica di interdisciplinarietà, la valutazione conduce a definire le condizioni di sviluppo futuro degli elementi della rete attualmente dismessi, l'evoluzione dei contesti paesaggistici e le relative potenzialità latenti del territorio. Il legame tra l'antico e il nuovo, l'innovazione e la conservazione, rende necessario un confronto che va oltre i confini disciplinari, con problemi legati alla progettazione e al recupero dell'esistente, all'innovazione tecnologica e alla qualità della produzione architettonica nel rispetto della tradizione costruttiva e tipologica locale. Bisognerebbe dunque indagare il passato e interrogarsi sul presente, sul com'è e sul dov'è, e sul futuro, in che modo tali elementi possano rappresentare una grande potenzialità per il territorio. Per questo motivo, si sono presi in considerazione quei manufatti edilizi che sono ancora recuperabili nelle sue forme, sebbene molto deteriorati e con alti rischi di collasso

statico. Quegli edifici che sono soggetti all'evolversi nel tempo, in un processo d'invecchiamento repentino dovuto alla mancata attenzione e di perdita dell'identità culturale da parte del popolo che li ha costruiti. Ciò deriva dall'inutilizzo dell'edificio all'interno della filiera produttiva, ovvero dalla perdita della funzione originaria, del motivo per cui era stato costruito, e dunque della sua interconnessione con gli elementi rurali esistenti all'interno della rete paesaggistica. Tale processo sta conducendo, al giorno d'oggi, alla quasi scomparsa di queste tracce. Risulta dunque necessario interrogarsi e capire se e come poter reinserire questi elementi all'interno della sistema paesaggistico. L'architettura del cammino esemplifica questo tipo di pensiero.

4.1. Il caso studio: i casòt del Monferrato alessandrino e i *cabotes* borgognoni

Dall'analisi dei due paesaggi culturali vitivinicoli è emerso che il patrimonio rurale non valorizzato in Italia risulta maggiormente legato alla tipologia architettonica dei casòt, in particolare nella zona del Monferrato. Contrariamente a quanto avviene in Francia con i *cabotes* borgognoni, tipologia edilizia simile per dimensioni e funzioni a quella piemontese. I casòt fanno parte di quella tipologia di architettura rurale spontanea in quanto nata dalla necessità di rispondere alle esigenze della comunità e che traeva le sue capacità dall'esperienza. Per la costruzione, si utilizzavano materiali reperibili in loco, come la Pietra da Cantone nella zona del Monferrato, e si poneva molta attenzione ad adattarsi alla morfologia del terreno. Se c'era un pendio, ad esempio, lo si sfruttava per aprire un accesso per la formazione di un piano superiore e sviluppare la struttura su due livelli. Si parla di edifici rurali di piccola dimensione, di volumetria massima 30 mq e di supporto alla filiera produttiva in quanto fungevano da essiccatoi, cantine, magazzini e stalle, come anche da residenze temporanee per il contadino quando, allontanandosi eccessivamente dai nuclei abitativi, aveva la necessità di pernottare fuori. Solitamente quest'ultima funzione era abbinata a quella di stalla in quanto, nelle notti d'inverno, il contadino poteva riscaldarsi attraverso il calore proveniente dal bestiame locato al piano sottostante. Venivano così costruiti edifici a scala umana in armonia con la natura, autonomi e sostenibili, strettamente legati alla funzione che svolgevano e ben inseriti nel contesto culturale della comunità che li aveva progettati.



Figure 3. I casòt piemontesi e i cabotes borgognesi (©Alessandra Renzulli, 2021)

Il caso della Borgogna esprime come il latente potenziale di queste strutture potrebbe essere valorizzato. *L'Association des Climats du vignoble de Bourgogne*, ente gestore del sito UNESCO, ha avviato *Mission Climats -Aide financière à la restauration du patrimoine* (Association des Climats du vignoble de Bourgogne, 2019) [13] un progetto di restauro del patrimonio rurale dismesso ad uso non abitativo -*murgets, clos, murets, cabotes*. Dal 2019, sono 160 i progetti di proprietari privati o pubblici selezionati per ricevere finanziamenti per il restauro conservativo, con un massimo di copertura del 50% per opera. Tra i criteri di selezione: l'attenersi alle metodologie tradizionali e l'utilizzo di materiali locali, l'ausilio di aziende o associazioni specializzate in recupero conservativo per la fase di cantierizzazione e l'apertura alla possibilità di autocostruzione per la trasmissione dei saperi locali. Al momento, sono stati terminati circa 5 km di *murgets*, 10 *cabotes* ed 1 *clos*. *L'association Climats du Bourgogne* ha infatti condotto campagne di sensibilizzazione ed azioni concrete volte alla tutela e valorizzazione di questi beni minori attraverso l'incentivazione al restauro per favorire la preservazione dell'esistente in prospettiva futura nel suo rapporto con il passato. Il potenziale dei *cabotes* è stato preso in considerazione sia da enti pubblici che da enti privati. Infatti, spesso il recupero di tali beni è avvenuto grazie alle aziende produttrici vitivinicole che attualmente li utilizzano come *landmark* del territorio, per la promozione del proprio brand. Il nome del domaine figura a caratteri cubitali sull'edificio. (Association des Climats du vignoble de Bourgogne, 2019) [14] Talvolta invece, anche i comuni in collaborazione con associazioni di settore hanno proposto progetti volti ad incentivare il restauro di tali beni: una volta mappati, i *cabotes* sono stati inseriti all'interno di percorsi escursionistici per la *mise en scene touristique*, (Amirou, 1995) [15] ovvero per essere visionati durante le passeggiate turistiche come nel caso del *sentier des cabottes* a Pernand Vergelesse. (Circuit de randonnée pédestre, 2015) [16] Ciò ha condotto, ancora una volta, al riconoscimento del potenziale valore di queste architetture rurali rendendole ancora di supporto e attrattive per la filiera vitivinicola.

Se in Borgogna questo tipo di architetture sono state oggetto di tutele e programmi di restauro, in Italia il patrimonio rurale minore legato alla tipologia dei casòt risulta essere attualmente dismesso. Col passare del tempo, la perdita di funzione rispetto le esigenze attuali ha condotto ad un processo di repentino degrado e allo stato di abbandono di queste tracce del territorio, utilizzate anche come cave di materiale dalla stessa popolazione che li ha costruiti.

5. L'architettura del cammino per uno sguardo al futuro: la proposta di casòt in rete

Il recupero dei casòt, patrimonio rurale minore attualmente non valorizzato, potrebbe dunque rappresentare quel potenziale inespresso utile al fine di preservare il binomio tra cultura e territorio, tra tradizione e innovazione. Il complesso sistema di conoscenze tradizionali, anche legate alla cultura costruttiva, è tradizionalmente conservato dalle comunità locali attraverso la trasmissione dei saperi tramandati in forma orale di generazione in generazione. Si tratta di sistemi in continuo mutamento che rendono tale patrimonio tanto ampio quanto fragile proprio perché i processi di trasmissione e condivisione sono fortemente sensibili ai cambiamenti sociali, economici e ambientali. La dinamicità con cui ogni traccia del paesaggio è soggetta al mutamento fisico e culturale è dovuta al tempo, ma anche alle esigenze della comunità e allo sviluppo economico e sociale del territorio nel tempo.

In seguito alla nomina a Patrimonio UNESCO dei paesaggi vitivinicoli delle Langhe-Roero e Monferrato, un ruolo fondamentale viene assunto dall'aumento della domanda turistica e dunque dall'attenzione alla gestione dei flussi turistici al territorio da parte della Regione. In particolare, il marketing territoriale tende a collimare l'ambito turistico con quello agroalimentare in modo da coordinare un'attività strategica che operi adeguatamente sul mercato cogliendone le continue evoluzioni. L'architettura del cammino si propone dunque di combinare questi due aspetti nel rispetto della tradizione costruttiva del passato, superando il concetto francese della *mise en scene touristique*: l'obiettivo è il recupero dei casòt secondo la tradizione, ma con l'intenzione di reinserirlo all'interno del sistema escursionistico piemontese e del sistema paesaggistico stratificato attraverso la sua rifunzionalizzazione e la sua successiva messa in rete. Se la *mise en scene touristique* si propone di restaurare il bene al fine di renderlo oggetto di attenzione da parte del turista, l'architettura del cammino tiene conto di renderlo fruibile dall'escursionista. I *cabotes* borgognesi infatti, a causa delle ridotte dimensioni e per la volontà di preservare il bene così com'è, non sono rifunzionalizzati e dunque non sono attualmente usufruibili, ma solo visitabili principalmente dall'esterno). Fanno eccezione pochi edifici, in particolare quelli restaurati da aziende vitivinicole locali in cui talvolta si svolge in tempi limitati una delle fasi di degustazione durante la visita alle cantine. Nel caso dei casòt piemontesi invece, il supporto alla rete turistica locale avverrebbe introducendo nuove funzioni legate al turismo enogastronomico e lento, non relegando le architetture a divenire oggetti del paesaggio, ma i nodi identitari della rete culturale, tessere fondamentali per il riconoscimento del territorio e della sua storia. Nonostante le piccole dimensioni e la posizione all'interno del paesaggio vitivinicolo si presterebbero a divenire una potenzialità per la configurazione di un albergo diffuso su tutto il territorio di supporto all'escursionista che si allontana troppo dalla città durante il percorso. Le tipologie d'usufrutto potrebbero essere diverse: dalla possibilità di riposare al fare un pit stop, da camera d'albergo al semplicemente piantare una tenda al coperto. Il turismo esperienziale del vivere il territorio e la bellezza campagna vitata vissuta anche di notte, permetterebbe di valorizzare questa costellazione diffusa di memorie storiche e sistemi costruttivi, facendo in modo che tale patrimonio possa diventare un vero e proprio veicolo di identità culturale.

Esperienza, innovazione e rispetto della tradizione sono tutte azioni che si concretizzano nell'architettura del cammino, dove appunto passato, presente e futuro si fondono per preservare l'identità del territorio e della comunità che lo vive e per continuare la narrazione di un sistema culturale vivente.

6. Conclusione

Con l'architettura del cammino non si intende parlare né di restyling, come se si volesse aggiustare qualcosa che non va, né di interventi per ricostruire in modo da far sembrare che le cose successe debbano essere cancellate o ripristinate a priori per poter andare avanti. Si propone invece di cogliere quelle potenzialità nascoste che potrebbero favorire il territorio secondo le attuali e future esigenze, risarcendo piccole lacune culturali in modo da impedirne il repentino degrado e la definitiva scomparsa. La lettura alla base del paesaggio è appunto quella di un complesso sistema stratificato in cui ogni traccia ha un suo peso, soprattutto facendo riferimento ad un territorio denominato Patrimonio Mondiale dell'Umanità in cui vi è un forte sistema di tutela e valorizzazione dei beni culturali e paesaggistici e particolarmente sensibile alle tematiche sollevate. L'architettura del cammino si propone ancora di intendere il paesaggio come esperienza aperta, un'opera modificabile continuamente nello spazio e nel tempo nel rispetto storico, ma anche delle sfide future. Rispetto ciò, i casòt sono stati individuati come tipologia architettonica volta a rappresentare i punti del sistema complesso su cui sviluppare strategie progettuali con l'intenzione di ottimizzare le presenze sul territorio. L'azione antropica deve operare sui beni attraverso attività di conservazione, restauro e valorizzazione delle presenze che permettono di affinare l'approccio conoscitivo cogliendo quell'insieme di valori che ne manifestano la vera potenzialità. Il progetto della rete di casòt è inteso come continuum in termini di manutenzione, conservazione e innovazione. Si è proposto quindi un'ipotesi di conservazione e valorizzazione di questi edifici attraverso un progetto che è partito dalla ripresa delle tracce fisiche del territorio, lette con uno sguardo rivolto sia alla materialità che all'immaterialità, per essere poi rivisitato in una chiave di lettura innovativa e sostenibile, per far sì che quell'insieme di singolarità che richiamano a sé saperi, tradizioni e maestranze del paesaggio piemontese si possano inserire nuovamente e ancora più fortemente rispetto al passato in un contesto paesaggistico unico nel suo genere.

Bibliografia

- [1] Mignard B. R., Buisset, Denfer J. Guide des constructeurs traité complet des connaissances théoriques et pratiques relatives aux constructions, vol. II. Paris: E. Lévy Editeur, 1847
- [2] Filippo Re. Annali dell'Agricoltura del Regno d'Italia, vol. XIII. Milano: Giovanni Silvestri, 1812
- [3] Séheult F. L., Picou H. J., Coste J. B. Recueil d'Architecture, dessiné et mesuré en Italie, dans les années 1791, 92 et 93. Paris: Chez Bance aîné, 1821
- [4] Biasutti R. La casa rurale nella Toscana. Bologna: Forni, 1928
- [5] Pison G. L'enquête d'architecture rurale du Chantier 1 423. Techniques et architecture 1943, 3e année, Novembre- Décembre: 312-324
- [6]
- [7] Il Vecchio P. Naturalis Historiae, vol. XIV, p. 9-104

[8-9] UNESCO World Heritage List. The Vineyard Landscape of Piedmont: Langhe-Roero and Monferrato. Executive Summary. Parigi: World Heritage, 2015

[10] Associazione per il patrimonio dei Paesaggi vitivinicoli di Langhe Roero e Monferrato. Canelli e l'Asti spumante, La tradizione spumantiera, 2015
<https://www.paesaggivitivinicoliunesco.it/patrimonio/canelli-e-asti-spumante/>

[11] Associazione per il patrimonio dei Paesaggi vitivinicoli di Langhe Roero e Monferrato. Il Monferrato degli Infernot. La Pietra da Cantoni, 2015.
<https://www.ecomuseopietracantoni.it/il-monferrato-degli-infernot/>

[12] UNESCO, Les Climats du vignoble de Bourgogne. Rapport de suivi des recommandations du Comité du patrimoine mondial figurant dans la décision d'inscription des Climats du vignoble de Bourgogne (39 COM 8.B.23). Beaune: Association Des Climats Du Vignoble De Bourgogne Patrimoine Mondial, 2017

[13-14] Association des Climats du vignoble de Bourgogne. Aide financière à la restauration du patrimoine. 2019. https://www.climats-bourgogne.com/fr/dispositif-patrimoine-viticoles-des-climats_638.html

[15] Amirou, R. Imaginaire tourisme et sociabilité du voyage. Paris: Presses universitaires de France, 1995

[16] Circuit de randonnée pédestre. Sentiers des cabottes a pernard-vergelesses. 2015
<https://www.randogps.net/randonnee-pedestre-gps-cote-dor-dijon-21.php?num=100&meta=SENTIERS%20DES%20CABOTTES%20A%20PERNAND-VERGELESSES>



Luogo e identità: comprendere il *Genius Loci*.

Place and identity. Conceiving the *Genius Loci*.

Di Mari Giuliana – Politecnico di Torino, Torino, Italia, giuliana.dimari@polito.it

Garda Emilia Maria - Politecnico di Torino, Torino, Italia, emilia.garda@polito.it

Renzulli Alessandra – Università della Sapienza di Roma, Roma, Italia, alessandra.renzulli@uniroma1.it

Vitale Denise - Politecnico di Torino, Torino, Italia, vitaledenise.vd@gmail.com

Abstract: The *Genius Loci* sinks roots in the classical era, where the *Genius* was everyday part of everyday life. This paper is an attempt to capture the true sense of the *Genius* figure analyzing verses from authors who have written about it and reporting some iconographic illustrations. There are a lot of literary sources and different interpretations, and these are often contradictory.

Today this locution is used in various contexts, however we can recognize the *Genius Loci* in some places and cities, and it can remain in our memories. Someone could make a transposition between *Genius* and place, because just as devastating a place could antagonise the *Genius Loci*, in the same way when the soil of a territory is overused, depriving it of its resources, and when the relationships between location and morphology are neither understood nor respected, there is a risk that it will rebel, giving rise to natural phenomena of no small consequence.

Keywords: *Genius Loci*, Classical era, site, nature.

1. Introduzione

In architettura la locuzione *Genius Loci* viene adottata per far riferimento all'interazione tra luogo e identità, riguarda il luogo ma anche l'uomo nello stesso ambiente, risulta essere quindi trasversale. In definitiva, comprende le caratteristiche proprie di un ambiente concatenate con l'uomo e le abitudini con cui esso vive questo ambiente.

La locuzione *Genius Loci* nasce in epoca romana, tuttavia, nel tempo ha assorbito alcune caratteristiche del *Daimon* ('*Δαίμων*' in greco antico) ed è quindi stato contaminato dal mondo ellenistico, divenendo un dio pedagogico che accompagna e guida l'uomo per tutto il corso della sua vita.

Il *modus operandi* è stato quello di partire da fonti più recenti che trattassero l'argomento, andando poi a ricercare gli argomenti citati nei testi originali e nelle traduzioni degli stessi. È stato necessario fare una cernita di fonti e interpretazioni poiché numerose e diverse tra loro, sono state inoltre selezionate le interpretazioni più interessanti e significative al fine di inquadrare il *Genius* da diversi punti di vista.

2. Che cos'è il *Genius Loci*?



Figura 1. Anastasia Savinova, *Genius Loci*: Patchwork di pezzi di città, l'artista cerca di unire in un'immagine l'atmosfera e lo spirito del luogo.

Fonte: ©ANASTASIA SAVINOVA 2022.

Lo studio dei luoghi è un aspetto tradizionale della geografia. Tuttavia, l'architettura è la disciplina che si è più concentrata sul *Genius Loci* per la necessità di chi progetta e costruisce di instaurare un intimo dialogo con i luoghi.

Proprio in architettura infatti, nell'epoca moderna, questa locuzione viene adottata per individuare una forma d'approccio fenomenologico allo studio dell'ambiente che consiste nell'interazione tra il luogo e la sua identità.

Il termine riassume l'insieme di quei caratteri, socio-culturali, architettonici, comunicativi, o comportamentali, che contraddistinguono un luogo, un ambiente, una città.

Questo concetto è sempre esistito, basti pensare ad artisti e scrittori che spesso hanno trovato ispirazione proprio nel carattere locale, spiegando fenomeni della vita quotidiana e dell'arte, facendo riferimento al contesto e al paesaggio.

Visitando un luogo si percepiscono un carattere e un'essenza distinguibili, determinati dalle caratteristiche di ciò che in esso esiste, come opere (siano esse materiali o immateriali), enti e individui che lo rendono unico e immediatamente riconoscibile nonostante, il paesaggio, come una città, abbia un carattere mutevole nel tempo, perché varia a seconda delle stagioni, in base alla luce o alle condizioni meteorologiche.

Il legame con il luogo è qualcosa che sta alla base dell'esistenza dell'uomo ma, il *Genius Loci*, che si potrebbe genericamente intendere come l'intimità del luogo, la sua aura, la sua profonda essenza, da dove trae il suo significato originario? Qual è l'origine di una locuzione che appare tanto ricca di senso?

Presso le mitologie e le teologie antiche, determinati luoghi erano percepiti come pregni di una carica emotiva: essi erano ritenuti il luogo di elezione di una divinità o di un demone che indugia e agisce in particolari situazioni. Nell'antichità la sopravvivenza dipendeva dal rapporto con il luogo e, come i romani, anche i greci riconobbero nel *Daimon* un'entità in grado di controllare, tutelare, vegliare e proteggere il luogo in cui doveva avere luogo la loro esistenza. Per citare altri esempi, nell'antico Egitto la campagna era coltivata in rapporto alle inondazioni del Nilo, ma anche la struttura del paesaggio agricolo era utilizzata come

modello per la disposizione di edifici pubblici, che dovevano dare all'uomo un senso di sicurezza. [1, C. Norberg-Shulz, 1974].

Per capire a fondo il senso e il significato di questa locuzione è necessario risalire alle sue origini e quindi all'epoca romana e a quella greca.

3. L'umanizzazione della natura

Una delle migliori espressioni dell'idea che un luogo abbia una identità intrinseca, un'essenza, o meglio una personalità, la troviamo all'interno di due grandi opere di Virgilio: le *Bucoliche* e le *Georgiche*.

In queste due opere la natura non ha solo una propria essenza ma è in grado di provare emozioni e impartire principi di vita.

Le *Bucoliche* sono ambientate in un mondo esterno alla realtà, ovvero nella mitica regione greca dell'Arcadia, nota fin dal periodo ellenistico per essere una zona popolata dai pastori e geograficamente localizzata come regione centrale del Peloponneso.

La natura che troviamo è uno scenario idilliaco, ricco di alberi in fiore che producono ombra, api, uccellini che cinguettano, corsi d'acqua che stimolano con il loro suono il sonno. È una natura in armonia che ci viene descritta nella sua bellezza assoluta e viene definita luogo ameno (*locus amoenus*). L'Arcadia però non è mai un luogo di evasione, dove dimenticare dolori e sofferenze, anzi, è il luogo nel quale proiettare in una dimensione lontana, le tensioni della realtà. Il dolore viene quindi non tanto cancellato ma sublimato dalla natura idilliaca. Infatti, nelle *Bucoliche* la natura non è solo sullo sfondo, Virgilio evidenzia come l'armonia e la bellezza possano rompersi, connotando tutte le creature che in esso vivono di un'estrema sofferenza. Tutti gli elementi naturali diventano proiezione del dolore che l'uomo prova.

Già nei versi 11-18 della prima *Bucolica* possiamo individuare il senso di questa natura che partecipa ai sentimenti dell'uomo:

«Melibeo:
*Non ho invidia, credimi, meraviglia piuttosto,
 tale è il subbuglio che regna dovunque tra i campi.
 Io stesso, a fatica, spingo le mie caprette, e questa
 la porto a stento con me: qui tra i folti noccioli ha lasciato,
 sulla nuda pietra, due piccoli, appena sgravati, speranza del gregge.
 Questa sventura, del resto, se fossimo stati più accorti,
 ci era stata predetta, ricordo, dalle querce colpite dal fulmine.
 Ma chi è questo Dio: Titiro, dillo anche a noi.»*
 [2, A. Natucci, F. Zanasi (a cura di), 2010]

Melibeo spiega come sia circondato dal caos e lui, ormai vecchio e debole, deve portare avanti il suo gregge, ma all'interno di questo gregge c'è una pecora che ha generato due gemelli. Il parto non viene però narrato come un momento felice perché l'animale ha dovuto partorire sulla "nuda pietra" e non ha quindi potuto vivere il suo rapporto armonioso con la natura perché costretta a spostarsi, ad andare via. Questa scena di vita diviene così un momento desolante e malinconico, la pecora partorisce non sull'erba ma su una pietra, sofferente. In questo senso la natura non funge solo da cornice ma partecipa delle sofferenze e ai dolori dell'uomo.

D'altronde, Virgilio è fortemente influenzato dal contesto storico all'interno del quale si colloca l'opera: le *Bucoliche* sono ambientate nell'Italia del I secolo a.C., Virgilio assiste

alla congiura di Catilina, all'ascesa di Giulio Cesare, ed al suo assassinio avvenuto nel 44 a.C. A trionfare, in seguito, è Ottaviano, il quale espropria i suoi contadini dalle terre per distribuirle come ricompensa ai *milites*, come ringraziamento dei loro servigi. Virgilio vive questa decisione come sintomo di sopruso, rimane drammaticamente colpito e descrive la sofferenza sia di chi ha perduto queste terre, che della natura, la quale, come nel passo appena citato, è costretta a spostarsi e viene sradicata dalle sue radici originarie.

Le *Georgiche* si collocano invece in un momento in cui il ministro di Ottaviano, Mecenate, con un'avveduta politica agricola, cercava di riportare all'amore per la terra sia i vecchi sia i nuovi proprietari dei fondi confiscati, tanto da commissionare, a fine propagandistico, l'opera virgiliana. Si tratta di un poema didascalico che ha lo scopo di invitare a intraprendere un percorso di vita spirituale.

Si vuole stimolare nei lettori l'attenzione per questi luoghi che, in seguito alle guerre civili, erano in gran parte desolati infatti c'era una grande crisi della piccola agricoltura a favore dei latifondi, soprattutto a seguito dell'esproprio delle terre consegnate ai veterani, tema già trattato in controtela nelle *Bucoliche*.

Il paesaggio presente all'interno delle *Georgiche* non è di fantasia ma è un mondo reale, ovvero la campagna nella sua concretezza e durezza. In questo caso, il paesaggio diviene protagonista non perché capace di vivere le emozioni dell'uomo, ma perché portatore di valori e principi. Il paesaggio rurale della campagna, infatti, richiede un lavoro continuo per non essere sterile e il poeta è consapevole dell'aspra fatica che caratterizza la vita del contadino. Proprio per questo motivo la campagna è ritenuta il luogo in cui i valori del *mos maiorum*, ovvero i valori tradizionali della concordia, della pace, della sobrietà, della laboriosità, della devozione religiosa, della castità e del patriarcato, trovano l'attuazione pratica. La vita rustica è rappresentata come la più consona alle esigenze dell'uomo e come tale viene idealizzata.

4. Il *Genius* nel mondo latino

«*Genius*, -ii: genio e cioè generatore della vita, divinità che presiede dalla nascita dell'uomo e lo accompagna nella vita partecipando alle gioie e ai dolori, e lo protegge come nume tutelare con il quale anche si confonde e identifica. Proteggeva anche tutto ciò che riguardava la famiglia, le cose, le città, le proprietà, gli affari e ogni operazione umana. *Genius* deriva da *geno*, forma arcaica di *gigno*, che significa appunto generare, partorire, creare, produrre. Far sorgere, cagionare, produrre.» [3, L. Castiglioni, S. Mariotta, 1996]. Precisiamo che i *Genii* furono antecedenti agli Dei, in quanto retaggio della religione animistica, la prima delle religioni.

Tra le fonti che ci sono giunte è bene citare l'opera *De die natali* del retore Censorino, di cui egli stesso fornisce un'indicazione temporale precisa dell'anno di composizione, il 238 d.C.; nella stessa opera l'autore si presenta come un cliente abbastanza giovane di un patrono, Quinto Cerellio, di 49 anni, a cui dedica questo scritto per il suo compleanno. Nelle prime pagine viene presentato un *excursus* sul Genio, cioè la divinità sotto la cui tutela ognuno vive fin dalla nascita:

«*Genius* è il dio sotto la protezione (tutela) del quale ciascuno vive dalla nascita. Deriva sicuramente il proprio nome, *Genius*, da *geno* (“generare”), o perché veglia sul fatto che noi siamo generati, o perché lui stesso generato con noi, o, ancora, perché si impossessa di noi (*suscipi*) una volta che siamo generati e ci protegge. Molti autori antichi hanno sostenuto che *Genius* e i *lari* sono identici [...].

Si è creduto che questa divinità avesse su di noi il potere più grande, la totalità del potere. Alcuni eruditi hanno difeso l'opinione secondo la quale bisogna venerare due geni, ma solo nella casa in cui vivessero coppie sposate. D'altra parte, Euclide, discepolo di Socrate, afferma che è stato attribuito a ciascuno un doppio genio (adpositus) [...]. Generalmente, dedichiamo ogni anno la nostra vita come se la dedicassimo al genio [...]. Ma il genio è stato aggiunto a noi (adpositus) quale protettore vigilante (adsiduus observator) così che non si allontani neanche per un istante da noi (longibus abscedat), ma ci accompagni dall'istante in cui usciamo dall'utero fino all'ultimo giorno della nostra vita (comitetur).»
[4, C. A. Rapisarda, 1991]

Questa digressione di Censorino chiarisce la figura del *Genius* che si presenta come un 'accompagnatore originario'. Rimane però poco chiaro se questo vegli sulla nascita, e quindi sul parto, venga generato con l'uomo o ancora, si appropri dell'uomo subito dopo la sua nascita. In ogni caso questa divinità accompagna l'uomo dal primo all'ultimo giorno della sua vita e non si allontana mai da esso.

Inoltre, Censorino afferma che nelle case ci sono due geni, e quindi uno appartenente alla moglie e l'altro al marito. Menzionando poi una teoria diversa, quella di Euclide: ciascuna persona ne possiede due.

4.1. Le 'dimensioni' *Genius*

Con il tempo il concetto di Genio si è espanso fino a comprendere porzioni sempre più vaste di realtà, comprese quelle pubbliche, che portarono alle formule *Genius Augusti* o *Genius populi romani*, che sono comunque entità e creazioni umane. Tuttavia, prima di questa astrazione e dell'estensione a culto pubblico, l'espressione *Genius patris familias*, rimanda al culto domestico e alla società romana. Infatti, se si fa riferimento nuovamente all'etimologia di *genō*, da cui deriva appunto *Genius*, essa annovera tra i suoi derivati il sostantivo femminile *gēns*, *gentis*, ovvero il 'clan', il gruppo di coloro che si richiamano a un antenato comune attraverso una discendenza maschile. Il concetto poi si sfuma e si amplia indicando la famiglia, la discendenza, la razza e anche la nazione e il popolo.

Per ciò che riguarda la dimensione domestica, Plauto nel prologo dell'*Aulularia* fa dire al Lare «*hanc domum iam multos annos est cum possideo et colo patri avoque iam huius qui nunc hic habet*» (*Da molti anni la posseggo, la casa, e la proteggo, per il padre e il nonno di quegli che ora la abita*) [5, G. Augello (a cura di), 2013], questo per indicare che è da attribuire proprio all'azione permanente delle divinità domestiche l'esistenza della casa e della famiglia.

Apuleio nel *De Deo Socratis* scrive che il *Genius* "possidet domum" (*possiede la casa*), ciò significa che è una delle divinità domestiche a cui si affiancano i Lari e i Penati, con i quali spesso si confonde o viene identificato. I luoghi di venerazione dei Lari sono il focolare, centro sacro della casa, e il *compitum*, che ha un ruolo fondamentale: significa 'bivio' o 'crocicchio', identifica il confine che divide le proprietà terriere tra di loro ed è un luogo significativo in quanto si radica nella dimensione socio-economica romana, la terra è d'importanza fondamentale per il sostentamento della famiglia. Proprio in questo luogo sacro venivano celebrati i *Compitalia* (festività annuali in onore dei *Lares Compitales*). Di uguale importanza vi è anche il *lararium* che consisteva in un'istallazione a carattere sacrale in ambito domestico che si prestava alle più varie formulazioni, sia dal punto di vista architettonico che decorativo.

Occorre però necessariamente descrivere brevemente la differenza fra *Genius*, *Lares e Penates*. Il *Genius* nasce insieme all'individuo e lo protegge per tutto il corso della vita, è inoltre depositario della sua personalità. La ricorrenza in cui viene celebrato è tipicamente il compleanno, in cui venivano effettuate offerte di vino, fiori, torte e incenso. Più propriamente esso personifica il *dies natalis* (*il giorno della nascita*), costituendo la personalità dell'individuo che si è formata in quel momento; i *Penates* proteggono soprattutto il *pater familias* e i suoi parenti, ogni famiglia aveva i propri Penati, o antenati, i quali venivano trasmessi in eredità insieme ai beni patrimoniali; infine, i *Lares* esercitano una protezione allargata alla *familia* nella sua accezione più ampia e contemporaneamente al luogo in cui questa dimora. I Lari rappresentano gli spiriti protettori degli antenati defunti che, unitamente ai Penati, vegliavano sul buon andamento della famiglia, della proprietà, delle attività in generale, della casa in cui essi hanno abitato e che hanno trasmesso ai propri discendenti. Erano le divinità protettrici dei luoghi ed erano collocate nei punti di incrocio delle strade. In sostanza, i *Lares* sono strettamente legati al luogo, quindi non seguono l'uomo nei suoi traslochi e spostamenti, a differenza dei *Penates*.

Per onorare la loro potenza, quotidianamente, i componenti della famiglia e la servitù, offrivano sacrifici al Genio e ai Lari.

Al *Genius*, essendo principio di generazione, si votava la sposa durante i riti di matrimonio e ad esso era consacrato il *lectus genialis*, ossia il talamo nuziale che propiziava gli sposi in vista della perpetuazione della stirpe. A tal proposito, è necessario aggiungere che la donna era protetta anche da *Iuno*, Giunone, dea del matrimonio e del parto e per questo denominata *Iuno Lucina*, 'che porta alla luce il nascituro'. Nelle descrizioni pervenute riguardo allo svolgimento dei riti nuziali, si narra che la sposa, appena giunta nella dimora dello sposo, doveva preparare l'ambiente affinché lo si proteggesse da influenze esterne nefaste: avveniva dunque l'unzione della porta e gli stipiti erano ricoperti con della lana, lo sposo mostrava il fuoco e l'acqua e la sposa pregava dinanzi al *lectus genialis*. La sposa inoltre doveva sedersi sull'immagine di un membro virile e donare una moneta al marito, o comunque al suo *Genius*, al Lare domestico e a quello del *compitum*. Il rito nuziale, in particolare per la presenza di dieci testimoni, appare essere il lascito di un tempo in cui il matrimonio non costituiva un legame fra due famiglie, ma si radicava in un 'clan', in una riunione di diverse famiglie patriarcali.

Oltre a rappresentare il principio di generazione e ad avere un legame protettivo con i coniugi, il Genio è stato attribuito ad ogni luogo, tanto da aver assunto l'accezione di *Genius Loci*. Questa attribuzione è dovuta, forse, all'assimilazione di questa entità ai Lari, a partire dall'età augustea. Si tratta di un paragone improprio perché il Lare veglia sulla terra posseduta dall'uomo o sulla terra che l'uomo attraversa (come i Lari Compitali), mentre il *Genius Loci* vigila sul luogo abitato e frequentato dall'uomo, è dunque la divinità protettrice di un determinato sito ma nella relazione che questo ha con la sfera umana che lo abita e lo vive. Dunque, ogni luogo aveva un suo *Genius*, incline o ostile, a seconda dell'atteggiamento dell'individuo.

5. Il *Daimon* Greco

«*Δαίμων* -ονος, ό, η: A- divinità, dio, dea. Potere divino, destino, sorte. B- Demone, essere divino o soprannaturale fantasma, genio (individuale), nume tutelare. C- Spirito maligno, demonio.» [6, F. Montanari, 2004]

È proprio l'influenza greca che concepisce il *Genius* come un dio pedagogico che accompagna l'uomo determinandone, in positivo o in negativo, la sorte. Anche il *Daimon*

greco è un nume tutelare, è un essere che si pone a metà strada fra ciò che è divino e ciò che è umano. Nella cultura religiosa greco-antica ostacola l'interazione tra queste due dimensioni; nella filosofia greca, ha invece funzione di intermediario tra l'uomo e il divino. Il *Daimon* come potenza maligna che suscita angoscia e si impossessa dell'uomo è l'accezione più frequente nella filosofia greca e in particolare in quella platonica, in questi termini è descritto anche all'interno dell'*Odissea*.

Nelle *Opere e i giorni* di Esiodo, tra i secoli VIII e VII a.C., questa entità comincia ad assumere un nuovo significato, qui il demone è lo stato *post mortem* che assumono gli esseri della prima generazione aurea (l'età dell'oro):

*«Poi, dopo che la terra questa stirpe ebbe coperto,
essi sono, per volere del grande Zeus, Demoni
propizi, che stanno sulla terra, custodi dei mortali,
e osservando le sentenze della giustizia e le azioni scellerate,
vestiti di aria nebbiosa, ovunque aggirandosi sulla terra,
dispensatori di ricchezze: questo privilegio regale posseggono»*
[7, C. Cassanmagnago (a cura di), 2009]

Nel V secolo a.C. Eraclito di Efeso ne parla invece come di un destino legato all'indole e al carattere dell'uomo, dice infatti «*ἦθος ἀνθρώπων δαίμων*» (*il carattere, per l'uomo, è il suo destino*). [8, F. Fronterotta (a cura di), 2013]

La più nota accezione di *Daimon* è sicuramente quella appartenente al padre della filosofia occidentale, Socrate e tramandata da Platone e Apuleio.

Il filosofo greco Platone narra in una delle sue opere più ampie, *La Repubblica*, in conclusione del *Libro X*, il mito di Er, dove esplicita molto bene la sua idea secondo cui dopo la morte c'è la vita. Er, figlio di Armenio, era un soldato valoroso originario della Panfilia, morto in battaglia. Mentre egli stava per essere arso sul rogo funebre, si ridestò dal sonno mortale e raccontò quello che aveva visto nell'aldilà. La sua anima, appena uscita dal corpo, si era unita a molte altre e camminando era arrivata in un luogo divino dove i giudici delle anime sedevano tra quattro aperture: due per chi interagiva con il cielo e due per chi interagiva con le profondità della terra. Le anime rimaste per sette giorni in quel luogo venivano poi costrette a camminare per quattro giorni fino a quando giungevano in vista di una sorta di arcobaleno al cui estremo pendeva il fuso, simbolo del destino, posato sulle ginocchia della dea Ananke (Necessità). Importanti sono le figure delle tre Moire, le figlie di Ananke, che sedevano in cerchio poco distanti dalla madre: Cloto, filava e cantava il presente, Lachesi, il passato, e Atropo, 'colei che non può essere dissuasa', il futuro. Un araldo presentava le anime disposte in fila a Lachesi e, dopo aver preso dalle sue ginocchia un gran numero di sorti e modelli di vita, procedeva al sorteggio avvertendo che ognuno sarebbe stato responsabile della sua scelta e che nessuno sarebbe stato favorito, poiché anche chi avesse scelto dopo il primo avrebbe avuto dei modelli di vita sempre più numerosi di coloro che dovevano ancora scegliere.

Er raccontava poi come le anime sceglievano, oltre che in base alla fortuna del sorteggio, secondo le abitudini contratte nella vita precedente. Dopo aver compiuto la scelta, ogni anima riceveva da Lachesi il *Daimon*, il genio tutelare, che si sarebbe assicurato del compimento della vita prescelta; quindi, l'anima doveva andare da Cloto a confermare il suo destino e infine da Atropo che lo rendeva immutabile. Giunta la notte, mentre le anime stavano dormendo, un terremoto le gettò nella nuova vita assieme a Er, che, svegliatosi sulla

pira funebre, poté raccontare come, conservando la memoria dell'esperienza passata, si può vivere serenamente una vita giusta e saggia in questo e nell'altro mondo.

Socrate invece, si diceva tormentato da questa voce interiore che, non gli indicava come pensare e agire, ma piuttosto lo dissuadeva dal compiere una determinata azione. Riferendosi proprio al *Daimon*, dice di esser continuamente spinto da questa entità a discutere, confrontarsi, e ricercare la verità morale:

*«ch'ei m'avviene un che divino e demoniaco,
come disse nella querela anche Meleto, pigliandosene gioco.
Ed è una cotale voce, che, sino da fanciullo, sento io dentro.
E tutte le volte che io la sento, mi svolge da quello
che son per fare: sospingere, non sospinge mai.»*
[9, C. Carena (a cura di), 1988]

Questo spirito-guida, secondo il filosofo, è in realtà presente in tutti gli uomini, e accompagna ciascuno nel corso della propria vita. Non solo. Il *Daimon* è anche il compagno scelto nell'*Ade* dall'uomo prima di cominciare la sua esistenza terrena e che, dopo la morte, guida l'anima sino al luogo in cui deve essere giudicata. Dunque, esso si configura come uno spirito-guida della coscienza, si identifica con le forze divine del male o del bene e arriva durante il sonno a consigliare ed illuminare.

6. La raffigurazione del *Genius*

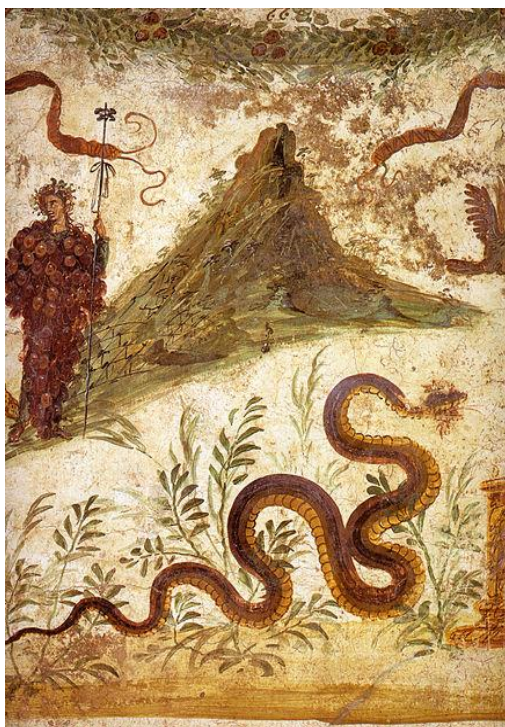


Figura 2. In questa pittura murale pompeiana del 70 a.C. la divinità accanto al Vesuvio è Bacco, forse relativo alle vigne delle pendici del vulcano, e il Genius Loci è rappresentato dal serpente. Fonte: ©Wolfgang Rieger.

Il *Genius* ha rapporti con il mondo sotterraneo oltre ad avere la funzione di protettore e generatore, tanto che frequentemente viene identificato con i Lari che, nella loro concezione più antica, rimandano all'anima dei morti di cui si aveva timore per l'eventualità che riconquistassero il mondo dei vivi. Esso poteva apparire come umano o come animale, come il cervo, attributo di Diana, la civetta, sacra a Minerva, o la colomba, sacra a Venere. Gli antichi Geni erano alati, come immagine non corporea, per la loro capacità di sottrarsi alle rigide categorie umane del tempo-spazio.

Solitamente veniva raffigurato come un uomo togato, a volte sdraiato su una lettiga, nell'atto di mostrare i simboli della sua doppia natura: la cornucopia, che rappresenta la natura divina, e la patera, utensile utilizzato per i sacrifici che indica la sua natura mortale.

In particolare, sotto forma di serpente, il *Genius* si identifica come spirito preposto ai cicli vitali di nascita, morte e rigenerazione, oltre che simbolo della Madre Terra. Sotto queste sembianze, può essere paragonato al greco “*ἀγαθός δαίμων*” ovvero il genio benevolo, che i romani chiamavano “*Genii Agathodaimones*”.

A Pompei è presente, all'interno del *lararium* (la parte di *Domus* riservata al culto domestico) dell'atrio servile della Casa del Centenario, un affresco dove vi è l'immagine Bacco, rivestito da grappoli d'uva, che versa del vino al suo animale preferito, la pantera; in alto è stato rappresentato un festone con bende ed uccelli e in basso il serpente Agatodemone ovvero il *Genius Loci*, indirizzato verso un altare cilindrico; il monte visibile è presumibilmente il Vesuvio per come appariva prima dell'eruzione del 79 d.C., caratterizzato da una sola cima, e fittamente ricoperto di vegetazione, fra cui si riconoscono filari di vitigni ai suoi piedi. Anche nella Casa del Citarista troviamo un piccolo e solitario aspide. Sempre a Pompei all'interno di una *domus* privata situata nella Regio V è stato trovato un ambiente destinato al culto domestico in cui una parete presenta un'edicola con il larario domestico e appaiono raffigurati due serpenti di dimensioni e colorazione tra loro differenti, illustrati mentre si trovano a guardare un *sacellum* (sacello) con offerte presenti, sotto forma di uova o pigne. Il tema iconografico dei serpenti che s'intrecciano intorno al larario stesso è rappresentato a Pompei in almeno trenta casi simili. [10, S. Bianchi, 2018]

Il *Genius Loci* sotto forma di serpente appare anche in alcune pitture parietali di Ercolano, in particolare vi è la colossale fontana del serpente-drago della Palestra, che si rifà ai serpenti, larari con le loro gigantesche volute a lato dei sacelli domestici e compitali di Pompei e di Ercolano e soprattutto, al motivo dell'albero e del serpente espresso nel serpente custode dell'albero delle Esperidi, già raffigurato in dipinti pompeiani ed ercolanesi. [11, A. Maiuri, 1954]

6.1. La doppia rappresentazione del *Genius*

Il *Genius Loci*, come ogni entità geniale, era considerata come una divinità a tutti gli effetti e come tale, secondo la concezione romana, poteva essere di genere femminile o maschile. Il fatto che venissero rappresentate due serpi con tratti fisici e cromatici ben distinti dimostra l'incertezza circa il *genus* (*Sesso*) della divinità geniale del luogo. Sono due le ragioni possibili per cui il *Genius* veniva raffigurato in questo modo: per precauzione o per richiedere assistenza e protezione a entrambi.



Figura 3. Domus della Regio V di Pompei, dettaglio serpenti. Fonte: MiBACT - ©Ciro Fusco.

L'uso della formula precauzionale «*sive deus sive dea*» («*o dio o dea che tu sia*»)

del *carmen evocationis* (*canto di evocazione*) mostra la prudenza e lo scrupolo con cui i Romani si accostavano al divino ed evitavano di pronunciarsi sull'identità di un essere sovrumano se le informazioni in loro possesso erano insufficienti. Questo scrupolo era necessario per allontanare qualsiasi errore o imprecisione da parte dei Romani nel loro rapporto con il divino. In Macrobio, all'interno della sua opera *Saturnalia* del 430, è possibile trovare espressioni precauzionali, quali «*sive mas sive femina*» («*che sia maschio o che sia femmina*»), «*sive quo alio nomine fas est nominare*» («*o con qualsiasi altro nome sia lecito nominarvi*»), «*quisquis es*» («*chiunque egli sia*»), etc.

Il *sive* (*o, oppure*) serve ad includere tutte le possibili alternative, riducendo il rischio di errori rituali: in Catone, ad esempio, è impiegato non solo per rivolgersi al *Genius Loci*, ma anche per pregare il dio di essere propizio sia che il rito sia celebrato da chi lo invoca, sia da

chi sia stato da lui delegato a farlo. Ovviamente il rito doveva essere eseguito correttamente affinché andasse a buon fine, inoltre riti importanti come i sacrifici erano nulli senza una preghiera, che andava pronunciata senza commettere alcun errore, pena il suo invalidamento e la necessaria ripetizione.

7. La trattazione del Genius

Il passo di Virgilio nel V libro dell'*Eneide*, da cui si è tratto il commento di Servio Mario Onorato «*Nullus locus sine genio est!*» («nessun luogo è senza genio!»), è molto esplicito a riguardo del *Genius*.

Il contesto è l'episodio in cui Enea torna nei luoghi in cui era sepolto il padre Anchise il giorno del primo anniversario della sua morte. Enea liba presso il tumulo del padre defunto due coppe di vino puro, due di latte, due di sangue. Dopo aver sparso dei fiori purpurei, si rivolge al padre, salutandolo e dolendosi, e poco dopo un serpente, uscendo dalla terra, dopo aver disegnato sette volute, aggirato il tumulo, si ciba delle offerte, per poi tornare nel tumulo.

*«Aveva detto queste cose, quando dai luoghi più profondi
una serpe enorme, viscida, trasse sette cerchi, sette giri
abbracciando placidamente il tumulo e scivolando tra gli altari,
macchiato sul dorso di nota cerulea, ed un fulgore accendeva
la squama d'oro, come l'arcobaleno proietta tra le nubi
mille diversi colori, quando il sole è davanti
stupì alla vista Enea. Quello con lungo snodo
finalmente strisciando tra le tazze e le leggere coppe
libò le offerte e di nuovo, innocuo, si ritrasse nel profondo
del tumulo e lasciò gli altari assaggiati.
Per questo riprende di più i riti iniziati per il padre,
incerto se credere se sia il genio del luogo o un messaggero
del padre [...]»*

[12, S. Masaracchio (a cura di) 2010]

Negli ultimi versi è chiaro come l'eroe troiano rimane in dubbio sull'identità da attribuire al serpente che gli è apparso, ha la certezza che sia un essere divino poiché consuma, quindi accetta, le sue offerte, ma l'animale è polivalente, spesso infatti il serpente personifica il *Genius Loci* ma allo stesso tempo può rappresentare il Genio del padre, o un essere divino legato al padre.

Anche Omero ci parla di questa entità divina nell'*Odissea*, (XII. 205-6), ma la rappresenta in modo diverso, descrive infatti come le Ninfe tessevano insieme elementi diversi e come Odisseo, sbarcando ad Itaca, trovò nella grotta dove andò a rifugiarsi telai sublimi di roccia dove le Ninfe tessevano drappi dai bagliori marini. In questo caso si ha una personificazione del *Genius Loci* che è rappresentato dalle le Ninfe stesse.

Per quanto riguarda il tema del serpente (o dei serpenti), che come abbiamo detto si ritrova molte volte anche sulle pareti esterne delle case di Pompei e non solo nelle edicole dei *compita* (i luoghi in cui si onoravano i *Lari Compitales*), vi è un passaggio di Aulo Persio Flacco, autore latino del I sec.d.C., a spiegarci che dipingere serpenti sulle pareti significava porle sotto la protezione del nume, tanto che in una delle sue satire invita i bambini a non

sporcare le pareti esterne delle abitazioni private, spiegando loro che due serpenti rendevano la casa un luogo sacro. [13, Joel F. Vaucher-de-la-Croix (a cura di) 2015]

Aulo Gellio, nel sesto libro delle *Noctes Atticae* (*Notti Attiche*), racconta che la madre di Publio Scipione fu per molto tempo ritenuta sterile e Publio Scipione, al quale era sposata, disperava di avere figli. Allorché una notte, mentre essa dormiva da sola nella propria camera e nel proprio letto, essendo il marito assente, d'un tratto vide posarsi accanto a lei un enorme serpente (*anguis*), che, alle grida terrificate di coloro che l'avevano scorto, scomparve e non fu più rinvenuto. Si dice che gli aruspici, dopo essere stati interrogati da Publio Scipione, risposero che avrebbe avuto dei figli; e non molti giorni dopo la scoperta del serpente, la donna cominciò a sentire i primi segni della gravidanza; quindi, al decimo mese, partorì e venne al mondo Publio Africano. Le gesta di Scipione furono sempre ritenute prodigiose quanto la sua venuta al mondo, molti scrittori come Caio Oppio, e Giulio Igino, narrano che Scipione l'Africano era solito, verso la fine della notte, prima che albeggiasse, recarsi al Campidoglio, e ordinare che fosse aperto il sacello di Giove, dove rimaneva a lungo da solo, quasi a consultare il Dio sugli affari dello Stato. I guardiani del tempio rimanevano sovente meravigliati che, entrando egli da solo e a quell'ora nel tempio, i cani, che di solito infierivano contro gli altri, non abbaiassero né lo molestassero.

È molto probabile che la reputazione di uomo divino, confermata da alcune credenze popolari che spiegano il carattere meraviglioso di certe azioni di Scipione, sia da attribuire proprio alla sua nascita e al fatto che gli sia stata conferita una sorta di discendenza divina. Plutarco nelle *Vite Parallele*, all'interno del capitolo che tratta di Lisandro e Silla, racconta che nell'89 a.C. nel corso dell'assedio di Nola, durante la guerra sociale, divenuta una roccaforte della resistenza sannita, mentre l'allora proconsole Lucio Cornelio Silla era intento a compiere un sacrificio davanti al quartier generale, improvvisamente un serpente fu visto spuntare alla base dell'altare e attorcigliarsi intorno a esso. L'aruspice C. Postumio, dopo essere stato interrogato, spiegò che il presagio fosse uno stimolo ad attaccare immediatamente. La cittadina campana, ritenuta inespugnabile, fu presa facilmente.

8. Conclusioni

Oggi definiamo il *Genius Loci* come l'essenza, l'identità e il carattere del luogo che possiamo percepire. Presso la società in cui è nato questo concetto rappresentava la divinità protettrice di un luogo definito ma allo stesso tempo poteva vegliare su tutti quelli che vi abitavano o vi transitavano. L'attitudine di questa entità cambiava in relazione all'atteggiamento dell'individuo verso il luogo. Al giorno d'oggi si potrebbe dire che sarebbe corretto fare una trasposizione tra *Genius* e luogo, poiché devastare un luogo, o appropriarsi delle sue risorse in modo indiscriminato, poteva inimicare il *Genius Loci*, e viceversa, pregarlo, rispettarlo e fare offerte poteva renderlo propizio. Allo stesso modo, quando il suolo di un territorio viene utilizzato in modo distruttivo, privandolo delle sue risorse, e quando i rapporti tra collocazione e morfologia non sono capiti né rispettati, si corre il rischio che questo si ribelli dando luogo a fenomeni naturali di non poco conto. I romani, così come quasi tutti i popoli antichi, hanno riconosciuto che la loro sopravvivenza dipendeva dal rapporto con il luogo, anticipando il tema del rispetto. La comprensione del *Genius Loci* ci porta ad agire avendo riguardo dei beni e delle risorse che caratterizzano e rendono unico un determinato luogo, sia per quanto riguarda la nuova costruzione e il consumo di suolo, sia per il recupero edilizio, al fine di conservare e tutelare il patrimonio che abbiamo ricevuto dal passato.

9. Riferimenti

- [5] G. Augello (a cura di) (2013) *Le Commedie, Aulularia*, UTET, Novara, 2013. Edizione originale T. M. Plauto, *Aulularia*, Prologo, III-II secolo a.C.
- [10] S. Bianchi (2018) *Pompei e la simbologia del serpente*, «Il Primato Nazionale» 13 Ottobre 2018, versione digitale.
- [9] C. Carena (a cura di) (1988) *Platone-Dialoghi, L'apologia di Socrate*, capitolo XIX, Einaudi, Milano, 1988.
- [7] C. Cassanmagnago (a cura di) (2009) *Esiodo-Le opere e i giorni*, Milano, Bompiani, 2009, pag. 185. Edizione originale VIII secolo a.C.
- [3] L. Castiglioni, S. Mariotta (1996) *IL Vocabolario della lingua latina*, I edizione, Loescher, Torino, 1996, voce *Genius*.
- [8] F. Fronterotta (a cura di) (2013) *Eraclito, frammenti*, Milano, BUR Rizzoli, 2013, pagina 376.
- [11] A. Maiuri (1954) *Fontana monumentale in bronzo nei nuovi scavi di Ercolano*, « Bollettino d'Arte » n.3, ser. IV, 1954, p. 193-199
- [12] S. Masaracchio (a cura di) (2010) *Aeneidos, Libro V*, Bacheca Ebook, 2010, Pagine 186-233. Edizione originale Virgilio, *Eneide, libro V, Onori sulla tomba del padre Anchise* (5.35- 104), 19 a.C.
- [6] F. Montanari (2004) *GI Vocabolario della lingua greca*, II edizione, Loescher, Torino, 2004, voce *Δαίμων*.
- [2] A. Natucci, Fabia Zanasi (a cura di) (2010) *Bucoliche, Aracne*, 2010, Pagine 10-23. Edizione originale P. V. Marone, *Bucoliche*, 39 a.C.
- [1] C. Norberg-Shulz (1974) *Il significato nell'architettura occidentale*, Electa, Milano 1974, Pagina 30.
- [4] C. A. Rapisarda (1991) *Censorini De die natali liber ad Q. Caerellium*, Pàtron, Bologna, 1991, pagina 11. Edizione originale Censorino, *De die natali liber ad Q. Caerellium*, 238 d.C.
- [13] Joel F. Vaucher-de-la-Croix (a cura di) (2015) *Satira, Satira I*, Società Editrice Fiorentina, Firenze, 2015, Pagine 279-285, verso 113: “*Pinge duos angues: pues, sacer est locus, extra Meite!*”. Edizione originale Persio, *Satira I*, 399 - 388 a.C.

Indice figure

Figura 1. Anastasia Savinova, *Genius Loci: Patchwork di pezzi di città*, l'artista cerca di unire in un'immagine l'atmosfera e lo spirito del luogo. Fonte: ©ANASTASIA SAVINOVA 2022.

<http://www.anastasiasavinova.com/genius-loci.html>

Figura 2. In questa pittura murale pompeiana del 70 a.C. la divinità accanto al Vesuvio è Bacco, forse relativo alle vigne delle pendici del vulcano, e il Genius Loci è rappresentato dal serpente. Fonte: ©Wolfgang Rieger.

<https://www.pompeionline.net/images-1029/morte-di-plinio/image/193-bacco-grappolo-e-il-vesuvio>

Figura 3. *Domus della Regio V di Pompei, dettaglio serpenti*. Fonte: MiBACT - ©Ciro Fusco

<https://www.beniculturali.it/luogo/parco-archeologico-di-ercolano-1>

Il Giardino della Rimembranza sui ruderi della sinagoga di Marburg in Germania: memoria, identità e riuso

The Garden of Remembrance on the ruins of the Marburg synagogue in Germany: memory, identity and reuse

Rossella Leone - Sapienza Università di Roma, Roma, Italia, rosleone@hotmail.it

Roberto Ragione - Sapienza Università di Roma, Roma, Italia, rob.ragione@gmail.com

Nicola Santopuoli - Dipartimento di Storia Culture Civiltà, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Bologna, Italia, nicola.santopuoli@unibo.it

Abstract: This contribution proposes a part of the results of the research, in progress, on the “Garden of Remembrance” (Garten des Gedenkes) in Marburg, Germany. The garden is built on the ruins of synagogue that was razed during the Nazism. The garden is the consequence of actions that, in about 150 years, have transformed the area several times.

This article will illustrate – therefore – the chronological sequence of transformation and use of the place: the build of the synagogue in 1897 by Wilhelm Spahr; the destruction during the “Crystal Night” in 1938; the use as a parking by the adjacent University (Landgrafenhaus); the construction of the little garden in 1963 with a memorial by Dieter Waldemar Paffrath; the excavations conducted in 2008 by “Freie Institut für Bauforschung und Dokumentation”; the competition to make of a memory garden in 2009 and, finally, build the “Garden of Remembrance” in 2012 by Rainer Sachse with the collaboration of the artist Oliver Gatherand Christian Ahlborn.

Keywords: Marburg, Germany, synagogue, memorial garden, identity

1. Introduzione

Nel 2012 è stato inaugurato a Marburg in Germania un Giardino della Rimembranza (Garten des Gedenkes) sul luogo dove sorgeva una sinagoga – centro religioso, sociale e culturale della comunità ebraica cittadina – distrutta durante il governo nazionalsocialista. La sinagoga era collocata a ridosso della cinta muraria del XII secolo, in un’area di congiunzione tra la città alta medievale e la città meridionale in stile guglielmino.

Il giardino, nella sua configurazione odierna, è l’esito di un’evoluzione avvenuta sostanzialmente negli ultimi 150 anni, nella quale ogni nuovo intervento compiuto ha aggiunto, sottratto, alterato e reinterpretato il precedente.

Il contributo intende, dunque, ripercorrere le principali fasi di trasformazione e di utilizzo del sito: la realizzazione della sinagoga alla fine del XIX secolo; la distruzione dell’edificio di culto durante il regime nazista; la realizzazione del primo giardino/memoriale nel secondo dopoguerra; gli scavi condotti agli inizi del XXI secolo per rintracciare le strutture

della sinagoga; infine, il concorso e la realizzazione del nuovo Giardino della Rimembranza¹ (Figura 1).



Figura 1. Marburg, planimetria generale dell'area (elaborazione grafica degli autori).

2. La realizzazione della sinagoga alla fine del XIX secolo

Nella seconda metà del XIX secolo, a seguito dell'annessione della regione dell'Assia alla Prussia al termine della guerra austro-prussiana, la città di Marburg e in particolar modo la sua università – tra i più antichi atenei protestanti in Germania – conobbe un notevole sviluppo che portò a un repentino aumento della popolazione. Anche la comunità ebraica cittadina vide una considerevole crescita: numerose famiglie si stabilirono a Marburg, che dal 1823 era anche sede del rabbinato provinciale. La sinagoga esistente, situata in Ritterstrasse e inaugurata nel 1818, non era però più sufficiente ad accogliere l'intera comunità che dai circa 50 membri presenti nel 1827 raggiunse le oltre 500 persone alle soglie del XX secolo.

Nel 1885, sotto la guida del rabbino provinciale Leo Munk², si avviò la ricerca di un terreno dove costruire una nuova e più grande sinagoga nonostante le opposizioni

¹ L'approfondimento qui presentato offre un primo risultato d'indagine riguardante uno studio più ampio, in corso di svolgimento, sui 'giardini della memoria' realizzati in Europa a partire dal secondo dopoguerra.

Il contributo è frutto della collaborazione dei tre autori che condividono contenuti, impostazione e metodologia di ricerca: si deve a Nicola Santopuoli il primo paragrafo; a Rossella Leone il terzo, quarto e quinto paragrafo; a Roberto Ragione il secondo, il sesto e settimo paragrafo.

² Leo Munk (Antona, 1851 - Francoforte sul Meno, 1917) fu rabbino provinciale a Marburg dal 1876 fino alla morte.

dell'agitatore politico Otto Böckel³ che, nelle elezioni parlamentari tedesche del 1887, fu eletto al Reichstag come primo antisemita indipendente, ottenendo un seggio proprio per la circoscrizione di Marburg-Kirchhain.

Dopo una prolungata ricerca, il sito adatto venne individuato nel 1892 in un terreno sul lato nord dell'Universitätsstrasse, a ridosso della cinta muraria medievale, nelle vicinanze dell'università, in un'area della città non ancora sviluppata ma in crescente espansione⁴.

La realizzazione della sinagoga venne affidata all'architetto Wilhelm Spahr⁵, già presente come direttore dei lavori nel vicino palazzo universitario. Nel 1895 l'architetto presentò il progetto per un edificio in stile eclettico con una struttura a tre livelli, in forme neoromaniche, sormontata da un tamburo dodecagonale e una cupola a cipolla. Sicuramente l'immagine esterna della cupola, emblema dell'edificio, non incontrò appieno il favore della comunità e nel febbraio 1896 venne presentata una variante per la parte sommitale preferendo una soluzione con una cupola a spicchi su tamburo ottagonale. Approvato il progetto, il 20 maggio 1896 venne posta la prima pietra e il 15 settembre 1897 la sinagoga venne ufficialmente inaugurata (Figura 2).

L'edificio sacro si sviluppava planimetricamente secondo un modello tipico per le sinagoghe dell'epoca combinando una fusione fra lo schema longitudinale e quello a pianta centrale; qui, il lato lungo era parallelo alla strada. Il fulcro dell'edificio era l'aula magna, quadrata, a doppia altezza e coperta dalla cupola, circondata su tre lati da matronei (poteva ospitare 230 uomini al pian terreno e 175 donne nelle gallerie superiori). Sul lato orientale, in direzione di Gerusalemme, l'aula magna si apriva su un'abside poligonale, rialzata e coperta da una volta a ombrello, che conteneva l'Aròn haQodesh (l'Armadio Sacro con i Sefer Torah, i rotoli della legge) inquadrato da un'elaborata cornice architettonica. A ovest erano disposti i locali accessori: al pian terreno due guardaroba, i servizi igienici e le scale per raggiungere le gallerie; al piano superiore le aule scolastiche per la dottrina. Sul lato sud, parzialmente interrato, si estendeva l'appartamento per il custode e le cantine. Sempre interrato, a est, sotto l'abside si trovava invece la sala del Mikveh con la vasca per il bagno rituale purificatorio, alimentata con l'acqua piovana proveniente dal tetto e raccolta in una cisterna adiacente. Esternamente, le facciate erano interamente rivestite di arenaria rossa e suddivise a metà della loro altezza con due fasce di arenaria chiara. La partitura delle facciate era scandita da elementi appartenenti all'architettura tardo-romantica renana con influenze moresche. La cupola era ricoperta da tegole smaltate e il lanternino era coronato dalla stella di Davide.

La sinagoga, sia per la sua mole – in quel periodo nessun edificio religioso cittadino vantava una cupola – sia per la sua posizione in un'area strategica per la città, rappresentava senza dubbio l'emblema della presenza attiva della comunità ebraica a Marburg.

Agli inizi del XX secolo la comunità ebraica era fiorente e in espansione, diversi membri insegnavano nella vicina università. Tuttavia la repentina ascesa del partito nazionalsocialista e la sua ideologia antisemita vanificò ogni speranza d'integrazione per i cittadini ebrei di Marburg: nelle elezioni del consiglio urbano del 1933 il partito nazista

³ Otto Böckel (Francoforte sul Meno, 12 luglio 1859 - Michendorf, 17 settembre 1923) fondò nel 1890 il Partito Popolare Antisemita, rinominato nel 1893 Partito Riformatore Tedesco.

⁴ Alla fine del XIX secolo lungo l'Universitätsstrasse furono costruiti alcuni importanti edifici pubblici come la Scuola superiore femminile nel 1883, la sede del Municipio nel 1890, l'Ufficio postale nel 1892; il Tribunale distrettuale nel 1894.

⁵ Wilhelm Spahr (Lich, 8 marzo 1867 - Lich, 3 giugno 1945) realizzò anche la sinagoga di Limburg an der Lahn nel 1903 poi distrutta nel 1938 durante la Notte dei Cristalli.

ottenne i due terzi dei seggi intensificando così la serie di soprusi e angherie nei confronti della comunità [Brohl 2003; Klein 2015].

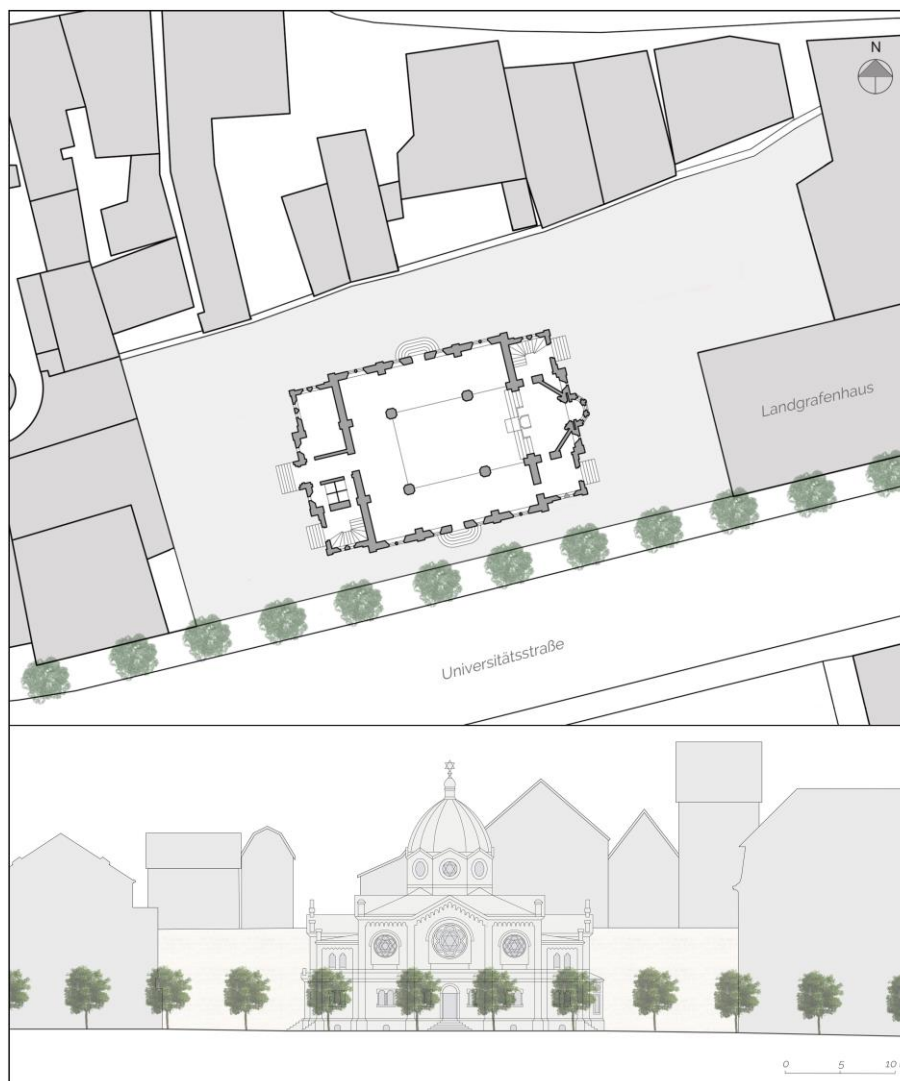


Figura 2. Planimetria generale e alzato dell'area alla fine del XIX secolo (elaborazione grafica degli autori).

3. L'incendio e la demolizione dell'edificio di culto nella prima metà del XX secolo

Durante la notte del 9 novembre 1938, nota anche come “la Notte dei cristalli” (Kristallnacht), in tutto il territorio del Terzo Reich si scatenarono una serie di pogrom contro gli ebrei: a Marburg, in quei giorni, l'episodio più violento fu proprio il rogo della sinagoga situata sulla Universitätsstrasse, da parte delle unità locali dei militanti delle SA⁶. Le testimonianze oculari riportano che i vigili del fuoco, accorsi sul posto, non fecero nulla per spegnere l'incendio ma si limitarono solamente a mettere in sicurezza gli edifici vicini⁷. Nei giorni successivi, le porzioni di edificio ancora in piedi furono demolite, a causa di un presunto pericolo di crollo nell'area circostante; le macerie furono poi portate via e il sito venne infine livellato. L'ingente spesa sostenuta per la demolizione – compiuta

⁶ “Sturmabteilung” che è possibile tradurre con “Squadre d'assalto” (in seguito il nome fu abbreviato con la sigla SA) fu il primo gruppo paramilitare del Partito Nazista.

⁷ Furono salvati solo i rotoli della Torah; attualmente uno è conservato presso lo United States Holocaust Memorial Museum (USHMMM) di Washington.

da parte della stessa impresa che aveva costruito l'edificio alla fine del XIX secolo – fu interamente addebitata alla comunità ebraica locale.

L'università, che aveva la sede del Landgrafenhaus nel lotto contiguo alla sinagoga, già diverse settimane prima dell'incendio stava progettando un ampliamento in direzione dell'edificio sacro. Come diretta conseguenza del pogrom, si diede il via a un'ondata di "liquidazioni" delle imprese ebraiche cittadine, i cui proprietari furono costretti a vendere i loro beni al di sotto dell'effettivo valore di mercato. L'Università fu avvantaggiata da queste liquidazioni forzate: per l'acquisto del terreno dell'ex sinagoga, infatti, l'Università nei giorni successivi effettuò una stima del valore del lotto e a gennaio del 1939 avviò delle trattative concrete per il suo acquisto (il terreno risultava indispensabile per i piani di ampliamento del Landgrafenhaus).

Il 2 febbraio dello stesso anno, il presidente del distretto di Kassel chiese al rappresentante dell'associazione religiosa ebraica, la Jüdischer Kultusverein⁸, di vendere la proprietà allo Stato prussiano a un prezzo fisso. La bozza del contratto di acquisto includeva informazioni di dettaglio sulle condizioni di consegna del lotto, come ad esempio: l'intera proprietà doveva essere livellata; le fondamenta dell'edificio sacro potevano rimanere 10 cm al di sotto del livello del suolo; il venditore doveva riempire tutte le cavità in modo compatto. Il contratto d'acquisto fu stipulato il 28 luglio 1939 e il denaro della vendita venne utilizzato esclusivamente per estinguere l'ipoteca che gravava ancora sull'immobile. Tuttavia, i piani di espansione della sede universitaria furono sospesi per l'inizio della Seconda guerra mondiale [Bunk 2013; Klein 2015].

4. La realizzazione del memoriale nel Secondo dopoguerra

Nonostante il generale disinteresse da parte delle autorità sui soprusi verso la comunità ebraica, furono compiute delle indagini finalizzate a individuare i colpevoli dell'incendio doloso avvenuto nel novembre 1938, ma il caso venne chiuso nel 1940 senza alcuna condanna⁹. Anche nel dopoguerra venne svolto un processo che portò a identificare tre colpevoli accusati di aver compiuto materialmente il reato, mentre i mandanti non furono mai individuati e la vicenda rimase non del tutto chiarita.

Dopo il 1945, l'Università respinse ogni richiesta di restituzione o di risarcimento. Nel maggio del 1952 la proprietà fu trasferita allo Stato dell'Assia. Nel 1960 l'Università, che si considerava ancora legalmente proprietaria del sito, propose di trasformarlo in un parcheggio universitario rinunciando al progetto di ampliamento della Landgrafenhaus.

L'Unione degli studenti socialisti tedeschi (SDS) del Comitato Generale degli Studenti di Marburg chiese l'erezione sul sito di un monumento in ricordo della sinagoga: il 10 novembre 1963 – 25 anni dopo l'incendio – venne inaugurata una modesta area verde con una scultura dell'artista marburghese Dieter Waldemar Paffrath¹⁰ che reca l'iscrizione: "in memoria della sinagoga sacrilegamente distrutta il 10 novembre 1938 e dei nostri concittadini ebrei assassinati" [traduzione degli autori]¹¹. Solo la parte orientale del lotto,

⁸ Associazione religiosa ebraica il cui presidente, Dr. jur. Hermann Reis, nel 1939 aveva negoziato la vendita della sinagoga e fu tra gli ultimi deportati da Marburg.

⁹ Fu Otto Lauts, procuratore generale capo di Marburg, a riferire a Berlino che non era stato possibile scoprire gli autori degli incendi.

¹⁰ Dieter Waldemar Paffrath (Marburg, 20 marzo 1936 - Trarego Viggiona, 14 maggio 2002) fu uno scultore molto attivo negli anni del dopoguerra, le sue opere si trovano in Germania, Svizzera e in Italia.

¹¹ "ZUM GEDENKEN AN DIE AM 10 NOVEMBER 1938 / FREVLERISCH ZERSTÖRTE SYNAGOGE UND AN / UNSERE ERMORDETEN JÜDISCHEN MITBÜRGER".

Il monumento ha le seguenti dimensioni (in metri): altezza 0,90; larghezza 2,20; profondità 1,80.

adiacente alla Landgrafenhaus, fu invece adibita a parcheggio. Il piccolo giardino non fu mai veramente accettato dalla popolazione che continuò a considerare l'area come un vuoto residuale non risolto (Figura 3).

La comunità ebraica di Marburg crebbe nuovamente a partire dagli anni '80, fino a riunire i circa 350 membri nel 2014. In questa fase di fiorente crescita si sviluppò l'idea di ricostruire la sede della sinagoga; tuttavia, la discussione all'interno della comunità fu controversa a causa dei problemi di carattere finanziario e architettonico. Il progetto non ebbe seguito.

Contemporaneamente, però, nacque il desiderio di restituire l'area alla comunità ebraica. Iniziarono, quindi, le trattative con lo Stato dell'Assia che si conclusero il 4 febbraio 2002 con un accordo di trasferimento della proprietà. Tra le disposizioni si richiedeva espressamente di mantenere il parcheggio a est, anche se in quella parte del sito si trovavano resti importanti della sinagoga. Infatti, dalle indagini condotte successivamente, risultò che nell'area del parcheggio erano ancora conservate le strutture dell'Aròn haQodesh.

Il primo settembre 2002 venne formalmente trasferita alla comunità ebraica l'intera area della sinagoga, lasciando di pertinenza della Landgrafenhaus solo la necessaria strada di accesso dei vigili del fuoco. Le discussioni sul corretto uso del sito si dividevano tra la progettazione di un nuovo memoriale e la costruzione di una nuova sinagoga; quest'ultima proposta venne presa in considerazione più volte nel corso degli anni ma sempre senza effettivi risultati. Infine, una nuova sinagoga venne costruita altrove, in Liebigstrasse, nel 2005 [Bunk 2013; Klein 2015].



Figura 3. Planimetria generale e alzato dell'area nella seconda metà del XX secolo (elaborazione grafica degli autori).

5. Lo scavo degli inizi del XXI secolo

Perpetuando l'idea di riqualificare il sito commemorativo del 1963 fu condotta nell'estate del 2008 una prima indagine archeologica da parte del Freies Institut für Bauforschung und Dokumentation (IBD) per conto della città di Marburg. Si cercò di determinare la posizione e lo stato di conservazione delle fondazioni e delle murature perimetrali dell'edificio sacro.

Durante lo scavo furono rinvenute le murature del piano interrato con le relative fondazioni e le sottostrutture dei pilastri della cupola. Si scoprì che in realtà non era stata effettuata la rimozione delle macerie dell'edificio, come richiesto dalle autorità nel 1938, e le fondazioni e in alcuni punti anche le murature in elevazione furono conservate nel terreno a pochi centimetri dalla superficie.

La planimetria della sinagoga, restituita in base al rilievo diretto delle strutture indagate durante lo scavo, mostrava diverse differenze rispetto la planimetria disponibile dagli elaborati di progetto, probabilmente dovute o a modifiche in corso d'opera, o a imprecisioni nelle misurazioni effettuate all'epoca o anche a variazioni compiute nei primissimi anni del XIX secolo. Nella parte orientale del sito è stato portato alla luce il Mikveh con la vasca per il bagno rituale purificatorio¹², quasi completamente conservato, il suo vestibolo e la cisterna dell'acqua piovana con le tubature attraverso le quali l'acqua veniva trasportata nella vasca di immersione.

Durante le indagini emerse anche del materiale più antico, proveniente dalle operazioni di scavo per le fondazioni dell'edificio sacro. Inoltre, data la vicinanza alle mura medievali, durante lo scavo emersero anche ampie porzioni delle strutture appartenenti alla cinta muraria della città antica (Figura 4).

La consistente scoperta dei resti della sinagoga aprì nuovamente il dibattito su come valorizzare al meglio l'area, e infine si protese a favore di una presentazione più estesa dei risultati di scavo [Nickel 2009; Bunk, Rausch 2010; Bunk 2013; Klein 2015].



Figura 4. Planimetria generale dell'area agli inizi del XXI secolo (elaborazione grafica degli autori).

¹² Il bagno, che era dedicato alle abluzioni rituali dei fedeli, è stato in gran parte conservato e la sua pavimentazione e le piastrelle delle pareti sono intatte.



Figura 5. Il Giardino della Rimembranza inaugurato nel 2012 (elaborazione grafica degli autori).

6. Il Giardino della Rimembranza

Alla luce delle considerazioni svolte su quanto emerso durante gli scavi, nel maggio 2009 è stato indetto un concorso a inviti per la progettazione di un Giardino della Rimembranza. La volontà era di realizzare un sito commemorativo, esteso su tutta la proprietà della sinagoga, che inglobasse anche il memoriale degli anni Sessanta. I progetti dovevano fornire informazioni su un brano di città scomparso (l'edificio di culto), essere evocativo per la comunità ebraica e la sua cultura osteggiata in passato, allo stesso tempo allestire un'area pubblica per la vita quotidiana e l'interazione sociale.

Il concorso fu organizzato congiuntamente dalla Città universitaria di Marburg, rappresentata dal sindaco Egon Vaupel, e dalla comunità ebraica cittadina con il patrocinio della Camera degli architetti e urbanisti dell'Assia¹³. Poiché il concorso prevedeva oltre alla progettazione dello spazio aperto anche la realizzazione di un'opera d'arte da inserire

¹³ La comunità ebraica e l'Università di Marburg sono proprietari dell'area rispettivamente per 995 mq e 373 mq.

nel progetto, i gruppi selezionati dovevano impegnarsi a collaborare con un artista a loro scelta¹⁴.

Il concorso è stato vinto, nel settembre 2009, dallo studio Landschaftsarchitekten GmbH di Düsseldorf dell'architetto paesaggista Rainer Sachse¹⁵ con la collaborazione degli artisti Oliver Gather¹⁶ e Christian Ahlborn.

Tra il 2010 e il 2011 sono state condotte ulteriori campagne di scavo che hanno messo in luce ampie parti del piano seminterrato, ma soprattutto hanno consentito di determinare l'esatta posizione – nell'estremità orientale dell'edificio di culto – delle fondazioni dell'Aròn haQodesh. Inoltre sono stati messi in sicurezza i tigli esistenti che dovevano esser preservati e il monumento commemorativo del 1963 che doveva esser spostato.

I lavori di realizzazione del giardino sono stati avviati nel settembre 2011, dalla ditta di costruzioni Herzog di Marburg, e proseguiti incessantemente per tutto il 2012 facendo particolare attenzione alle preesistenze poiché era essenziale che il progetto si integrasse, al meglio, non solo con le strutture della sinagoga ma anche con la cinta muraria medievale, che costituisce il fondale del giardino.

Nel novembre 2012, in concomitanza con l'anniversario della Notte dei cristalli, è stato inaugurato il Giardino della Rimembranza, alla presenza dei progettisti e dei rappresentanti della città di Marburg, dell'Università e della comunità ebraica locale (Figura 5).

Il giardino si sviluppa con una passerella/seduta quadrangolare in cemento bianco che disegna esternamente un rombo e internamente un quadrato; quest'ultimo ricalca il perimetro dell'aula magna della sinagoga. Lungo il camminamento, una teca in vetro a pavimento permette di osservare dall'alto i resti della sala del Mikveh. Inoltre un modello tattile 3D della sinagoga aiuta, attraverso la percezione aptica, la comprensione dell'edificio di culto distrutto¹⁷. Lo spazio quadrato centrale è trattato con un prato verde: in un angolo è stato collocato il monumento del 1963; è presente anche uno dei tigli rimasto dalla configurazione precedente; inoltre, sul prato sono distribuite le teche dello 'Zettelkasten'.

Il progetto artistico 'Zettelkasten' (caselle di nota), curato da Oliver Gather e Christian Ahlborn, prevede una serie di espositori in vetro inseriti nel terreno con citazioni di cittadini ebrei di Marburg sopravvissuti all'Olocausto. Il progetto è stato pianificato insieme alla comunità ebraica cittadina e alla Società per la cooperazione ebraico-cristiana: gli artisti, nel gennaio 2012, si sono recati in Israele dove hanno intervistato ex membri della comunità ebraica di Marburg e i loro discendenti per cogliere le impressioni che il nuovo giardino avrebbe dovuto comunicare e quali finalità potrebbe assumere in futuro. Il

¹⁴ Si consigliava inoltre la presenza nel gruppo di lavoro anche di un architetto con la formazione da paesaggista.

I gruppi di lavoro – architetti e artisti – erano così composti (tra parentesi è riportata la città di provenienza): 1) GTL (Kassel) con Leni Hoffmann (Düsseldorf); 2) Schultze & Schulze (Kassel) con Heike Klussmann (Berlino); 3) Scape (Düsseldorf) con Oliver Gather (Düsseldorf); 4) Neu (Darmstadt) con Friedemann Grieshaber (Berlino); 5) Sinai, Faust, Schroll, Schwarz Freiraumplanung (Berlino) con Oliver Störmer & Ciska Bogman (Berlino); 6) Schneider-Lange (Marburg) con Christian Hasucha (Berlino); 7) SHK Sommerlad/Haase/Kuhli (Gießen) con Silke Riechert (Berlino); 8) Busmann e Haberer (Colonia) con Zbigniew Oksiuta (Colonia); 9) Barbara Willecke planung/freiraum (Berlino) con Andreas Süß (Berlino).

¹⁵Rainer Sachse (1968) ha fondato nel 2001 studio Landschaftsarchitekten con Matthias Funk e Hiltrud Maria Lintel; dal 2013 è docente di Design e Progettazione presso l'Università di Nürtingen-Geislingen.

¹⁶ Oliver Gather (Düsseldorf, 1963) è dal 2008 curatore del Dipartimento Culturale della città di Düsseldorf.

¹⁷ Il modello è stato donato dal Lions Club di Marburg 'Elisabeth von Thüringen', dal Rotary Club di Marburg e dal Rotary Club di Marburg-Schloss.

progetto artistico è in continua evoluzione poiché ogni anno le teche accolgono diverse citazioni e quindi nuove suggestioni e temi di riflessione¹⁸.

Nello spazio di raccordo tra la passarella e il perimetro del lotto è stato allestito un fitto roseto: secondo la tradizione ebraica la rosa era l'unico fiore coltivabile all'interno delle mura dell'antica città di Gerusalemme.

La fermata della linea di trasporto pubblico, collocata su un margine del sito, racconta il progetto, la storia della comunità ebraica di Marburg e attraverso un sistema audiovisivo multimediale fornisce informazioni sulle attività in corso [Nützel 2012; Bunk 2013; Klein 2015].

7. Conclusioni

Il Giardino della Rimembranza di Marburg si pone come testimonianza dei principali avvenimenti della storia recente della città, con la speranza di non dimenticare le ondate di violenza avvenute durante il regime nazista e di trasmettere una maggiore consapevolezza del nostro passato. L'area d'intervento diviene quindi intreccio di spazi che soddisfano il presente e proiettano nel futuro, ma in cui si possono ancora rintracciare i resti – impressi nelle forme o persistenti nelle volumetrie – che costituiscono la memoria della sinagoga. La trasformazione dello spazio con il condividere e il narrare qualcosa attraverso altro può essere un mezzo affinché la memoria possa generare senso sociale oltre che mera testimonianza.

Attraverso il connubio tra preesistenza, nuova architettura, opere d'arte e sistema del verde, si è realizzato un luogo denso di significati, legando la società dei secoli scorsi con le nuove e future generazioni.

L'evidente rapporto che s'instaura tra l'architettura, nelle sue molteplici forme (edificio di culto, parcheggio, giardino, ...), e le vicende del territorio che la contiene e della società che la vive, apre senza dubbio ad argomenti di approfondimento storiografico nonché a questioni di valutazione sulle scelte compiute circa le modalità con cui gli spazi sono stati realizzati, alterati, convertiti e riutilizzati in un determinato lasso di tempo.

Indubbiamente la dimensione storico-culturale – e nel caso in esame anche religiosa – di un luogo e di una società rappresenta un parametro fondamentale per l'analisi dell'evoluzione di un contesto urbano poiché sovente diviene l'elemento decisivo che indirizza la trasformazione e il riuso della città verso nuove forme di concepire lo spazio.

In particolare, nel tema affrontato, il dibattito sulle prospettive future da dare ai vuoti urbani, frutto delle distruzioni dovute a motivi ideologici, – che oscilla contemporaneamente tra ri-costruzione, conversione, riuso e appartenenza, identità, riscatto sociale –, è stato risolto attraverso la realizzazione di un giardino della memoria.

La volontà di non riproporre una volumetria del manufatto religioso è stata probabilmente una diretta conseguenza delle discussioni già avvenute negli anni del dopoguerra quando, come detto in precedenza, si decise di non procedere con la ricostruzione della sinagoga e parte dell'area venne già destinata a giardino, includendo anche gli elementi arborei inseriti subito dopo la distruzione dell'edificio di culto (come l'albero di *tilia eucholora* nel campo centrale). Nella decisione di non realizzare un manufatto edilizio in favore di un intervento che possiamo definire 'paesaggio-giardino', il luogo si rapporta agli aspetti che ruotano

¹⁸ Le informazioni sullo sviluppo del progetto artistico 'Zettelkasten', con le diverse tematiche annuali selezionate per le 'Note Boxes', sono disponibili sul sito www.garten-des-gedenkens.de [ultima consultazione 28 luglio 2022].

intorno ai concetti di assenza, di nostalgia e di memoria, sottolineando il ruolo significativo che un vuoto può assumere all'interno del tessuto urbano.

In tal senso, nell'intervento compiuto si possono rintracciare contemporaneamente brani dell'architettura che ci è stata tramandata (il perimetro dell'aula magna, i resti della sala del Mikveh, ...) e quei valori di identità e di memoria (con il progetto artistico 'Zettelkasten') che mai si dovrebbero cancellare o vanificare poiché costituiscono l'elemento formativo della società odierna. E sempre in tal senso, la realizzazione di uno spazio pubblico urbano inclusivo, quale un Giardino della Rimembranza, al posto di una nuova architettura a uso esclusivo (quale poteva essere una sinagoga, un centro culturale per la comunità ebraica, o altro) è stata guidata dalla volontà di attribuire allo spazio una dimensione collettiva e condivisa.

Certamente l'idea fondatrice, come richiesto dal bando di concorso, doveva essere quella di pensare allo spazio come a un organismo, frutto della stratificazione di testimonianze, dove l'architettura è chiamata a considerare nel contempo aspetti urbani, antropologici, sociali, religiosi, artistici ed estetici, al fine di mettere in atto un nuovo contributo capace di un esame consapevole, e spazialmente efficace, dell'identità di Marburg e della sua storia.

Riferimenti

- [1] E. Brohl (2003) Zur Baugeschichte der Synagoge in der Universitätsstraße, Synagoge, 2003, Pages 9-132.
- [2] M. Bunk, J. Rausch (2010) Ein Garten des Gedenkes in der Universitätsstrasse, Studier mal, 2010, Pages 4-5.
- [3] M. Bunk, (2013) Das Grundstück der ehemaligen Synagoge – Universitätstrasse 11, Hussong, 2013, Pages 535-592.
- [4] U. Klein (2015) Archäologische Untersuchungen an der Marburger Synagoge, Mitteilungen der DGAMN: Archäologie im 19. und 20. Jahrhundert, Volume 28, 2015, Pages 155-164.
- [5] B. Nützel (2012) Der "Garten des Gedenkens" in der Universitätsstraße, Studier mal, 2012, Pages 4-5.
- [6] R. Nickel (2009) Die Synagoge an der Marburger UniversitätsstraÙem, HessenArchäologie, 2009, Pages 167-171.

Lettura, interpretazione e forma per la definizione di un dialogo tra disegno e modello digitale. Il caso studio del del Pulpito di Donatello.

Understanding, interpreting, and shaping a dialogue between drawing and digital modelling. The case study of Donatello's Pulpit.

Sandro Parrinello - University of Pavia, Pavia, Italy, sandro.parrinello@unipv.it

Francesca Picchio - University of Pavia, Pavia, Italy, francesca.picchio@unipv.it

Silvia La Placa - University of Pavia, Pavia, Italy, silvia.laplaca@unipv.it

Abstract: Donatello's pulpit is a sophisticated architectural work that represents an important historical and religious symbol for the city of Prato, as a stage in the Ostension of the Sacra Cintola ceremony. The original parapet is in the Museum of the Opera del Duomo, while a copy is placed on the main facade of Santo Stefano Church. On the occasion of the exhibition 'Donatello, the Renaissance', two of the original pulpit tiles have been removed for display in other museums. Documentation actions were therefore planned to digitally reproduce the artwork and create virtual and 3D-printed products to replace the temporarily missing tiles. This process was an opportunity to evaluate the relationship between the artwork and its reproductions, as well as to understand the value of the digital model as a critical reinterpretation of the complexity of the real artwork. In this sense, the article aims to describe the dialogue between different databases and 3D models obtained with reality-based and image-based tools applied to Donatello's pulpit.

Keywords: 3D survey, digital twin, 3D printing, Donatello's Pulpit.

1. Introduzione

Questa ricerca considera le qualità e le proprietà di diversi modelli posti a confronto. Nell'ottica di promuovere processi di conoscenza sul patrimonio, si è soliti sviluppare numerose azioni tese a produrre rappresentazioni e forme narrative che semplificano e descrivono aspetti specifici delle opere in analisi. Nel rilievo digitale l'interconnessione tra i modelli assume un ruolo determinante nella trasposizione dell'immagine architettonica. All'interno di un processo di documentazione vengono dunque prodotti archivi digitali, disegni, modelli 3D e, in ciascuno di questi episodi strutturati all'interno di un quadro metodologico, si hanno delle variazioni, anche in termini di perdita e di aumento di significato, rispetto al significante. La realtà viene tradotta in forme e modelli generando un dialogo nella rappresentazione. I disegni e i modelli prodotti comunicano e parlano anche di questa trasformazione, e dalla loro analisi, come in un percorso a ritroso, è possibile desumere le tecniche e le metodologie che hanno generato la ricerca stessa. Ecco perché questa comparazione viene considerata secondo quanto i modelli, in un percorso che pone a confronto l'architettura, la sua traduzione digitale e la sua successiva rielaborazione e riproposizione fisica, comunicano.

“È impossibile non comunicare” come ricordano Bateson [1, 2] e il gruppo Palo Alto, e nella comunicazione si formano reti di relazioni che connettono e interconnettono. Questa comunicazione non è solo attiva, richiamando al paradigma sistemico tra gli individui, ma riguarda il continuo flusso di stimoli che lega le persone alle cose. In questo senso le

architetture, gli ambienti, gli spazi e, a maggior ragione, le opere d'arte, sono partecipi di questo dialogo e di questo processo di interazione. È attraverso questo dialogo con il luogo [3] che si definisce il paradigma dell'abitare e si rendono possibili forme di connessione e di dialogo culturale. Nell'era della rivoluzione digitale ci interroghiamo su come le forme, le immagini, i dati e i metadati, di natura multimediale, spostino il dialogo culturale e ne modifichino le sintassi e i paradigmi costitutivi. Il disegno del resto è in dialogo con questa riflessione da sempre e sfrutta il digitale per elaborare un pensiero critico che attualizzi i segni e le forme, affrontando dunque il problema dell'interpretazione culturale del linguaggio da un altro punto di vista [4]. Se il disegno riguarda poi un'opera d'arte si introduce un maggior livello di entropia che moltiplica l'univocità del messaggio. Il disegno, che intende descrivere una certa complessità, diviene una copia criticamente semplificata dell'opera, in grado di comunicare certe relazioni specifiche dell'opera stessa. Nella stesura dei segni, dei tratti e del linguaggio che esplicita certe significatività dell'opera, si esplicita poi un processo di memorizzazione. Si tratta dunque di definire dei linguaggi, in modo che si attivino processi di comunicazione e si qualificano delle azioni di memorizzazione attraverso una duplice sinergia tra disegno come esperienza, e quindi come memoria, e il disegno come documento, che costituisce memoria rispetto ad una narrazione. Riprodurre un'opera d'arte richiede stabilire una moltitudine di dialoghi, con l'opera, con l'autore dell'opera, con lo spazio nel quale l'opera viene vissuta, e con il fruitore dell'opera. Disegnare un'opera, poi, va oltre il semplice concetto di riproduzione, di copia. Il disegno per sua definizione ne ammette una interpretazione, semplificazione di forme o anche trasformazione di significati per creare, da un'opera, qualcosa di "altro". Questo contributo intende descrivere alcune attività di disegno condotte su un'opera d'arte estremamente raffinata, esplicitando, oltre alle componenti metodologiche che hanno definito le azioni e le attività condotte, la relazione tra l'opera d'arte, la sua copia e la sua copia digitale. Si tratta di un percorso di conoscenza fondato sul disegno dove viene affrontato un avvicinamento alla conoscenza materiale e fisica dell'opera d'arte attraverso una lettura delle forme e attraverso la misura. Si tratta dunque di un processo comparativo, un processo di riconoscimento delle qualità morfometriche in relazione ad unità di misura più culturali che non strettamente dimensionali. Da questa azione di comunicazione tra disegnatore e opera, nella quale il disegnatore cerca di tessere un dialogo con l'opera per elaborare una forma, un disegno, la riproduzione non cerca di essere una copia sterile. Il disegno intende porsi umilmente a supporto di una lettura specifica, esaltando quelle forme che caratterizzano la figura e l'ornato disegnato e impostando dei limiti grafici là dove questi non sono così definiti trattandosi di un'opera materiale.

Se il disegno ripresenta così l'opera, quello che interessa da un punto di vista metodologico è sia il quadro di analisi più completo, nel quale il disegno si forma, sia la natura di questo disegno che, digitale, non può che configurarsi come un database.

Da qui l'evidenza che una procedura di documentazione, pur fondata su procedure comparative e analitiche volte a riprodurre forme, proporzioni e modelli, non possa che costituirsi e costituire anche dati di diversa natura che a loro volta dialogano [5].

Ecco perché il processo di creazione di un database conoscitivo sul Patrimonio Culturale costituisce un passaggio fondamentale, ancorché inevitabile, verso quella che è possibile definire una memorizzazione del patrimonio costruito.[6].

In tale dialogo, teso alla memoria tra "digitale" e "reale", le pratiche comparative raramente si definiscono attraverso una continuità lineare, ma piuttosto tramite uno sviluppo logico-temporale ricorsivo, che agisce per richiamo, riproposizione, rammemorazione o per riflessione, per rapida analogia, ecc. [7].

In questo senso il significato intimo della comunicazione si mescola con la conoscenza e con l'archiviazione. Tale significato riguarda il come si possa o si debba rappresentare tale forma di conoscenza e di archiviazione, consapevoli che nei metodi e negli strumenti del digitale si conservano dei limiti di una rappresentazione che, simbolica, apporta gli stessi anche alla nozione fondamentale di significato.

Il rilievo architettonico, con strumenti digitali di acquisizione e elaborazione di dati, permette di ottenere duplicati fedeli e metricamente affidabili degli oggetti indagati, sui quali diviene possibile sviluppare molteplici studi e analisi. Tuttavia il presupposto *modus ponens*, che troppo spesso connette l'affidabilità strumentale alla correttezza metrica e alla semplicistica ripresentazione di forme da una misura, può essere in qualche modo considerato rispetto ad una qualificazione di modelli. Nei modelli digitali, il paradosso dell'impossibilità di copiare una forma si contempla in ogni momento del processo di elaborazione dati. La discretizzazione, selezione e messa a sistema della mole di dati digitali, esplicitati poi nella produzione di elaborati tecnici di dettaglio e prodotti conoscitivi digitali e fisici, conferisce al modello una semplificazione e una interconnettività che lo rendono strumento di ausilio alla conoscenza proprio perché, in qualche modo, incompleto.

Il tema di questa ricerca, che sottende ogni espressione pratica e applicativa, riguarda dunque la comunicazione, la memorizzazione, la comparazione e la conoscenza, attraverso un gioco di richiami e ricorsi fondati sulla natura dei diversi modelli prodotti.

2. Il modello allegorico “l’invenzione e la narrazione della Sacra Cintola”

Il pulpito di Donatello a Prato costituisce una macchina allegorica che comunica, di concerto con la Cattedrale di Santo Stefano, le vicende connesse alla città e alla sua reliquia, la Sacra Cintola, ovvero il cordolo apposto dagli apostoli attorno alla vita della Vergine prima della sua assunzione in cielo.

La cintola giunge a Prato nel 1141, per mano di Michele Dagomari, nobile pratese recatosi a Gerusalemme in occasione della Prima Crociata (1096 - 1099). Il Dagomari lascia in dono la reliquia all'allora Pieve di Santo Stefano, che, custodendola, diviene importante meta di culto per i fedeli [8]. Per tale ragione, a partire dai primi anni del 1300, la chiesa venne ampliata e, nel 1428, venne realizzato il pulpito dal quale ancora oggi il Vescovo, cinque volte all'anno, mostra il sacro cordolo ai fedeli.

Il pergamo di Donatello è l'ultima tappa del rito dell'Ostensione ed è posto all'intersezione dei prospetti sud ed ovest della Cattedrale, in una posizione che ne garantisce la piena visibilità dalle due piazze sulle quali si affaccia. (Fig. 1).

Il pulpito è costituito da una struttura avente raggio di 175 cm, posta ad oltre 300 cm da terra, riparato da una copertura ad ombrello, al di sopra della quale si trova la statua di Santo Stefano, patrono della città di Prato. Sorretto da mensole e ghiera decorative, il parapetto circolare in marmo è suddiviso in 7 formelle, tra loro separate da coppie di piccolo tempietto circolare.

paraste scanalate con capitelli corinzi, che conferiscono alla struttura le sembianze di un



Figura 1. Il Pulpito di Donatello e la sua posizione sul fianco della Cattedrale di Santo Stefano.

Le formelle ospitano un motivo di spiritelli in festa che assumono le pose più svariate, in una composizione all'insegna del ritmo e dell'armonia. Per realizzarli Donatello si ispira alla figura del putto, che in antichità si riteneva abitasse il paradiso di Dioniso, rendendola sia icona nell'immaginario cristiano (poichè associata al concetto di "salvezza", in diretta connessione con il motivo del vino versato da Cristo nell'ultima cena e simbolo del suo sangue), sia simbolo di un recupero stilistico e formale dell'arte classica intrapreso dallo stesso artista. Nelle danze gioiose per l'Ostensione della Cintola, i cinque spiritelli organizzati all'interno di ciascuna formella sono articolati su diversi piani di profondità. Questo effetto tridimensionale e dinamico è reso possibile dallo "stacciato", una tecnica scultorea con la quale si può realizzare un effetto di rilievo con minime variazioni di quota rispetto al fondo, magistralmente utilizzata da Donatello per scandire i differenti piani di lettura. Ad amplificare il senso del movimento contribuisce un fondo dorato a mosaico che, al vibrare degli effetti di luce, accompagna le danze dionisiache degli spiritelli in festa.

La soluzione architettonica angolare ha esposto l'opera, nel corso del tempo, a fenomeni di deterioramento, tra cui l'erosione di alcune porzioni del parapetto e della copertura. Per tale motivo, a partire dal 1776 il pulpito è stato oggetto di numerosi restauri, fino a quando nel 1972 è stato sostituito da una copia realizzata in resina e polvere di marmo, attualmente visibile nella facciata esterna della Cattedrale [9]. Il parapetto originale, assieme al capitello bronzeo sottostante, è oggi conservato all'interno degli ambienti del Museo dell'Opera del Duomo. (Fig. 2).

Obiettivo della ricerca qui illustrata è quello di costituire una memoria digitale dell'opera di Donatello, attraverso la realizzazione di un suo duplicato interpretativo che, dalla comunicazione, conduce alla comparazione e quindi alla conoscenza dell'opera stessa.

Per tale ragione è stato avviato un progetto di ricerca per la documentazione del pulpito originale e della sua copia in esterno [10], volto a sperimentare metodologie e strumenti dai quali avviare una nuova forma di dialogo tra l'opera d'arte e la sua riproduzione.

La rapida evoluzione tecnologica applicata ai Beni Culturali ha permesso non solo di disporre di strumenti di misurazione sempre più accurati, ma anche di assistere ad una sostanziale trasformazione della tipologia di database ottenibili. Questi sono sempre più caratterizzati da una molteplicità di informazioni che, opportunamente discretizzate, comportano un costante rinnovo della narrazione e della comunicazione dei valori dell'opera [11]. Da tali prodotti digitali tridimensionali il disegnatore è in grado di leggere nel dettaglio la tessitura e le imperfezioni del materiale, la sua componente colorimetrica così come la sua lavorazione. In relazione alle finalità comunicative a cui il disegno deve rispondere, dovranno poi essere attivati processi di analisi, discretizzazione e segmentazione dei dati ottenuti. Dal database è possibile produrre numerosi modelli interpretativi dell'opera originale, arricchendo, attraverso il digitale, il dialogo tra l'opera e i suoi duplicati, ovvero la relazione tra i valori dell'opera originale e i nuovi significati delle sue riproduzioni [12].



Figura 2. Un'immagine generale e alcuni dettagli del parapetto del pulpito originale di Donatello, conservato nelle sale del Museo dell'Opera del Duomo.

3. Il modello grafico “la forma digitale e la reinterpretazione simbolica”

Attraverso il progetto di rilievo integrato per la documentazione del Pulpito di Donatello, sono stati generati database affidabili del pergamo esterno e del parapetto scultoreo conservato nel Museo dell'Opera del Duomo. Da tali database, è possibile sviluppare modelli grafici e interpretazioni capaci di narrare, a diversi livelli, l'opera donatelliana.

La campagna di acquisizione sul pulpito esterno, condotta strutturando una metodologia di acquisizione integrata con tecniche laser scanner e fotogrammetriche, ha permesso di ottenere un database conoscitivo digitale completo delle informazioni metriche e materiche dell'opera. La mole di dati raccolti e integrati tra loro costituisce un vero e proprio duplicato digitale del pulpito, che viene visualizzato nella sua componente spaziale e nel suo rapporto con la facciata e con il fianco della Cattedrale. Tale *database*, se opportunamente realizzato, consente l'esplicitazione delle meccaniche strutturali di funzionamento del pergamo rispetto all'edificio, e l'elaborazione di disegni, modelli e letture critiche sul manufatto. Sia a scala generale che di dettaglio, tali disegni esplicitano l'immagine dell'opera nel suo contesto. Sono stati elaborati modelli bidimensionali delle facciate, per consentire una lettura dei rapporti metrico-dimensionali e materico-qualitativi, tra il pulpito, la cattedrale e lo spazio urbano. Tali modelli esplicitano anche aspetti non immediatamente visibili nell'opera: l'irregolarità di alcune modanature, il passo non costante delle mensole che sorreggono il parapetto, le variazioni (seppur minime) degli elementi dell'apparato decorativo (differenze tra le decorazioni dei capitelli, tra le paraste, ecc..). L'analisi dei modelli prodotti permette di supportare

considerazioni sullo stato di conservazione e di apprezzare le variazioni morfometriche dovute agli sviluppi della fabbrica rispetto al modello ideale dell'opera. Tra modello ideale, modello reale, copia e modello digitale, vengono così introdotte, attraverso la misura, comparazioni che offrono una visione più ampia dell'opera.

Per il rilievo del parapetto originale del pulpito, collocato nelle sale del museo su di un basamento posto a 150 cm da terra, sono stati impiegati strumenti *image based* e *range based* performanti a distanze ravvicinate rispetto alla superficie da acquisire. (Fig. 3).



Figura 3. Il database delle nuvole di punti del laser scanner 3D e l'elaborazione del disegno 2D.

Duplicati digitali di dettaglio, con un'affidabilità sulla restituzione superficiale del bassorilievo nell'ordine del millimetro, sono stati sviluppati per ciascuna delle formelle del parapetto. Dall'integrazione delle diverse acquisizioni sono stati generati modelli capaci di descrivere la geometria degli elementi e la tessitura del materiale. (Fig. 4). Obiettivo di questo rilievo, pianificato prevedendo una restituzione grafica in scala 1:1, l'ottenimento di un database altamente descrittivo sia della componente cromatica che di quella geometrica dell'apparato scultoreo. In particolare, grazie all'impiego di strumenti *image based*, è stato possibile ottenere un modello fotogrammetrico dell'intero parapetto, colorimetricamente verosimile all'aspetto del pulpito originario. Per catturare le differenze cromatiche e gli effetti di luce della varietà tonale del mosaico e delle superfici scolpite, è stato predisposto uno specifico set fotografico, dotato di stativi, fotocamere con obiettivi calibrati e tabelle *colorchecker* a 24 colori. Il modello fotogrammetrico SfM è stato opportunamente scalato sulla nuvola di punti ottenuta da laser scanner, sulla base di punti omologhi in comune tra i due database. Una volta verificata l'affidabilità metrica calcolata sui target, è stato effettuato uno sviluppo ortometrico su un piano del pulpito, ottenendo la rappresentazione di tutti gli elementi in "vera grandezza" [13]. (Fig. 5).

Da questo sono state selezionate ed ottimizzate le immagini sviluppate di due formelle che hanno sostituito le formelle III e IV originali, rimosse dal piedistallo sul quale il pulpito è collocato, per essere esposte temporaneamente presso altri musei in occasione della mostra itinerante "Donatello, Il Rinascimento".

Parallelamente, dall'impiego di strumenti *range based*, è stato prodotto un modello 3D di dettaglio dell'intero pergamo, dal quale sono state estrapolate le porzioni relative alle medesime

alla prototipazione solida degli oggetti acquisiti [14]. A partire da processi di discretizzazione e modellazione dei dati, attraverso elaborazioni matematiche, diviene possibile realizzare stampe tridimensionali del duplicato digitale. Tali stampe si configurano come copie fedeli degli elementi, riproduzioni fisiche ottenibili in tempi relativamente brevi e spesso senza eccessivi costi. Tuttavia, in relazione alle finalità di fruizione delle stampe (visiva, tattile, ecc.), è opportuno validare gli aspetti di affidabilità e di rispondenza, in termini di caratteristiche fisiche, tra l'originale, il duplicato digitale e il modello a stampa. (Fig. 6).



Figura 6. I duplicati digitali del pulpito originale di Donatello. A sinistra il modello fotogrammetrico, al centro il modello ottenuto da strumenti a scansione laser, a destra la stampa 3D.

La predisposizione del modello 3D, la scelta del materiale di stampa e della scala a cui l'oggetto verrà stampato, sono operazioni complesse che richiedono tempi lunghi, numerose prove e test di verifica e che influiscono e qualificano il rapporto tra l'opera originale e il prodotto stampato. Questo dialogo passa necessariamente per il modello digitale predisposto per la stampa, ulteriore sintesi e rappresentazione della complessità reale in una rivisitazione specifica del patrimonio. Ecco che il racconto offerto dal modello concreto diviene espressione di una duplice discretizzazione (una prima, dal database al modello digitale, una seconda, dal modello digitale a quello stampato), di specifiche scelte tecniche e comunicative, non necessariamente concordi con quelle espresse dall'opera originale.

Nel campo dei beni culturali la stampa 3D trova la sua più specifica applicazione all'interno di musei e collezioni museali, dove la riproduzione accessibile al tatto di sculture, bassorilievi, reperti, mosaici, ecc..., guida il fruitore in una nuova e approfondita tipologia di conoscenza [15]. Le riproduzioni a stampa 3D divengono oggetti con cui interagire attivamente, utili a comprendere il percorso espositivo e il funzionamento di sistemi complessi. Diversificati per aspetto, matericità e (talvolta) scala, dai beni originali possono catalizzare l'attenzione del visitatore che, attraverso un'interazione diretta con la scena del museo, viene stimolato nella visita.

Il processo di ricostruzione digitale, sviluppato a partire dall'impiego di tecnologie laser scanner e fotogrammetriche, consente di operare un'analisi non-invasiva del patrimonio e, quando concretizzato negli atti della prototipazione e della stampa 3D, offre, agli enti museali

e agli studiosi in genere, il vantaggio di fruire di copie affidabili, leggere, maneggevoli e riproducibili. Operando con queste tecnologie è possibile modellare e produrre copie a differenti scale dimensionali, mantenendo corrette proporzioni e tessiture della componente materica.

Il processo di memorizzazione del patrimonio, di studio del rapporto tra l'originale e l'univocità dei suoi duplicati, applicato al pergamo di Donatello, è stata l'occasione per sperimentare l'utilizzo della stampa 3D finalizzata ad offrire una visita maggiormente attrattiva. In particolare, entrambe le formelle destinate al prestito museale, sono state digitalizzate e prototipate per la stampa in 3D, permettendo di giungere ad un nuovo tipo di fruizione, visiva ma soprattutto tattile, dell'opera scultorea.

Le potenzialità comunicative dei modelli a stampa si esplicitano quindi più che nell'aspetto estetico e cromatico, in quello materico e di rugosità del materiale. Nel caso del parapetto del pulpito, dal modello digitale delle formelle III e IV, sono state realizzate due stampe: la prima, in scala 1:5, leggera e maneggevole, per facilitare la comprensione degli incastri tra le formelle e le paraste e permettere una visione complessiva del disegno della danza degli spiritelli; la seconda, in scala 1:1, per garantire la lettura tattile dell'opera anche a non vedenti e ipovedenti. (Fig. 7).

In entrambi i casi, le stampe sono state realizzate in filamento di PLA bianco, risultando monocromatiche. Tale scelta comunicativa permette, a livello visivo, di enfatizzare la tecnica dello "stacciato", l'omogeneità del colore evidenzia le ombre e quindi la profondità del bassorilievo; a livello tattile, di non alterare, con lo spessore di una colorazione, le minime differenze altimetriche restituite dalla stampante.



Figura 7. Le differenti porzioni in cui è stata suddivisa ciascuna delle due formelle III e IV per la prototipazione 3D in scala 1:1. A destra, una delle formelle a seguito del processo di assemblaggio e pulitura.

La flessibilità dei prodotti a stampa 3D li rende declinabili per diversi scopi didattici e forme di musealizzazione attrattive, interattive e inclusive. Le copie realizzate si configurano come nuovi modelli rappresentativi, che interpretano l'opera originale e ne accrescono l'accessibilità e la conoscenza, strutturando un innovativo percorso narrativo ed espositivo. (Fig. 8).



Figura 8. L'11 giugno 2022 è stata inaugurata la mostra temporanea nella sala del Museo dell'Opera in cui è conservato il pulpito originale. Le formelle stampate in 3D sono prodotti tattili posti a fianco del pulpito. Pannelli informativi che descrivono il processo di realizzazione dei duplicati digitali accompagnano il visitatore all'interno della sala.

5. Conclusioni

Le considerazioni trattate all'interno del contributo consentono di comprendere l'importanza del rilievo e della documentazione digitale integrata a supporto non solo della memorizzazione ma anche dell'arricchimento conoscitivo e comunicativo del patrimonio culturale.

I modelli ottenuti dai differenti database non possono raccontare in modo esaustivo e completo l'opera originale. Ciascuno è però capace di apportare una descrizione semplificata e approfondita relativa ad un aspetto specifico. In questo modo si sviluppa una narrazione molteplice, che offre più punti di vista che, pur meno complessi, trovano poi una maggior possibilità di personalizzazione dell'esperienza di fruizione della conoscenza in virtù delle maggiori possibilità di relazione con i modelli prodotti. Questi modelli e le relazioni tra di essi divengono inoltre "qualcosa di altro" rispetto all'opera stessa, altre opere che accrescono un dibattito storiografico e storicistico sull'opera.

In questo senso, l'unicità e la capacità comunicativa che ciascun prodotto è in grado di rappresentare apre alla possibilità di considerare i duplicati digitali anch'essi come "opere d'arte a sé stanti". I modelli, significanti di valori intrinseci ed estrinseci dell'opera, si configurano rispetto ad una volontà comunicativa amplificando il *corpus* grafico e infografico e, acquistando una loro autonomia rispetto all'opera stessa, la arricchiscono di una serie di contenuti informativi.

La natura dei diversi duplicati suggerisce così molteplici scenari tra il tangibile e l'intangibile. La riscrittura delle opere d'arte in ambienti digitali aiuta l'aggiornamento del messaggio comunicativo. È altresì possibile sviluppare nuove forme narrative che coadiuvano e dislocano il messaggio comunicativo dell'opera d'arte per diverse tipologie di utenti.

La predisposizione di applicativi di realtà aumentata e virtuale consentono di dare vita ad ambientazioni nelle quali l'opera travalica il limite fisico della materia. Le danze degli spiritelli in festa possono divenire azioni dinamiche e l'architettura del pulpito esplicitare quell'anticipazione manierista che intimamente conserva nelle sue forme. Si possono prevedere stampe tattili orientate a innovative modalità di interazione con il visitatore diversificando le opportunità di conoscenza dell'opera d'arte. Il modello digitale supporta così la preservazione della memoria del modello fisico e, attraverso la sua interconnettività, cerca di preservarsi digitalmente. Nella trascrizione digitale di linguaggi, forme e modelli, si producono ricadute culturali anche sul territorio specifico. La produzione di modelli supporta un'educazione al digitale e ai linguaggi del digitale. L'educazione avviene creando opportunità di confronto che danno luogo a interazioni e a ricorsi temporali, quel duplicarsi e replicarsi di esperienze ricorsive che si stratificano nel tempo.

Si promuovono così processi di comparazione volti a favorire lo sviluppo della conoscenza e delle molte conoscenze, dando luogo a modelli di modelli.

Come in un'eterna ghirlanda brillante il sogno del pulpito e il messaggio contenuto nell'opera, dopo aver acquistato materia, si trasformano in materia digitale e, attraverso il sogno, in nuove materie fisiche e nuovi modelli che permettono di aggiornare e attualizzare i messaggi del passato ponendo le basi per le meccaniche del futuro.

Acknowledgements

Le attività di documentazione e restituzione grafica descritte nel contributo sono parte di un progetto di ricerca coordinato scientificamente dall'Università di Firenze e dall'Università di Pavia. Il progetto, finanziato da Fondazione Cassa di Risparmio di Prato e promosso dai Musei Diocesani di Prato, è stato condotto dai ricercatori del laboratorio congiunto LS3D Landscape, Survey and Design, dell'Università di Firenze e dell'Università di Pavia e del laboratorio DAda-LAB del Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università di Pavia. Il processo di digitalizzazione e di elaborazione 3D del pulpito di Donatello è stato oggetto di una Tesi di Laurea, discussa presso l'Università di Pavia nell'A.A. 2020/2021, dal titolo "La documentazione del Pulpito di Donatello: dal disegno alla riproduzione digitale", Dott.ssa Chiara Rivellino, Relatore: Prof. Sandro Parrinello, Correlatori: Prof. Francesca Picchio.

References

- [1] Bateson, G., *Mente e natura*, Adelphi, Milano, 1984.
- [2] Bateson, G., *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1977.
- [3] Hall, E. T., *La dimensione nascosta*, Bompiani, Milano, 1968.
- [4] Ciastellardi, M., *Le architetture liquide. Dalle reti del pensiero al pensiero in rete*, Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto, Milano, 2009.
- [5] Parrinello, S., Picchio, F., Database and complexity. Remote use of data in the virtual space of reliable 3D models, "Architecture and Engineering", 2017, 2(2); 27-36.

- [6] Parrinello, S., Picchio, F., Dell'Amico, A., When the future is the past. Database digitali per la virtualizzazione dei beni museali, [in:] Luigini, A., (edited by), #Earth2018. Digital Environments for education arts and heritage. Free Università di Bolzano, Bolzano, 2018.
- [7] Hofstadter, D. R., Gödel, Escher, Bach. Un'eterna ghirlanda brillante, Adelphi, Milan 1990.
- [8] Dello Russo, M., Storia della Sacra Cintola di Prato. Stamperia Ferrante, Napoli, 1858.
- [9] Giusti, A., Biliotti, C., "... sì belli e sì mirabili": recuperi e limiti nel restauro dei rilievi donatelliani, [in:] Giusti, A. (edited by), Donatello restaurato. I marmi del pulpito di Prato, Maschietto editore, Florence 2000; 61-72.
- [10] Rivellino, C., Ricciarini, M., *Testing the reliability of mini-UAVs acquisition campaign on detailed bas-reliefs. The case study of sculpturing elements of Donatello's Pulpit*, [in:] Barba, S., Parrinello, S., di Filippo, A., Dell'Amico, A., (edited by), "D-SITE Drones - Systems of Information on cultural hEritage", 2022, 2(2); 518-527.
- [11] Parrinello, S., De Marco, R., Galasso, F., Un protocollo di modellazione urbana mediante abachi e modulo tecnologici. Dal rilievo digitale al sistema informativo 3D per il centro storico di Betlemme, [in:] Empler T., (edited by) "3D MODELING & BIM. Data Modeling & Management for AECO Industry", 2020; 62-83.
- [12] Parrinello, S., Dell'Amico, A., Experience of documentation for the accessibility of widespread cultural heritage, "Heritage", 2019, 2(1); 1032-1044.
- [13] Pancani, G., Piazza dei Miracoli a Pisa: il Battistero. Metodologie di rappresentazione e documentazione digitale 3D, EDIFIR, Firenze, 2016.
- [14] Jung, T.H. and tom Dieck, M.C., Augmented reality, virtual reality and 3D printing for the co-creation of value for the visitor experience at cultural heritage places, "Journal of Place Management and Development", (2017), Vol. 10 No. 2; 140-151.
- [15] Fu, H. *Le stampe 3D per una fruizione tattile delle sepolture*. [in:] Buno, B., Napione, E., Picchio, F., (Edited by), "I Mondiali di Italia '90 e la scoperta della necropoli romana. Un progetto espositivo per il trentennale della scoperta della necropoli di Porta Palio. 2022, Pavia University Press, Pavia; 99-105.

Earth-based mortars at the Wupatki Pueblo: a preliminary assessment through non-destructive testing

Gambilongo Laura – Department of Civil Engineering, University of Minho, ISISE, 4800-058 Guimarães, Portugal, e-mail: laura.gambilongo@gmail.com

Barontini Alberto - Department of Civil Engineering, University of Minho, ISISE, 4800-058 Guimarães, Portugal, e-mail: albe.barontini@gmail.com

Lourenço Paulo B. - Department of Civil Engineering, University of Minho, ISISE, 4800-058 Guimarães, Portugal, e-mail: pbl@civil.uminho.pt

Abstract: This paper deals with the inspection and diagnosis of the Wupatki Pueblo archaeological site (Arizona), mainly built of sandstone units and earthen mortar joints. The investigation aimed at assessing the state of conservation of the site, affected by accelerated degradation phenomena due to aggressive environmental conditions. To that end, the evaluation of the mechanical properties and the durability of the earth-based mortars was deemed necessary. Four non-destructive tests (i.e. penetrometer, Schmidt hammer, pendulum hammer, and scratch tests) were therefore carried out on six different types of earth-based mortars identified on-site by visual inspection. Both the penetrometer and the Schmidt hammer tests allowed a quantitative estimation of the compressive strength, while the pendulum hammer and the scratch tests provided a qualitative assessment of the hardness and durability, respectively. Main limitations of the equipment and best practices were identified during the experimental campaign on-site. In conclusion, earthen mortars showed an average compressive strength of 0.8 MPa and an acceptable durability.

Keywords: earth-based mortar, on-site diagnostic investigation, non-destructive testing, durability assessment, strength assessment.

1. Introduction

Like all earthen building materials, earth-based mortars are extremely varied in terms of physical and mechanical properties. This is mainly due to the intrinsic heterogeneity of the raw material, mixture constituents, and water content, as well as the construction technique and environmental conditions. Therefore, an exhaustive characterisation of the mortar properties for each specific case is required. However, collecting samples for laboratory tests is an invasive procedure and may be not feasible due to the historical and cultural value of the sites [1], as well as the small thickness of the joints [2]. Alternatively, several non-destructive tests (NDTs) have been developed for use directly on-site. They are non-invasive, causing no or minor and negligible damage. However, these tests have been developed for mortars other than earth-based and, in some cases, use devices whose technical specifications are not compatible with low-strength materials such as earth-based mortars. Indeed, a lack of research on the use of NDTs on earth-based mortars has been noted in the literature. This work aims, therefore, at addressing this gap by using existing NDTs to characterise the earth-based mortars at the Wupatki Pueblo archaeological site (Arizona), analysing the feasibility of these testing procedures, commonly adopted for other materials in civil engineering.

2. The case study of the Wupatki Pueblo

The Wupatki Pueblo, also called Main Pueblo, is the largest archaeological complex within the Wupatki National Monument (WUPA), a vast area of about 143 km² in Northern Arizona, where more than 2500 archaeological sites have been found so far. The Wupatki was probably the richest and most influential pueblo in the WUPA area from AD 1150 to 1250. It is argued that it was built and inhabited by people belonging to the Sinagua culture, although the presence of other cultures is not excluded [3].

The Wupatki Pueblo is situated approximately 56 km northeast of the city of Flagstaff, within the Coconino County. The site is built on a narrow sandstone ridge at an altitude of about 1480 m in the Wupatki Basin, which is bordered to the southwest by the uplifted San Francisco Volcanic Field and to the northeast by the Little Colorado River, and consists of two compact blocks of rooms, the so-called South and North Pueblos or Units (Figure 1). It is estimated that both units had a total of about 100 rooms during their peak occupancy, 65 of which were likely single-storey, while the others were likely multi-storey. To date, only 80 of these rooms have been excavated, and many of them are simply marked by low walls. In the area immediately surrounding the Main Pueblo, a ballcourt and a Community Room, or Amphitheatre, are also located.



Figure 1. Overview of the Wupatki Pueblo archaeological site: the South Pueblo on the left and the North Pueblo on the right.

The structures are made of Moenkopi sandstone masonry, whose stones are irregular and extremely varied in size (Figure 2.a). Basalt pebbles, from the nearby volcanic formations, are included in a few places as decorative bands (Figure 2.b). Although there is no accurate information on the nature of the cross-section, the walls seem to be built as a single leaf, with a few through stones across the thickness providing some interlocking, i.e. without an inner core.

The archaeological site, excavated since the 1930s, has been subject in the past to significant reconstruction and demolition operations, often poorly documented. Currently, the National Park Service archeologists are regularly carrying out essential conservation works and repairs, mainly consisting of cleaning actions, placement of capstones and joint repointing with earth-based mortars stabilised with the Rhoplex E-330 acrylic-emulsion polymer (amended mortars) covering past interventions and the original mortar [4]. Cement-based mortars were widely used in past interventions, probably to fill the joints and to rebuild entire portions of the walls. In a few areas, there remains evidence of a traditional filling practice, called "chinking", consisting of the insertion of small pieces of stone or shards into the mortar joints, to block or to level the stones, also preventing mortar shrinkage (Figure 2.c). In most cases, there is no evidence of corner connections between orthogonal walls that, if present, would be strongly beneficial for the structural stability and the buildings' response under horizontal loads or soil settlements. The walls were erected directly on the soil or the

boulders, with no visible foundation. Horizontal elements of floors and roofs no longer exist. A pair of timber beams (Figure 2.d) and pockets in the walls where the beams were hosted are pieces of evidence of their past existence.

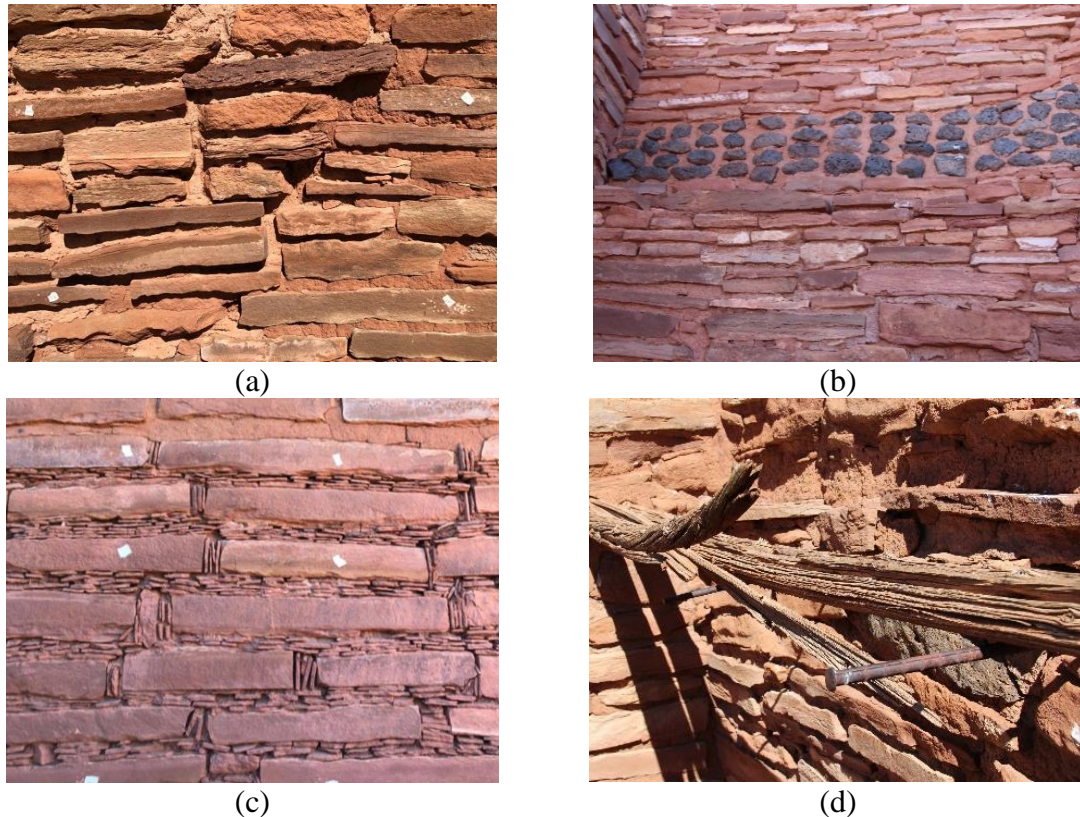


Figure 2. Materials and building techniques at the Wupatki Pueblo: (a) Moenkopi stones; (b) basalt pebbles; (c) chinking; (d) floor timber beam.

3. In-situ non-destructive testing on earth-based mortars

The degradation of the earth-based mortars, due to the aggressive environmental conditions, likely exacerbated by climate change, motivated the detailed investigation of their performance. This section is dedicated to the description of the non-destructive on-site evaluation of the mechanical properties and durability through four well-established methodologies for mortar testing, namely penetrometer, scratch, pendulum rebound hammer, and Schmidt hammer. Seven types of mortars (six different earth-based and one cement-based) identified by visual inspection, based on color, consistency, and type of aggregates are subjected to the tests (Figure 3). Indeed, several earth-based mortars, characterised by different fractions of the amendment, have been used approximately in the last thirty years for the joint repointing, while the cement mortar, mainly investigated for comparison, dates back to the reconstruction years between the 1930s and 1980s.

Each type of mortar is investigated according to the four aforementioned NDTs. It is worth noting that the recurrent operations of repointing are often very superficial (up to a couple of millimeters in depth) causing an extreme variability in the acquired values. Therefore, for each test, multiple acquisitions in different places of the site are preferably conducted in order to overcome possible localised defects of the surface, e.g. detachment, superficiality of re-pointing or degradation.

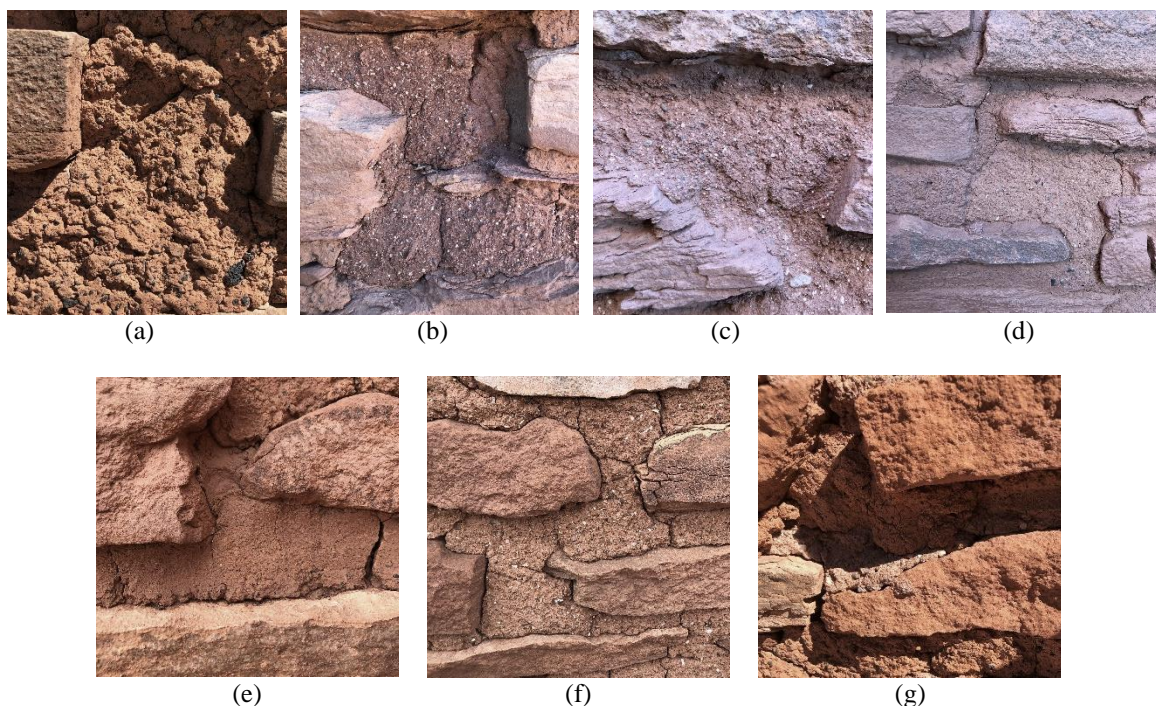


Figure 3. Types of mortar tested on-site:(a-f) amended earth-based mortars; (g) cement mortar.

3.1. Penetrometer test

A mechanical penetrometer, model DRC RSM, specifically designed to test soft materials, such as mortar, is used to carry out this test (Figure 4). The device measures the response of the mortar to the penetration of a needle and compares this response to the material's mechanical characteristics, namely its compressive strength. The test is conducted according to the manufacturer's instructions, by giving ten blows before measuring the depth of penetration of the needle. In order to estimate an average value of the penetration depth, omitting outliers, at least five acquisitions of ten blows each are recorded on the same wall or area for each investigated mortar. Finally, the penetration depth is converted into compressive strength through the manufacturer's correlation curve.



Figure 4. Penetrometer test.

3.2 Schmidt hammer test

The rebound hammer test is conducted using the Schmidt hammer type B from P.A.S.I Srl (Figure 5). This non-destructive method aims to estimate the mechanical properties of soft materials, specifically mortars, by measuring the rebound of a spring-controlled mass that impacts the surface. The rebound value is a qualitative indicator of the hardness of the mortar, since harder mortars clearly provide larger rebound values. Additionally, a quantitative assessment is also possible by using the manufacturer's correlation tables between the rebound of the metal mass and the compressive strength of the material.



Figure 5. Schmidt hammer test.

The protocol recommended by the manufacturer is followed. For each type of mortar, twelve measurements are therefore taken at different points spaced at least 20 mm apart. Three blows are executed at each point, ignoring the first two values and recording only the third one. Out of the twelve repetitions, minimum and maximum values are excluded and the rebound average value is calculated from the remaining ten measurements. Finally, the manufacturer's conversion table allows determining the compressive strength associated with this average rebound value.

3.3 Pendulum rebound hammer test

The Schmidt OS-120PM hammer is used to conduct the pendulum rebound hammer test (Figure 6). The device measures the rebound of a pendulum after its impact against the specimen's surface, allowing the mechanical



Figure 6. Pendulum rebound hammer test.

properties of soft materials, specifically mortar, to be estimated. The testing protocol recommended by EN 12504-2 standard [5] is followed as a reference. Specifically, nine rebounds are recorded for each type of mortar under investigation and the median is calculated. However, full compliance with the standard, which requires a regular grid of measurement points spaced 25 or 50 mm apart, is not possible because of the irregularity of the masonry and the uneven distribution over the walls of the investigated re-pointing mortars.

3.4 Scratch test

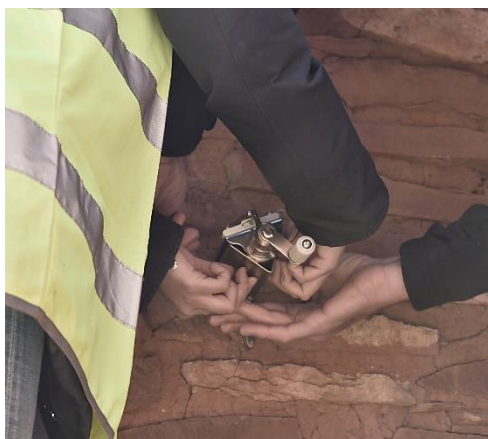


Figure 7. Scratch test.

The Enertren Mortar Check II is adopted to carry out the mortar scratch test (Figure 7). The test consists of applying a fixed force, through a spring, to a probe with an abrasive tip, which simulates the accelerated physical forces of degradation. After a predefined number of turns, the indentation of the probe into the surface is measured. The AS 3700 Australian standard is used as a reference for conducting the test [6]. Therefore, for each type of mortar five different measurements are taken and recorded, each one spaced at least 10 mm apart. For each type of mortar, the average of these measurements is then calculated to determine the scratch index.

The purpose of the scratch test as stated in the AS 3700 standard is significantly different from the one in this work. Indeed, the Australian standard requires the use of the scratch test for new mortars to verify their compliance with the durability requirements. Still, the standard relates the scratch index to three mortar classes, which are M2, M3, or M4. The AS

3700 standard is therefore used only as a reference for the interpretation of the results. In particular, in order to evaluate the durability performance of mortars, a qualitative grade, namely low, intermediate, and high, is associated with the mortar classes M2, M3, and M4, respectively.

4. Results and discussion

The results obtained for the mortars are averaged and presented qualitatively and quantitatively in terms of compressive strength f_m (Table 1). As expected, the cement mortar shows higher compressive strength, namely a minimum of 2.8 MPa and an average of 4.4 MPa. Its investigation is useful to compare and validate the results of the earthen mortars, for which the minimum f_m is lower than 0.4 MPa and the average is 0.8 MPa. Both mortars present acceptable strength and durability.

Table 1. Qualitative and quantitative assessment of earth-based and cement mortars.

| Type assessment | Qualitative | Quantitative | |
|-----------------|----------------|---------------------|---------------------|
| Type of mortar | Classification | Minimum f_m [MPa] | Average f_m [MPa] |
| Earth-based | Acceptable | < 0.4 | 0.8 |
| Cement | Acceptable | 2.8 | 4.4 |

Regarding the feasibility of these rather simple-to-use field-testing procedures, it is worth noting that the outcomes are quite variable. The penetrometer and the Schmidt hammer allow a quantitative estimation of the compressive strength, by means of correlation curves and tables provided by the manufacturers but calibrated on materials significantly different from earth-based mortars. Therefore, the obtained results are considered preliminary and should be verified by developing curves tailored to earth-based mortars, through destructive testing on laboratory specimens.

Among the devices, the penetrometer provides a larger granularity of the results, allowing a determination of the compressive strength values down to 0.4 MPa. Whereas, for the other devices, most of the mortars fall in the same class, precluding a further distinction. Moreover, the scratch test is likely the least feasible for the mechanical characterisation of the mortars. Indeed, being mainly concerned with durability, the test focuses on the surface.

Since the analysed mortars are used for repointing operations, which are often very shallow, some uncertainty in the results is expected. Indeed, the presence of multiple layers of different mortars complicates the experimental assessment, especially because the characteristics of the underlying layers as well as the conditions of the interface(s) between the layers are unknown. This is particularly evident for the penetrometer but affects all the tests.

5. Conclusions and recommendations

Four NDTs, namely penetrometer, Schmidt hammer, pendulum rebound hammer, and scratch tests, were carried out to characterise the mechanical properties and durability of the earth-based mortars at the Wupatki Pueblo archeological site, significantly affected by severe environmental conditions. This investigation also aimed at proving the feasibility of these methodologies, which were mainly developed for other types of materials, to test earthen mortars. The tests provided a preliminary assessment, both quantitative and qualitative, of the mortar performance.

However, some limitations in conducting the tests and interpreting the results emerged, and more research is needed to make these non-destructive methodologies reliable and suitable for a widespread use for earth-based mortars:

- since the tested mortars were used for repointing, the superficiality of some layers and the presence of more layers provided a significant variability and uncertainty in the measurements;
- due to the low strength of earth-based mortars, for most of the devices, the quantitative correlation with compressive strength was lacking, precluding a good granularity of results;
- the use of correlation curves and tables tailored to different materials prevents a completely reliable interpretation of the results and allows only preliminary assessments, which must be verified by creating curves specifically for earth-based mortars.

Acknowledgments

This publication is made possible with support from the J. Paulo Getty Trust. The study has also been funded by the “Archaeological Site Conservation and Management, Wupatki National Monument” project through the Getty Foundation. The project was undertaken in collaboration with the Architectural Conservation Laboratory/Weitzman School of Design at the University of Pennsylvania. This work was also partly financed by FCT / MCTES through national funds (PIDDAC) under the R&D Unit Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering (ISISE), under reference UIDB/04029/2020. The support is gratefully acknowledged. However, the opinions presented in this paper are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the sponsoring organizations.

References

- [1] Mammoliti E., Ferretti A., Malavolta M., Teloni R., Ruggeri P., and Roselli G., “Defining a non-destructive in situ approach for the determination of historical mortar strength using the equotip hardness tester,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 11, 2021, DOI: 10.3390/app11114788.
- [2] Pelà L., Roca P., and Aprile A., “Combined In-Situ and Laboratory Minor Destructive Testing of Historical Mortars,” *Int. J. Archit. Herit.*, vol. 12, no. 3, pp. 334–349, 2018, DOI: 10.1080/15583058.2017.1323247.
- [3] Brennan E. and Downum C., “Report of findings prestabilization documentation for Wupatki Pueblo Wupatki National Monument.” Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, 2001.
- [4] Dickensheets C. and Matero F. G., “Performance Testing of Acrylic-Amended Earthen Mortars at Wupatki National Monument in Arizona,” *APT Bull. J. Preserv. Technol.*, vol. 52, no. 1, pp. 5–14, 2021.
- [5] “EN 12504-2:2021 Testing concrete in structures Non-destructive testing. Determination of rebound number.”
- [6] Australian Standard, “AS 3700_2011: Masonry structures.”

WoodBox modules: a flexible and re-usable emergency solution for temporary retail activities

Lucchini Angelo – Politecnico di Milano, Milano, Italy, angelo.lucchini@polimi.it

Mazzucchelli Enrico Sergio – Politecnico di Milano, Milano, Italy, enrico.mazzucchelli@polimi.it

Scrinzi Giacomo – Politecnico di Milano, Milano, Italy, giacomo.scrinzi@polimi.it

Pastori Sofia – Politecnico di Milano, Milano, Italy, sofia.pastori@polimi.it

Stefanazzi Alberto – Politecnico di Milano, Milano, Italy, alberto.stefanazzi@polimi.it

Silva Stefania – Politecnico di Milano, Milano, Italy, stefania.silva@mail.polimi.it

Severgnini Mario – Politecnico di Milano, Milano, Italy, mario.severgnini@mail.polimi.it

Abstract: Ongoing climate change effects can bring to extremely negative consequences in the coming decades. In this context, the development of housing prototypes suitable to provisionally host people affected by emergency situations (to which the emergency related to war events has recently been added) is nowadays an issue of primary importance. However, recent seismic events in Italy have highlighted how the problems of post-emergency and reconstruction are not only related to the rapid housing construction, but also derive from other serious and prolonged inconvenience for the people involved. In fact, the priority of emergency procedures mainly concerns the realization of temporary residential housing, without considering the people need to continue their activities, that means aggregation and social life. The need to create a place where people can start again their work and social activities, has guided the research here presented. In this regard, the paper describes the development of an innovative construction system based on prefabricated modules that can be used in the early post-emergency phase, but also during the reconstruction of the damaged buildings or during neighbourhood redevelopment interventions. The paper analyses different layout configurations, with an in-depth study of the methods of installation and connection, considering building services integration as well.

Keywords: risk mitigation, climate change, modular unit, emergency housing, flexibility

1. Introduction

Reduction in water resources, soil instability, forest fires, soil consumption, desertification and severe weather events are some of the numerous risk factors that characterize the Mediterranean Basin. In addition, there are other pressures caused by ongoing climate change that act as ‘amplifiers’ with the potential for extremely negative consequences in the coming decades if a new model of sustainable development aimed to reduce impacts and strengthen resilience is not pursued [1]. Climate change may in fact influence the frequency and intensity of hazardous events (Fig. 1), with inevitable widespread impacts, also on architectural heritage and building stock [2]. In addition to this, the emergency caused by war events has recently arisen, with dramatic repercussions on the population involved. In this context, the development of housing prototypes suitable to provisionally host people affected by natural disasters (Fig. 2) or emergency conditions is nowadays an issue of primary importance [3].

Mainly as a result of the several earthquakes occurred in Italy in the last decades, many researches have been carried out to define alternative design approaches different in

typology, construction methodology and materials [4]. The idea of quick-response dwelling solutions for emergency, through its functional characteristics, is aimed to solve the problem of housing in post-disaster phase in a short time and with limited costs [5]. In this framework, the types of temporary residence nowadays used in case of emergency can be referred to three fundamental systems: flexible envelope system (i.e. tents or similar) and hard envelope solutions [6].

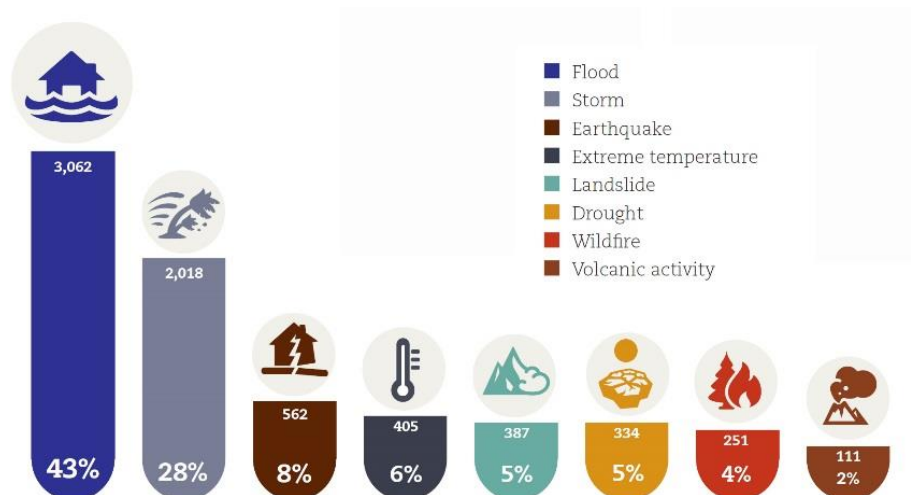


Figure 1. Percentage of occurrences of natural disasters by disaster type (1995-2015) [7].

However, recent seismic events have highlighted how the problems of post-emergency reconstruction are not only related to the rapid housing construction for the affected populations (Fig. 3), but also derive from other serious and prolonged inconvenience. In fact, the emergency camp is not just a temporal discontinuity, but also a spatial one in the refugees' lives. It is not a place, but a transit space where the lack of social relations and the anonymity can become the rule [8].



Figure 2. Example of extreme climatic event: flood in Genoa, 2011.

In this regard, a new home for the evacuees, even if temporary, should not prevent the possibility of recreating a living space immediately able to achieve normal living and comfort standards, with a view that the feeling of temporary accommodation should not become a synonymous of poor-quality housing [9]. However, it should also be considered that the evacuees need to carry on with their everyday activities during the stages of reconstruction of the damaged buildings, which also means aggregation and social life. Therefore, the need to have a place where to start over again their work and social activities as soon as possible has guided the research here presented.



Figure 3. Example of emergency housing in Abruzzo (Italy).

The paper presents the design of an emergency construction system based on prefabricated timber modules. Such elements, named WoodBox, can be used to host commercial retail activities and, if joint together, to create more complex buildings and common areas where people can meet and spend their time even over several weeks after the emergency.

Moreover, the proposed solution can be very easily used even in many other contexts, such as the creation of small temporary retail shop aggregates during neighbourhood redevelopment interventions, with re-usable modules that can be assembled, disassembled and transported elsewhere for further uses at the end of the works. This is in order to maintain those retail services, essential to the community, that should otherwise be interrupted during the execution of the redevelopment works. The present contribution focuses on modules for small commercial retail activities, but the same methodology could be extended to small agricultural and handcrafted activities as well.

The development and detailed definition of a standardised architectural, structural, technological and constructive system aims to make the modules available in the shortest possible time, especially in case of emergency, almost reducing to zero the time needed for the design phase by limiting the building process (once the intervention area has been identified) just to production (simultaneous with the foundations and infrastructures preparatory activities), transport and on-site assembly.

2. The standard WoodBox design

Considering many aspects, among which flexibility, speed of production, ease of assembly and disassembly, transport, reuse, etc., the research has led to the definition of a prefabricated standard module (WoodBox), that can be easily adapted according to the different climatic conditions of the Italian territory.

The modules are characterised by a timber frame construction system, particularly suitable to manufacture housing units after catastrophic events [10], guarantees a fast production, lightness (and therefore a good behaviour in seismic areas), ease of transport, installation and commissioning. Moreover, since construction activities are performed in a highly supervised building sites, workers are provided with ideal working conditions in terms of

safety, ergonomics, etc., minimizing material scrap as well as resulting in a higher quality of the final output [11 - 12].

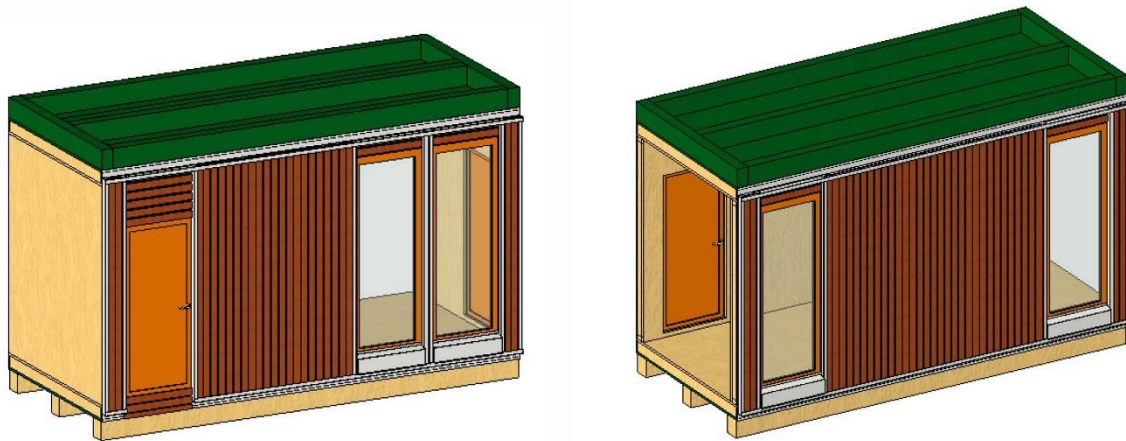


Figure 4. Example of two WoodBox configurations.

After analysing some possible forms and aggregation layouts, it was decided to design a standard module with a simple box shape, with flat roof and vertical walls, also considering the modules transportation to the building site: the module width and height do not exceed respectively 2.55 m and 4.00 m, while its length is 6.00 m. In this regard, the WoodBox modules shape and dimensions make them easily transportable by standard vehicles. Leaving geometry and dimensions unchanged, a total amount of 14 module typologies have been defined by varying the position and the number of openings, as well as the ratio between the transparent and the opaque surface (Fig. 4). These module types, aggregated in different configurations, can generate buildings of more complex and articulated geometry [13].

In detail, the vertical walls consist of: load-bearing timber-frame panels with rockwool thermal insulation (with a thickness depending on the climatic zone), double OSB layer on both sides, air and vapour barrier layers, external wooden slats finishing and plasterboard on the internal surface. The horizontal slabs consist of prefabricated panels made with glued laminated timber joists and a rock-wool thermal insulation in between, finished with a linoleum flooring for the bottom slab and a double slated bituminous membrane as a waterproofing on the roof.

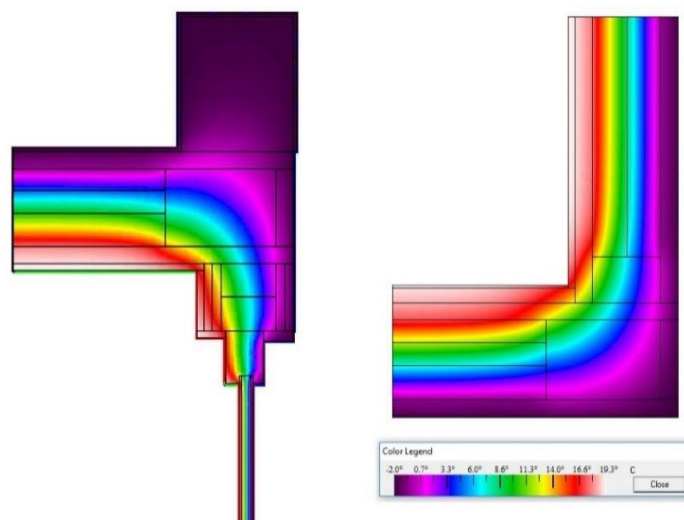


Figure 5. Examples of thermal bridge analysis (Therm software).

Thermo-hygrometric performances have been verified according to the national standards and regulations, while the thermal bridges analysis was performed using the software Therm (developed by the Lawrence Berkeley National Laboratory) analysing the two-dimensional heat flows through the different building components (Fig. 6).

The integration of technical services assumes primary importance in prefabricated construction systems as WoodBox, where building services, if properly arranged and designed, can be very conveniently integrated within building elements during their off-site manufacturing, as this can guarantee a higher degree of flexibility in terms of use, layout, technology (maintainability, repair or replacement of parts, etc.) and performance as well [14]. In this case, the only modules equipped by water supply and drainage system are those destined to toilet facilities, which are subdivided into two bathroom units with a common service wall (Fig. 5).

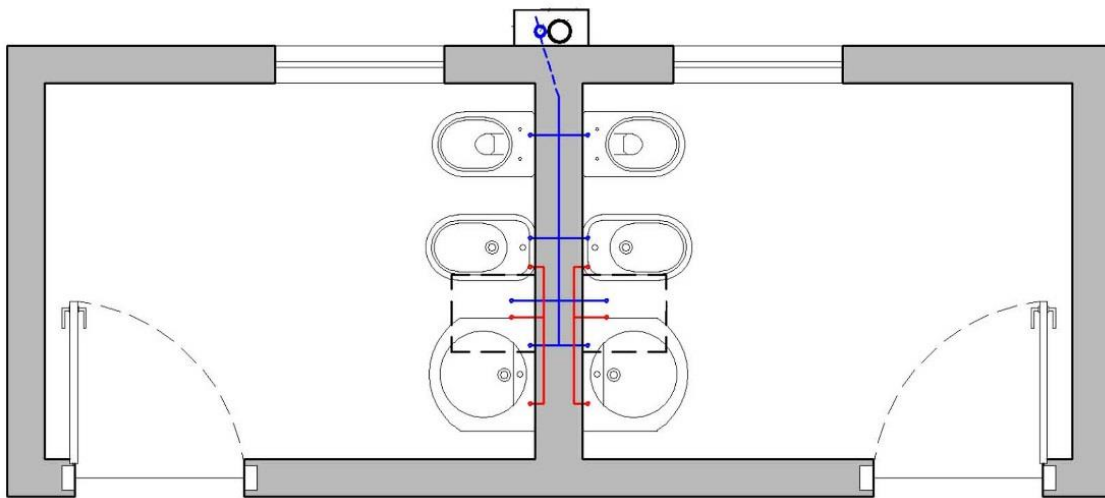


Figure 6. Example of bathroom module layout.

Regarding the heating and cooling system, the modules are equipped with split A/C units integrated with decentralized ventilation modules that ensures heat recovery and indoor air quality. Each ventilation unit can guarantee an air exchange up to 100 m³/h and is equipped with a separate filter for incoming and outgoing air (where necessary it can also be integrated with an electric resistance for additional inlet air heating). The designed solution does not require ducts for air distribution and can therefore be fully integrated within the prefabricated wall modules already during the off-site manufacturing, without any additional work on site, except for power supply connections. Finally, all the arrangements for the possible installation of a photovoltaic system on the roof were considered [15]. This especially in case the use of the WoodBox modules is prolonged over time.

3. Possible modules combinations

The concept of modular standardisation and coordination, together with the flexibility criteria, are essential to minimise the production and construction times, and allow to realise a buildings system able to respond to the functional spatial needs reaching standards, comfort and performance comparable to the last generation of sustainable buildings. Since the layout of the modules is linear and essential, it was decided to create more articulated buildings assembling and overlaying the modules in different ways. This was possible using some additional elements, such as staircases, balconies, banisters, etc. Some of the possible modules combinations are shown in Fig. 7 and Fig. 8.

Depending on orographic and planimetric characteristics of the site where to set up the modules and on people necessities, it is possible to develop the most suitable assembly configuration, thanks to the extreme flexibility of the 14 different WoodBox modules.

The possible modules combinations were analysed considering a maximum height of two floors. This to avoid complex foundation structures and additional provisional works for completion activities. The building layout shown in Fig. 7 is studied for commercial activities on the ground level and for offices on the first floor. The modules of each floor are staggered by 1.20 m from each other. In this way, on the side of the building a small portico is created, where the main entrances to the shops are located, as well as a bridge on the back of the first floor, used as access to the offices.

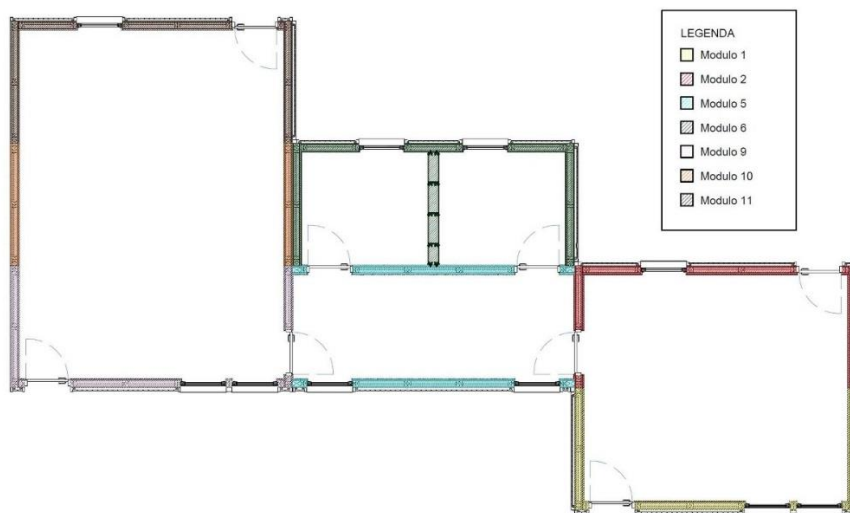


Figure 7. Example of possible aggregation of different modules.

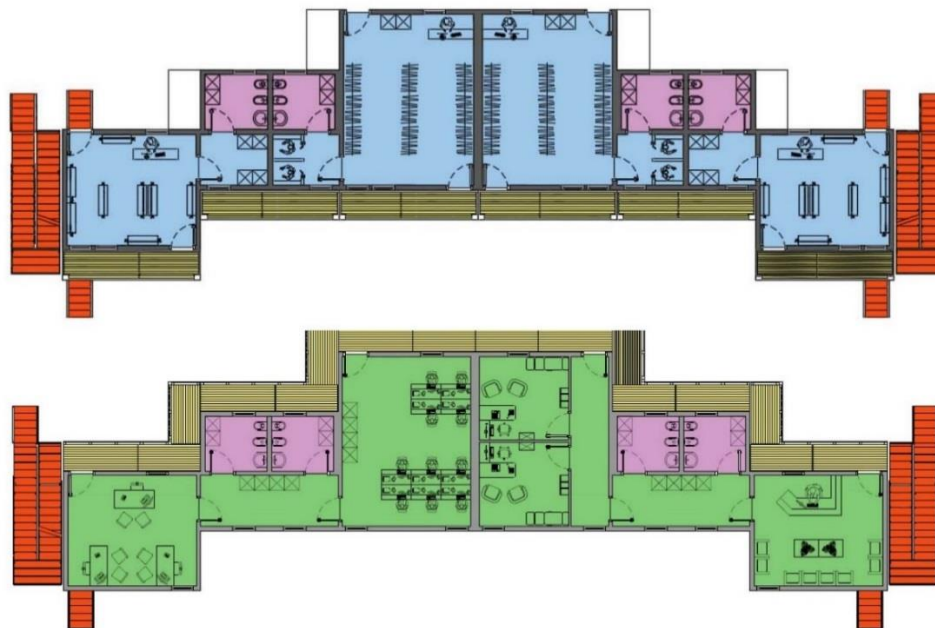


Figure 8. Example of modules aggregation: commercial activities (ground floor) and offices (first floor).

The portico, with a level of 0.80 m with respect to the ground, is accessible via two staircases, placed at the sides of the building, and by a ramp for people with limited mobility. To reach the first floor two prefabricated steel and wood staircases are placed on the short sides of the building. The staircase (Fig. 9) consists of two straight flight of stairs and two landings with a steel supporting structure, while the treads and the railings are made of wooden slats, similar to the metal and wood finishing of the modules.

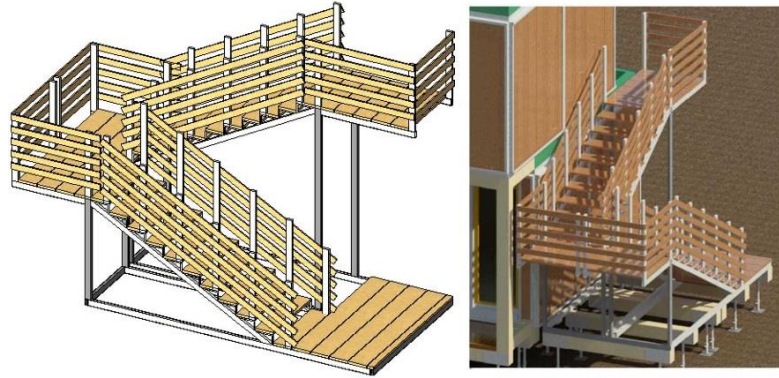


Figure 9. Example of staircase.

Among the different possible configurations that can be created through the aggregation of the modules, in Figure 10 is shown a layout that includes two main accesses, located on the longitudinal axis of a two-building complex. Between the buildings, a common green area, where benches and toys for children can be placed, is located. This square is delimited by two paths that join in proximity of the accesses to the square itself. The shops overlook the square directly, as a symbol of community social life. Access to the shops is sheltered from the weather by the porch, which makes the flow of passers-by easier. This central square is the area that, although for a limited period, was designed to create a meeting and social point for the community.

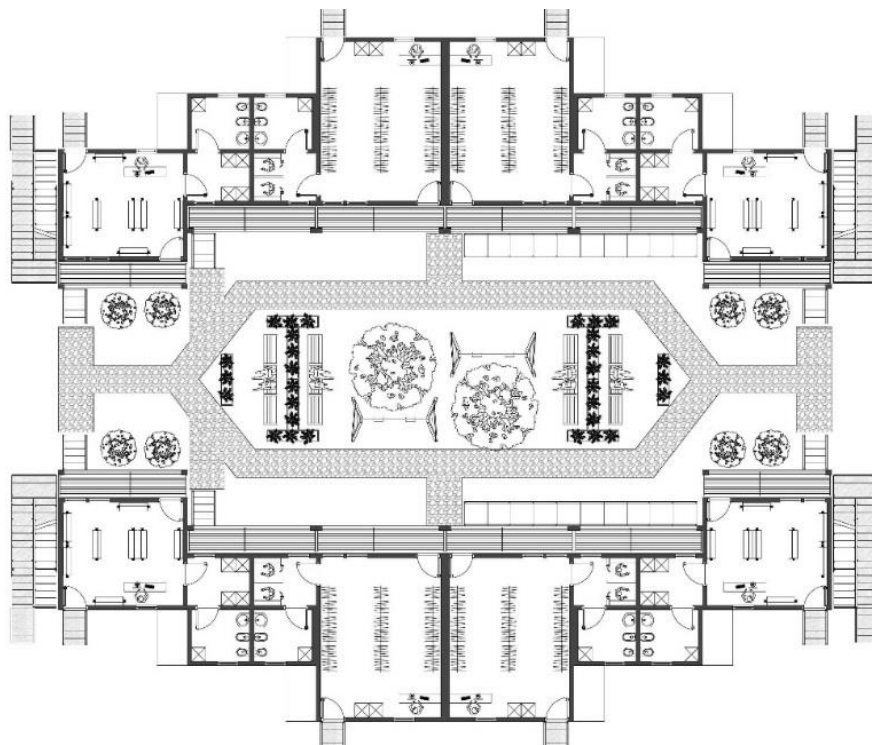


Figure 10. Example of a possible building layout with a central square.

4. Construction process analysis through BIM

The WoodBox modules are completely assembled off-site so that once they are transported to the building site they are placed and ready to be used in a very short time. The building site analysis was carried out by using a BIM (Building Information Modelling) software (Revit Architecture), by modelling a virtual case study so to get visual and numerical information as close as possible to a real case. This approach allows for the exact numeric determination of relevant parameters (e.g. material quantities) as well as the possibility to carefully detail all construction phases and logistic, team composition, machinery to be used, so to give evidence of work organization, safety and operation quality improvements [11 - 12].



Figure 11. Building phase: modules are placed on the foundation (on the left) and ground floor completed (on the right).

The case study is characterized by several executive phases (Fig. 11 to Fig. 13), which cannot follow the usual timing due to the emergency situation that has to be solved in a short time. Simultaneously with the modules production, all the preparatory interventions for their installation must also be considered and completed: identification of the site area and accessibility assessment (site logistic), preparation of the area, construction of foundations (raft foundation and wooden beams) and infrastructures necessary for placing the prefabricated modules, relations and interaction with the emergency housing areas, etc. The execution of all these activities is an essential condition for the success of the planned intervention.

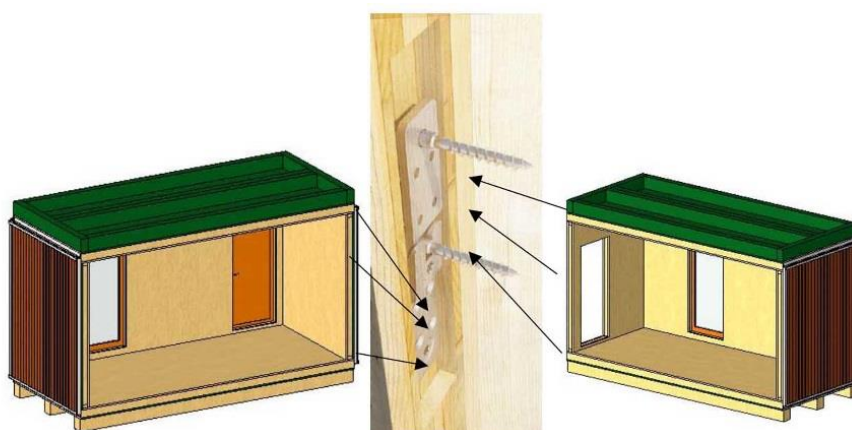


Figure 12. Example of connection between modules.

In such emergency situations, overtime work shifts are expected to cover all 24 hours of the day. During this timeframe, different operating teams should be alternated in order to guarantee a continuous production cycle, thus reducing the construction times.

Once the WoodBox modules have been placed and connected to each other, it is possible to proceed with the final activities. First, all the building technical systems connections of the modules should be carried out, considering the best configuration according to the location of the electricity main generators, the temporary water supply and wastewater system, etc. At the same time, it is possible to complete the realization of the external paving and other completion works (benches, equipment for children, trees, etc.) to deliver the area ready for use. For the presented case study, a duration of the construction site of 30 days was estimated: this would allow to resume part of the retail economic activities in a reasonably short time after an emergency event.

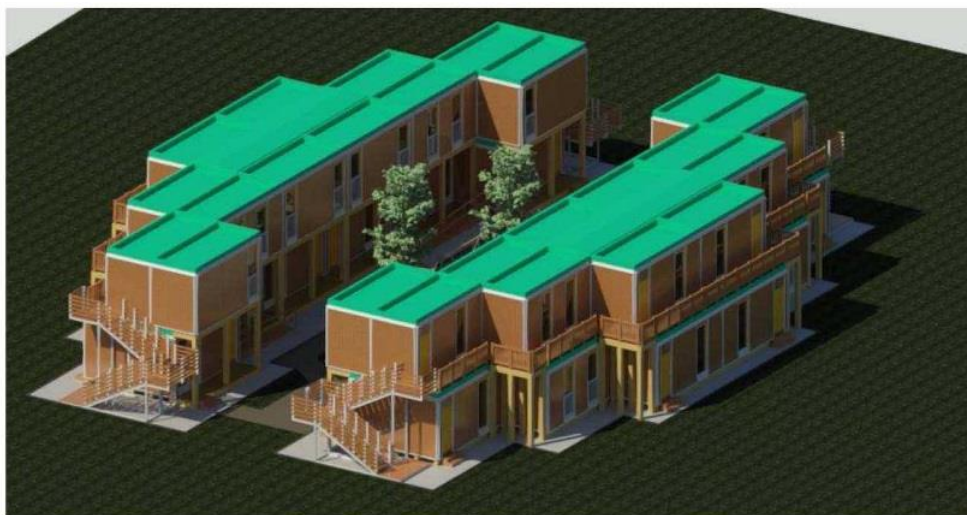


Figure 13. Render of a possible building configuration.

5. Conclusions

The paper highlights how the problems of an emergency reconstruction are not only related to the rapid housing construction, but also to the availability, as soon as possible, of areas where people can start again their work and social activities, in order to avoid the lack of social relations and the anonymity of the place. In particular, it is noted that:

- housing prototypes suitable to provisionally host people affected by natural disasters is a primary importance issue, but places for commercial and social activities are fundamental too;
- the results show how flexibility, fast production, ease of assembly and disassembly, transport, reuse, etc. considered to define the prefabricated standard WoodBox module, are fundamental for an emergency reconstruction;
- the idea to have an extremely simple module is mainly related to transport issues and to the possibility to easily combine and reuse it, in order to generate more complex aggregates;
- all the on-site preparatory interventions for the modules installation must be considered and completed quickly; the execution of these activities is an essential condition for the success of the intervention;
- the BIM approach allows for an exact numeric determination of relevant parameters, as well as the possibility to carefully detail all construction phases and logistic, team composition, machinery to be used, so to give evidence of work organization, safety and operation quality.

References

- [1] D. Spano, V. Mereu, V. Bacciu et al. (2020) Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia. https://doi.org/10.25424/CMCC/ANALISI_DEL_RISCHIO
- [2] E. Sesana, A.S. Gagnon, C. Ciantelli, J.A. Cassar, J.J. Hughes (2021) Climate change impacts on cultural heritage: A literature review. *WIREs Clim Change*. 12:e710. <https://doi.org/10.1002/wcc.710>
- [3] S.M. Cascone, N. Tomasello, V. Zaccaria (2017) Box-Housing: impianto di cargetecture per gestire tempestivamente le situazioni di emergenza, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [4] C. Sicignano, P. Fiore, G. Di Ruocco (2017) Case alloggio post sisma: prefabbricazione leggera e/o pesante, approccio conoscitivo per una riqualificazione consapevole, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [5] S. Cascone, G. Russo, N. Tomasello (2017) Costruzioni post-sismiche: analisi storica dell’abitare in emergenza, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [6] T. Firrone (2017) Evoluzione tipologica e tecnologica dei sistemi di abitazione per l’emergenza, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [7] The human cost of weather related disasters 1995-2015 (2015) UN Office for Disaster Risk Reduction and Centre for Research on the Epidemiology of Disasters Institute of Health and Society, Université Catholique de Louvain (UCL), Belgium. https://www.unisdr.org/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf
- [8] F. Primicerio, E. Sicignano, G. Di Ruocco (2017) L’architettura dell’emergenza. Gli aspetti qualitativi di un insediamento temporaneo, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [9] R. Paparella, M. Caini (2017) Sistemi modulari abitativi temporanei e reimpiegabili ad alta efficienza energetica”, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [10] S.M. Cascone, N. Tomasello, M. Vitale (2017) Trasportabilità e componibilità di moduli abitativi per l’emergenza in X-LAM”, in Proceedings of Colloqui.AT.e 2017 Conference – Demolition or Reconstruction?, Ancona, Italy, 28-29 September 2017.
- [11] E. Gasparri, E.S. Mazzucchelli (2016) Façade prefabrication in tall CLT buildings: time, cost and operation quality analysis through Building Information Modelling, in Proceedings of 11th Conference on Advanced Building Skins, Bern, Switzerland, 10-11 October 2016.
- [12] E. Gasparri, G. Giunta, E.S. Mazzucchelli, A. Lucchini (2016) Prefabricated CLT façade systems for fast-track construction and quality assurance, WCTE World Congress on Timber Engineering 2016, Vienna (Austria).
- [13] S. Silva (2017) Contributo alla risoluzione delle emergenze territoriali post catastrofe: proposta di unità modulari prefabbricate a struttura lignea WoodBox, Master degree thesis in Building Engineering, Politecnico di Milano, Milan, Italy.
- [14] A. Lucchini, E.S. Mazzucchelli (2012) The Integration of Building Services in Modular Construction Systems - The Case of the ‘999 Project’, in Proceedings of the XXXIX IAHS World Congress, Milan (Italy), 17-20 September 2013.
- [15] M. Severgnini (2017) Unità modulari prefabbricate a struttura lignea WoodBox – Integrazione impiantistica, analisi economica e cantierizzazione”, Master degree thesis in Building Engineering, Politecnico di Milano, Milan, Italy.

A fábrica e seu destino. Considerações acerca da falta de aplicação dos distintos saberes para a restauração e o uso do patrimônio industrial no caso da Olivetti Brasil

The factory and its doom. Considerations about the non-application of the different knowledge for the restoration and use of industrial heritage in the case of Olivetti Brasil

Di Mari Giuliana - Politecnico di Torino, Torino, Italia, giuliana.dimari@polito.it

Garda Emilia - Politecnico di Torino, Torino, Italia, emilia.garda@polito.it

Abstract: The contribution aims to analyse the events surrounding the Olivetti factory in Brazil. The purpose is to reflect on the work from a broader panorama that sees it as deeply connected to its era - the second half of the 20th century -, to its ownership - Olivetti - and to the architect who designed it - Marco Zanuso. The factory is considered among the references of modern architecture produced in São Paulo during the 1950s, a pioneering case of globalised architecture produced by that group of European architects who influenced Brazilian architecture. In the 1990s, the factory underwent a reconversion that distorted its original composition, a fate from which it has not been possible to escape despite the efforts made to ensure its preservation. The occasion promotes a discussion related to the themes of the preservation of the industrial architectural heritage, still too fragile and too often subjected to building speculation that replaces historical-cultural values with political-economic ones. The factory and its doom are thus aimed at underlining the lack that played a role in the reuse of the factory. Lack of awareness, knowledge, methodology, and adherence to restoration principles, finally results in the lack of historical memory.

Keywords: Olivetti, Zanuso, Brazilian modern architecture, industrial heritage, reuse

Preâmbulo

O artigo aqui apresentado resume alguns dos resultados da pesquisa que está sendo realizada entre a Itália e o Brasil, cujo objetivo é investigar a multiplicidade de fatores que contribuíram para a realização de uma das obras-primas da arquitetura paulistana e também as razões que levaram à desnaturalização deste patrimônio. Uma advertência através da qual refletir sobre a condição precária do patrimônio industrial, ainda demasiadas vezes subestimada em sua importância para legitimar uma recuperação que não adere aos cânones teóricos e práticos da restauração.

Os estudos são conduzidos principalmente através de pesquisas bibliográficas e arquivísticas, das quais emergem inúmeras fontes históricas, historiográficas e de pesquisa devido em parte à importância da empresa em questão, a Olivetti, e por outro lado, à influência recíproca que ocorreu entre a Arquitetura Moderna na Europa e no Brasil. Nos muitos caminhos possíveis de desenvolvimento, o patrimônio ligado à arquitetura industrial torna-se o *leitmotiv* com o qual os eventos históricos, econômico-políticos, culturais, sociais e, acima de tudo, arquitetônicos estão interligados.

1. Introdução

O século XX foi, mais do que qualquer outro século, caracterizado por tumultos e fermentos que resultaram na procura de uma cultura comum a todos os povos, em clara oposição ao fervor nacionalista que a política do início do século impôs a toda a arte. Com o fim da Segunda Guerra Mundial, a Itália foi o cenário da formação de grupos de arte ligados à resistência contra o fascismo, e inicialmente a arte italiana foi gerada por todo o tipo de manifestações artísticas, que se baseavam na recuperação de elementos ligados ao pós-cubismo, abstracção geométrica, novo realismo e pintura metafísica. Além do oceano, na América Latina, as vanguardas culturais europeias tiveram um impacto, principalmente na literatura, música e pintura. Estas influências derivaram, sem dúvida, das contradições políticas, económicas e sociais que definiram uma forma diferente de assimilar códigos racionalistas naquela época, por um lado identificados com as posições políticas mais progressistas, e por outro, uma necessidade de renovação estilística de acordo com as tendências contemporâneas.

Porém, a assimilação do Movimento Moderno na América Latina não pode ser analisada como uma simples tradução de características estilísticas, pois é condicionada em cada caso pelas circunstâncias históricas específicas de cada país [1]. Os arquitectos brasileiros estabelecem uma linha de pensamento e soluções concretas que são inconfundíveis na arquitectura latino-americana [2]. De acordo com Bruno Zevi, é em São Paulo que o Movimento Moderno brasileiro realmente consegue estabelecer-se. Os representantes da escola paulista confiaram na utilização do betão armado e esperavam a sua máxima utilização com resultados no sistema viga-pilar. Entre os arquitectos da escola paulista está o seu fundador, João Batista Vilanova Artigas, expressão do progresso brasileiro em todas as suas variações locais. Artigas, inventou um verdadeiro tipo estrutural, desenvolvido em 1958: a viga-parede, um tipo de laje dobrada nos seus lados, endireitada em alguns pontos, o que cria um grande espaço coberto no interior do qual todos os quartos estão alojados, numa ideia de continuidade entre o interior e o exterior. O edifício é um fragmento da realidade urbana, um episódio dentro da paisagem.

«O Brasil entrou na Europa ao propor soluções alternativas para a arquitectura europeia e representou uma oportunidade para experimentar novos modelos graças a uma arquitectura jovem, forte e próspera.» [3]

Durante a década de Quarenta, houve duas importantes exposições no MoMA para a divulgação da cultura brasileira no estrangeiro: uma sobre o artista ítalo-brasileiro Cândido Portinari, a outra sobre a arquitectura colonial e moderna brasileira. No segundo caso, Philip L. Goodwin ofereceu com o catálogo-livro *Brazil Builds* uma visão da arquitectura brasileira capaz de experimentar e propor soluções para a Europa, um «passaporte da arquitetura brasileira para o mundo pós segunda guerra» [4]. Depois do 1943, graças a Goodwin, o Brasil ganhou visibilidade com publicações internacionais, assim como várias edições especiais de revistas tais quais *L'Architecture d'Aujourd'hui*, *Domus* e *Zodiac*.

"[Exemplos são oferecidos pelo] Brasil, acima de tudo, e até certo ponto pela Argentina e outras repúblicas latino-americanas. Esta arquitectura, denegrida por alguns críticos como excessivamente formalista (Max Bill, Bruno Zevi) e exaltada por outros como justificadamente revolucionária (Giedion e Papadaki), é, todavia, digna de nota como um dos exemplos mais marcantes daquilo a que o encontro das forças formativas nativas com os feitos técnicos dos últimos anos pode levar. [...] Se, de facto, definimos o Aalto como o campeão de um “organicismo racionalizado”, diríamos que Niemeyer foi o proponente de um “racionalismo orgânico”: ou seja, aquele que foi capaz de dobrar e distorcer a sintaxe

cerebral e rigorosa lecorbusiana, enriquecendo-a com uma ênfase e uma ductilidade plástica desconhecida para os temperamentos europeus.» [5]

É interessante notar a semelhança da interpretação de Gillo Dorfles da arquitectura brasileira com a de Goodwin e dos principais intelectuais brasileiros. Estas posições reforçaram a ideia de soluções regionais na arquitectura brasileira, onde a colonização produziu uma especificidade em relação à metrópole. Embora relativizando a ideia de continuidade entre a arquitectura antiga e moderna brasileira, Dorfles aproximou-se da visão internacional da arquitectura estabelecida pelo MoMA [6].

A mistura nascida entre a cultura de construção europeia e a arquitectura mais tradicional, ‘indígena’ brasileira é mais bem explicada com Lina Bo Bardi. Ao integrar a arquitectura com o design de interiores, a arquitecta quis produzir significados comuns e criar uma ligação entre as pessoas e o espaço. Ela perseguiu esta ambição através de processos artesanais e de fabricação para realçar as qualidades naturais e locais dos materiais e culturas com os quais trabalhou. A colaboração com pessoas de diferentes campos de interesse tem sido crucial na construção de um corpo de conhecimentos amplo e partilhado. Este foi o caso do arquitecto italiano Giancarlo Palanti, com quem fundou o Studio d’Arte Palma [7], que concebeu e produziu várias peças de mobiliário. Palanti, que emigrou para o Brasil assim como Bo Bardi, foi responsável pelo design de numerosas lojas Olivetti em todo o Brasil, das quais foi o arquitecto exclusivo, de acordo com as linhas estabelecidas pela própria empresa. Pietro Maria Bardi escreve sobre o projecto de interiores dos escritórios Olivetti concebido em 1957 por Palanti, Henrique Mindlin e Bramante Buffoni no edifício do Conde de Prates em São Paulo:

«A Olivetti no Brasil, como entidade produtora, além de contribuir ao progresso industrial e económico de uma maneira sem dúvida benéfica, representa um passo decisivo na actualização neste país, do desenho industrial ainda por demais deixado de lado ou então reproduzido por quem quer que seja. O primeiro anúncio desse passo é a própria instalação dos escritórios, como pode-se ver nestas páginas. O arquitecto Palanti tem desenhado, especialmente para este fim, uma série de móveis para os vários usos, segundo a sua própria linha, uma linha que nasce como consequência do antigo slogan de Sullivan, às vezes por demais esquecido: “*Forms follows function*” (A forma segue a função). Se os arquitectos soubessem restringir seu trabalho à essas palavras, tudo correria melhor.» [8]

A arquitectura industrial da Olivetti conseguiu integrar a funcionalidade da fábrica com a beleza da paisagem circundante [9]. Os locais de trabalho são concebidos à escala humana e, ao mesmo tempo, são compatíveis com as necessidades económicas e de produção. Além disso, as áreas industriais estão localizadas em territórios onde a vida humana não é sacrificada para os fins de produção: através de planos urbanos, bairros de trabalhadores, bibliotecas, serviços sociais, cantinas e jardins de infância, as necessidades do indivíduo e da sociedade são colocadas em primeiro plano. Os vestígios da presença dos Olivetti são mais evidentes na região do Canavese e, em particular, em Ivrea. Mas também se podem encontrar sinais tangíveis da arquitectura da Olivetti no estrangeiro, e este continua a ser um campo que tem sido investigado de forma limitada [10].

A América Latina foi um território privilegiado para a expansão económica e não foi por acaso que a Olivetti - que já estava presente com várias filiais e escritórios de vendas que distribuía produtos importados - escolheu a Argentina e o Brasil para estabelecer a sua presença industrial. Adriano Olivetti encarregou Marco Zanuso de desenhar as plantas sul-americanas que, na altura, ainda era um jovem arquitecto. Guiducci declarou no número 216 de Casabella do 1957 que «[...] bastantes técnicos da empresa cliente, Olivetti, perguntaram quantas fábricas o arquitecto já tinha construído, que experiência tinha em assuntos

industriais. [...] Por outro lado, tinha de ficar claro que a experiência técnica específica para o tipo de fábrica a ser construída só podia vir de técnicos especializados nesse sector em particular, e não do arquitecto, não importava quantas outras fábricas ele tivesse construído ou conhecesse da experiência antiga. [...] O problema era, portanto, encontrar fórmulas para a passagem da experiência técnica industrial para a experiência arquitectónica industrial» [11].

O desejo de desenvolvimento e progresso, na convicção de que a indústria moderna reflecte os problemas da sociedade moderna, foi a missão do Zanuso na América Latina. O seu *modus operandi* encontra plena manifestação na arquitectura industrial da comissão Olivetti. Nestes projectos, pode-se ver a procura de uma lógica estrutural capaz de otimizar a relação entre a forma e a função. Os espaços de trabalho são concebidos como um *continuum* no qual a produção pode e deve mudar para se adaptar às novas exigências. Ao experimentar o potencial do betão armado, a Zanuso procura a racionalização dos componentes para criar uma estrutura imediatamente reconhecível. Há a busca de um equilíbrio perfeito entre técnica e linguagem e isto é realizado no uso de um princípio gerador, que na Argentina é identificado no sistema viga-pilar e no Brasil no módulo triangular definido por abóbada e pilares.

Este elemento gerador é infinitamente repetível e responde assim aos princípios de aplicabilidade, flexibilidade, reprodutibilidade. É através da elaboração do projecto, e ainda mais entre um projecto e outro, que o arquitecto devolve uma dimensão global da arquitectura através dos seus resultados. Os dois projectos sul-americanos destacam o aperfeiçoamento progressivo dos elementos e esquemas de distribuição e constituem o lugar de experimentação das soluções tecnológicas e morfológicas que serão eventualmente implementadas em Itália.

2. Olivetti, uma utopia real

A história da Olivetti conta a excelência italiana. Fundada em 1908 como a primeira fábrica nacional de máquinas de escrever pelo génio do seu fundador, Camillo, a empresa destacou-se imediatamente pelo seu foco na tecnologia e inovação, pela sua atenção ao design, pela sua presença internacional e pela sua sensibilidade para os aspectos sociais do trabalho. Um compromisso, primeiro de Camilo e depois do seu filho Adriano, destinado a combinar o progresso tecnológico com um ideal socialista que não parou nem nos momentos mais críticos da história contemporânea e que permitiu o desenvolvimento de produtos tão icónicos que foram incluídos nas colecções do MoMA em Nova Iorque como sínteses perfeitas do *Made in Italy*.

Adriano Olivetti tinha uma ideia de trabalho, da sua dignidade e organização, sem precedentes em Itália e que, de facto, nunca foi generalizada. Esta concepção é o resultado de uma visão diferente - e ainda inovadora - das tarefas sociais e morais da indústria, a partir de uma ideia da cidade, dos serviços que deve ter, da dignidade do trabalho e da vida. Adriano esteve pessoalmente envolvido na arquitectura industrial e residencial, gráfica, comunicação e publicidade, colaborando com figuras importantes da arquitectura e gráfica italiana. Esta colaboração materializou-se sobretudo no campo da arquitectura industrial, o que levou à transformação radical de todo o tecido urbano de Ivrea. Iniciou o projeto e construção de novos edifícios industriais, escritórios, casas de empregados, cantinas, jardins de infância, dando origem a um sistema complexo de serviços sociais. Olivetti procurou e obteve a colaboração de jovens e brilhantes arquitectos, urbanistas e sociólogos; pediu-lhes que garantissem estruturas arquitectónicas, organização dos ambientes e do território capazes de fazer coexistir a beleza formal e a funcionalidade, melhorando as condições de

trabalho na empresa e a qualidade de vida fora da empresa. Para Adriano Olivetti a fábrica não é apenas um local de produção, é um sistema que envolve o produto industrial, a arquitetura, o urbanismo, a edição, expressa-se através da publicidade e é o sustento económico da Comunità. A máxima explicação do pensamento de Olivetti é traduzida precisamente na definição do conceito de comunidade. Nos anos do pós-guerra, o *Movimento di Comunità* surgiu em Itália com o objectivo de contribuir para a reconstrução democrática, começando pelas instituições que têm em conta a medida do homem e a necessidade de autonomia funcional. A centralidade é dada aos aspectos técnicos e ao trabalho em sinergia com as forças do governo, utilizando o plano urbano como um instrumento para recompor os desequilíbrios entre as partes da cidade e as suas funções e restabelecer as relações entre elas através de um sistema de infra-estruturas eficazes.

Adriano Olivetti desenvolveu o conceito de Comunità enquanto trabalhava no plano regional da Valle d’Aosta, quando em meados dos anos Trinta ele viu o planeamento urbano como uma ciência racional capaz de organizar corporativamente a sociedade e a economia. Na década seguinte aprofundou o valor personalista da Comunità e suprimiu definitivamente os sotaques corporativistas, tecnocráticos e excessivamente racionalistas que tinham caracterizado a concepção anterior de urbanismo.



Figure 1. Avenida Guarulhos, Vila Augusta com a Olivetti no fundo a direita, 1960 - Arquivo Histórico Municipal Araci Borges Dias Martins, Guarulhos. Tombo-100

Este conceito não permaneceu utópico, mas foi verdadeiramente realizado por Olivetti com ideais anti-racistas e altos valores humanos dentro das suas fábricas. Na Comunità, foi a fábrica que desempenhou o papel propulsor fundamental, não só investindo os seus lucros no exterior - no território - mas também se tornando plenamente democrática internamente. Uma fábrica que precisava de abraçar todos os princípios da modernização do trabalho, para encorajar a socialização daqueles que nela entraram e para criar diferentes condições de vida. A cidade industrial de Olivetti, que ele concretizou em Ivrea e exportou em modelos de

fábrica para o estrangeiro, com o objectivo de promover a nova cultura industrial de inspiração reformadora comunitária [12], baseou-se nestes argumentos.

A Olivetti já estava presente no mercado internacional entre as duas guerras mundiais e a ideia da fábrica de Adriano foi aplicada a todas as fábricas da empresa. Foi especialmente após a Segunda Guerra Mundial que, ao mesmo tempo que a grande expansão em Itália, a Olivetti se tornou uma empresa multinacional significativa, abrindo filiais de vendas e fábricas.

3. FOB - Fábrica Olivetti do Brasil

Na década de Trinta a Olivetti tinha a sua própria representação no Brasil, mas foi em 1952 que a nova filial Olivetti Industrial S.A. - mais tarde Olivetti do Brasil - foi criada. Em 1956 Marco Zanuso - que já estava a construir a fábrica em Merlo, Argentina, para a Olivetti - foi nomeado para projectar a nova fábrica a ser construída em São Paulo, no município vizinho de Guarulhos. Certamente a escolha da cidade de São Paulo para a construção da nova fábrica não foi por acaso; a cidade era dominante no desenvolvimento das áreas industriais e Guarulhos era favorecida por sua localização no eixo rodoviário que liga o Rio de Janeiro a São Paulo, a Rodovia Presidente Dutra - onde será construída a fábrica - inaugurada em 1951. Os efeitos do desenvolvimento industrial em São Paulo são facilmente visíveis no crescente número de fábricas na região de Guarulhos, em 1953 havia vinte e sete grandes fábricas, em 1956 noventa grandes fábricas e oitenta menores.

A fábrica foi construída em duas fases com um processo que durou de 1956 a 1963 e a execução dos trabalhos confiados para a primeira fase à empresa Carabelli & Cecchi Eng. e Constr. Ltda e para a segunda fase para a empresa Edibras Construções Gerais Ltda. O projecto da Olivetti

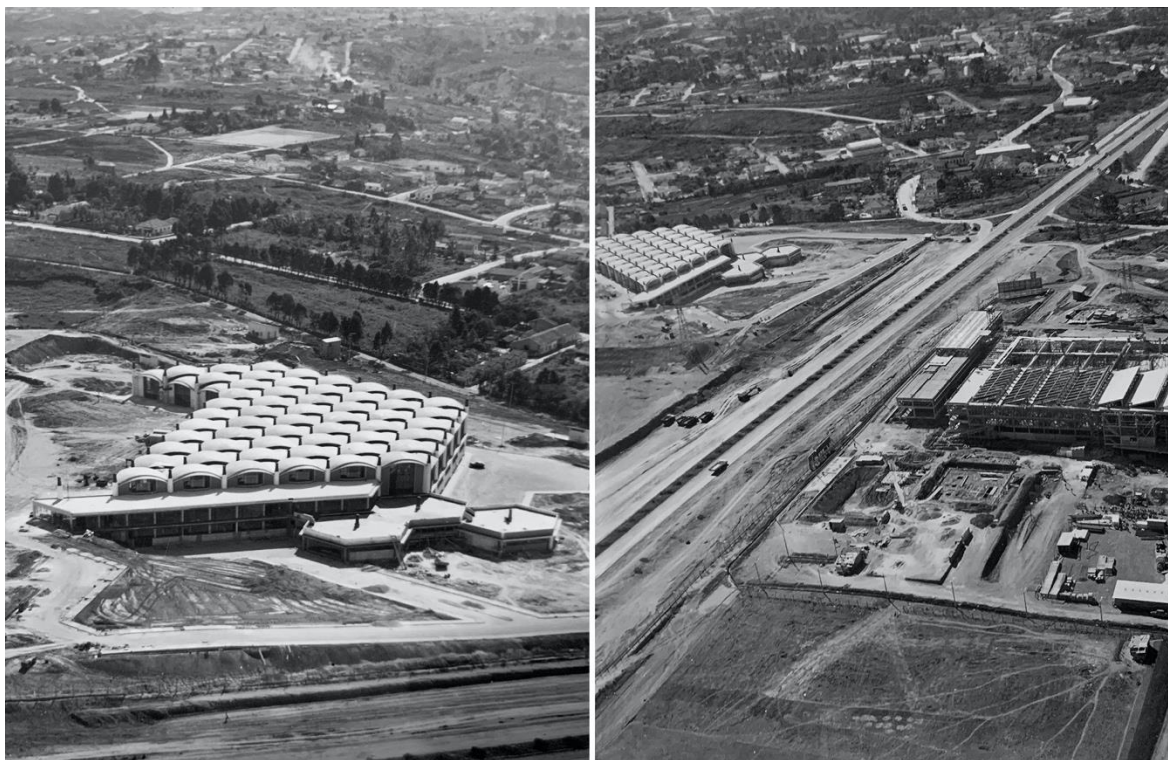


Figure 2. Fábrica da Olivetti em construção. Foto aérea, 1959 - Fotografia de Masami Kishi, Arquivo Histórico Municipal Araci Borges Dias Martins, Guarulhos. Tombo-3009

Figure 3. Fábrica da Olivetti a esquerda e da Philips a direita em construção. Foto aérea, 1959 - Fotografia de Masami Kishi, Arquivo Histórico Municipal Araci Borges Dias Martins, Guarulhos.

de Guarulhos é descrito no guia - de importância fundamental - de arquitetura moderna em São Paulo, que descreve os seus edifícios como pontos de referência da cidade:

«A empresa multinacional Olivetti dedica especial atenção ao desenho de seus produtos e edificações. No caso da fábrica nacional - uma das muitas que possui pelo mundo -, pode-se estranhar o fato de ela não ter sido confiada a um arquiteto brasileiro, mas cabe ressaltar no caso, em compensação, o significado desse trabalho incomum á nossa arquitetura, executado que foi por importante profissional, ligado á escola organicista vigente em certos meios italianos. Destaca-se no conjunto o setor de fabricação, uma construção modulada, com células definidas por triângulos esféricos de cobertura, executados em tijolo armado revestido e situados em alturas diferentes, o que proporciona iluminação e ventilação á maneira dos sheds tradicionais. Cada vértice de seis desses triângulos imbrica-se numa coluna oca, também elemento de ventilação, que aflora externamente, constituindo-se em elemento plástico importante do conjunto.» [13]

Com o projecto brasileiro, a Zanuso transforma a identidade externa da fábrica, que se torna cada vez mais difusa até se desfocar nos contornos da paisagem circundante. No interior, no entanto, existem salas concebidas de uma forma completamente experimental. No exterior adapta-se à paisagem vagamente montanhosa paulista, no interior da fábrica abriga um invulgar espaço aberto fluido em planta, que em secção é articulado através de diferentes mudanças de elevação. A ideia do arquitecto é desenvolver não um corpo único de fábrica, mas uma estrutura modular flexível que possa conter as unidades de produção individuais e reagrupá-las por função. Assim o triângulo equilátero, doze metros de lado, com três possíveis direcções de expansão é identificado como o elemento gerador. O módulo torna-se um elemento de articulação do espaço de trabalho e adapta-se ao trabalhador que o experimenta no dia-a-dia. As cúpulas triangulares descansam em cada vértice sobre um pilar oco, equipado no interior com todos os sistemas úteis de troca de ar, limitando assim o telhado ondulado, que está salpicado com chaminés pretas. A fim de conferir leveza ao telhado, Zanuso realizou abóbadas muito finas de tijolo armado revestido e sobrepô-las como uma tela contra a forte luz do sol da latitude brasileira. Os módulos triangulares formam unidades ambientais individuais que permitem que as linhas das diferentes fases do trabalho sejam orientadas. Na utilização das abóbadas esféricas, a Zanuso recorre aos tradicionais sistemas de telhados leves e *low-tech*, traduzindo-os num sentido industrial. A fim de poder calcular estas estruturas, Zanuso concebeu uma destas abóbadas em Itália para poder estudar o seu comportamento em laboratório. Construída a sério em Ivrea, foi posteriormente destruída a martelo, demonstrando a grande colaboração estrutural que permitiu uma poupança considerável no reforço dos ferros da abóbada [14]. A área destinada à linha de montagem da máquina de escrever está localizada numa área separada do corpo central, mas permanece ligada a ele. Dois edifícios longos, rectilíneos e paralelos albergam os dois tipos diferentes de processamento e permitem o isolamento do ruído de fábrica graças ao espaçamento e utilização de rebocos fonoabsorvente. O telhado destes edifícios é imaginado pelo projectista como abóbadas triangulares, superadas por uma estrutura de vigas cruzadas de betão armado e pavimentos de tijolo armado. Escritórios e serviços tais como a biblioteca, enfermaria, cantina e instalações pós-laboral estão em vez disso localizados num edifício hexagonal com grandes janelas que segue a inclinação natural do terreno e está em contacto com o jardim.

O projecto de Marco Zanuso mostra a nova fábrica da Olivetti como uma estrutura articulada e complexa que se encaixa na paisagem brasileira como um artefacto feito pelo homem cujas cúpulas brancas inovadoras contrastam com as nuvens do céu brasileiro.

Zanuso relata o início do caso Olivetti da seguinte forma: «Adriano Olivetti pediu espaços e design arquitectónico inspirado nos princípios do funcionalismo clássico, especialmente pela qualidade dos serviços sociais e pela relação transparente entre o local de trabalho e o ambiente externo natural [...] Já se sentia, no entanto, que a fábrica como máquina à travailler, ou seja,

articulada em ambientes especializados, ligados e interdependentes, já não podia responder às necessidades das novas orientações organizacionais da empresa. Era necessário identificar unidades de produção descentralizadas e autónomas que encontrassem, na sua dimensão, a correspondente funcionalidade produtiva e relações equilibradas dentro das estruturas organizacionais e sociais das comunidades de trabalho nelas alojadas.» [15].

A relação entre trabalho e moralidade constitui assim um aspecto qualificado da *Comunità Olivettiana*, que está centrada no trabalho de fábrica. O ambiente produtivo deve ser capaz de expressar a dignidade do trabalho, através dos serviços de que a fábrica está equipada. Se por Zanuso a fábrica é o *topos* do projecto, isto permite-lhe abordar a visão Olivettiana de reformar a sociedade, apreendendo a sua complexidade funcional, produtiva, tecnológica e social. Os enxertos do Zanuso são pressupostos comuns a diferentes declinações do tema nos dois projectos, o da Argentina e o do Brasil. Assim, a questão da relação com a paisagem torna-se decisiva para a correcção das escolhas técnicas. A inovação tecnológica dialoga com o ambiente natural, e assim os finos cofres brasileiros, quase arabescos na sua forma, e as chaminés que se erguem da fábrica em São Paulo integram-se e misturam-se na paisagem.

«É preciso imaginá-la assim, a fábrica em São Paulo, com este enorme cenário verde: um denso e robusto banco de cúpulas brancas (conchas), acima da terra que, assim que é arranhada, perde a sua vegetação e fica vermelha, como uma ferida infligida pela tecnologia em biologia. Mas acima deste esforço humano ainda pequeno e isolado, está a iminência muitas vezes gigantesca dos céus brasileiros. São de facto as nuvens, mais do que qualquer outro elemento, que dão a medida infinita do continente. Para resistir a esta paisagem, para ser notado, para estar presente, é necessário um vigor plástico, uma incisividade invulgar.» [11].

Aprofundar a ligação entre Zanuso e Olivetti quer dizer de facto o significado e o papel decisivo que esta relação tem desempenhado na sua actividade como designer, não só em termos de encomenda, mas também através da evidente contribuição cognitiva e metodológica, e mais geralmente nas transformações que os processos industriais têm transferido para os processos de design, modificando-os profundamente a partir do interior. É evidente que a consciência, mesmo antes do conhecimento da técnica, representa para a Zanuso o caminho mais directo e coerente para o projecto arquitectónico; e embora esta seja uma prerrogativa constante durante toda a sua produção, é nos seus projectos de arquitectura industrial que esta visão é plenamente realizada. O projecto da fábrica é o local ideal para a experimentação e o aperfeiçoamento de uma reinterpretação moderna do ambiente de trabalho, combinando uma profunda fé no progresso técnico-científico com o compromisso social. A ideia de um módulo gerador, coincidindo com o sistema estrutural de pilares, ao qual é confiado o papel criativo dos espaços, luz, formas e funções, traduz a capacidade de trabalhar com os princípios lógicos de agregação e desagregação dos componentes do edifício.

O Zanuso deu vida a edifícios complexos, mas sempre estudou em cada parte - funcionais e flexíveis nos seus espaços interiores - respondendo à procura de variabilidade do espaço devido à consciência concreta de que com o tempo e com a evolução das tecnologias e dos métodos de produção e de trabalho, as necessidades podem mudar. Dadas as muitas variáveis temporais, como o avanço tecnológico, os métodos de produção e organização do trabalho e as mudanças nos mercados destinados a receber os produtos, o arquitecto sempre teve sucesso nas suas intenções, visando respeitar os desejos do cliente e procurando sempre uma integração coerente entre todas as componentes do projecto, tanto na fase de concepção como na execução dos trabalhos.

A oportunidade de trabalhar para a Olivetti foi certamente uma experiência única, que tocou Marco Zanuso e outros colegas, envolvendo-os na tentativa de criar a sociedade moderna que Adriano Olivetti encontrou nas fábricas da empresa e nos seus arredores. O pensamento, as

ideias e a política social de Adriano Olivetti são gerados e regressam à fábrica: um lugar de encontro, de choque e de desenvolvimento económico, em torno do qual giram todas as questões da sociedade moderna. Para Marco Zanuso, é também o lugar onde as tentativas de industrializar a construção, que encontrou os seus primeiros exemplos concretos nas fábricas da Olivetti, se juntam ao lugar onde o objecto mobiliário, o produto industrial, encontra a sua identidade construtiva.

A fábrica resume todos os aspectos que fazem parte da vida social do homem, trabalho, coexistência, existência, sobrevivência. Adriano Olivetti tem uma estreita relação com a indústria, beleza e humanidade, um trinómio essencial para a construção da sua empresa e dos seus produtos.

4. O destino da fábrica

No Brasil, após o seu desmantelamento, a fábrica da Olivetti em Guarulhos foi vendida em 1997 para ser transformada no International Shopping de Guarulhos, que abriu no final do ano seguinte. O projecto envolveu inicialmente a demolição completa do edifício e a construção de um novo conjunto. Uma vez conhecidas as informações sobre a demolição da antiga fábrica da Olivetti e a construção de um centro comercial, alguns arquitectos e professores da FAU-USP, Faculdade de Arquitectura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, apresentada ao CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Património Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo - uma petição, também assinada por personalidades de renome do panorama arquitectónico brasileiro, incluindo Paulo Mendes da Rocha e Marcelo Suzuki. Apesar da lentidão burocrática associada ao órgão governamental, Carlos Henrique Heck, na altura Presidente da CONDEPHAAT, conseguiu ter um processo para a preservação da fábrica e a sua inclusão na Lista do Património Histórico Arquitectónico e Cultural aberto em apenas



Figure 4. - Foto aérea do Internacional Shopping Guarulhos, resultado da transformação da fábrica Olivetti, 2017 - Istoé Dinheiro, www.istoedinheiro.com.br

dois dias. Infelizmente, o projecto de construção do centro comercial já tinha sido aprovado, e os trabalhos de demolição da fábrica começaram em muito pouco tempo, em violação das proibições governamentais [16].

A relação entre a estrutura e a configuração espacial da obra foi desconsiderada, resultando numa alteração radical da distribuição interna e na alteração das fachadas. O exterior aparece agora completamente revestido e as aberturas da fita tapadas, de modo que a composição arquitectónica da fachada é totalmente inexpressiva, ocultada pela nova estrutura. Internamente, o edifício apresenta um layout totalmente revisto, os cofres com nervuras da fábrica original e as amplas colunas permanecem visíveis, também escondidas por uma cobertura decorada, distorcendo a imagem original. As obras de transformação realizadas deformaram significativamente a obra, acrescentando novos elementos à construção que apagam completamente o que era um exemplo excepcional de arquitectura industrial em São Paulo [17].

As intenções composicionais originais da Zanuso de construir edifícios discretos e integrados na paisagem perderam-se com a construção do centro comercial, o que tem um impacto volumétrico significativo na conformação urbana dos arredores. O distrito, outrora predominantemente industrial, é agora caracterizado por edifícios residenciais. Estas mudanças foram vistas como positivas e tiveram origem no projecto de conversão da antiga fábrica da Olivetti, resultando em novos investimentos na área. A influência do International Shopping tem sido comparada à do vizinho Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos, o que trouxe novos ganhos económicos e, no caso do centro comercial, levou a um boom imobiliário que viu o valor das propriedades circundantes aumentar.



Figure 5. - Foto do interior do Internacional Shopping Guarulhos, na parte que era destinada à linha de montagem. O pilar original é visível e revestido de decorações, 2022 - Fotografia da autora G. Di Mari

Figure 6. - Foto do interior do Internacional Shopping Guarulhos, na parte que era destinada à produção. As cúpulas originais são visíveis, cobertas com decorações e no novo layout do centro comercial perdem a idéia de continuidade, 2022 - Fotografia da autora G. Di Mari

5. Considerações finais

O caso do conjunto brasileiro oferece uma oportunidade para reflectir sobre estas intervenções que implementam modificações tão importantes em objectos de património industrial, cujo interesse é relativamente recente, e ainda hoje estamos a tentar compreender as delimitações da expansão do que é considerado um bem cultural. No entanto, esta expansão de valores levou a novas lógicas de mercado na esfera imobiliária, misturando-se com valores políticos e económicos, sem relação com as questões culturais.

A falta de compreensão do património arquitectónico, histórico e cultural levou a uma falta de compreensão dos objectivos de conservação, desnaturalizando um bem cultural de grande significado. Os critérios económicos predominantes submeteram os antigos edifícios fabris a transformações maciças, derivadas da arquitectura comercial, desconsiderando as particularidades que foram ignoradas em vez de serem analisadas e sujeitas a um processo de conservação. O projecto realizado, certamente não pode ser identificado com acções pertinentes ao campo da restauração, não utilizou recursos criativos, soluções de design e processos de tomada de decisão capazes de melhorar a pré-existência, de modo a transmitir os seus valores característicos. Em última análise, o novo edifício não permite uma leitura clara entre o novo e o antigo, ignorando aqueles princípios fundamentais de restauração da distinguibilidade, reversibilidade e intervenção mínima.

As características do edifício devem ser analisadas a fim de definir objectivos e programas compatíveis com eles, e não o contrário, adaptando um determinado edifício a uma nova utilização que nem sempre está em conformidade com as suas particularidades, cuja realização se fará em detrimento do próprio monumento histórico. Deve-se respeitar a essência do edifício, escolher um uso compatível com os seus aspectos documentais e formais, respeitando a sua configuração, as suas várias estratificações ao longo do tempo, e desenvolver o programa e o projecto de acordo com as suas características. Não basta que o novo uso tenha em conta apenas aspectos materiais, distribuição espacial e documentação, se não for um uso digno do próprio significado do bem e relevante para o local e situação onde se encontra e para a comunidade a que pertence. A definição de objectivos e estratégias preventivas pode ajudar na preservação da essência do bem através da escolha de usos compatíveis que tenham em conta aspectos materiais e documentais, distribuição espacial, e também a relação com o local e a comunidade a que o bem pertence.

O problema do conhecimento e da interpretação está interligado com a necessidade de adaptação e conservação dos edifícios existentes e, para os edifícios industriais, parece particularmente complexo. Além disso, nunca se deve separar a prática de reutilização com a de restauração a que estes edifícios têm direito.

References

- [1] Guitiérrez, R. Architettura e società. L'America Latina nel XX secolo. Enciclopedia Tematica Aperta. Milano: Jaca Book; 1996.
- [2] Anelli Sobral RL. Arquitetura moderna: textos fundamentais. Risco, Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo 2006; 4.2:149–50.
- [3] (Tradução nossa) Mari M. Gillo Dorfles e il dibattito sull'architettura brasiliana (1946-1980). In: Barría Bignotti CF, editor. La otra dirección. Percezione dell'arte latinoamericana in Italia, Quaderni Culturali Iila 1. Roma: O.GRA.RO; 2018, p. 71-83.
- [4] Segawa H. Arquiteturas no Brasil: 1900-1990, São Paulo: Edusp; 2010, p. 100-2.

- [5] (Tradução nossa) Dorfles G. L'architettura moderna, Milano: I Garzanti; 1972.
- [6] Barría Bignotti CF, editor. La otra dirección. Percezione dell'arte latinoamericana in Italia, Quaderni Culturali Iila 1. Roma: O.GRA.RO; 2018.
- [7] Coelho Sanches A. O Studio de Arte Palma e a fábrica de móveis Pau Brasil. Risco, Revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo 2003; 0.1:23-44.
- [8] Bardi PM. Uma arquitetura de interiores para Olivetti. Habitat 1958; 49:1-12. *Apud* Coelho Sanches A. A obra e a trajetória do arquiteto Giancarlo Piretti: Itália e Brasil. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado; 2004.
- [9] Olmo C. Urbanistica e società civile. Roma/Ivrea: Edizioni di Comunità; 2018.
- [10] Astarita R. Gli architetti di Olivetti. Una storia di committenza industriale. Milano: Franco Angeli; 2000.
- [11] (Tradução nossa) Guiducci R. Appunti sulla fabbrica di São Paulo in Brasile. Casabella Continuità 1957; 216:66-71.
- [12] Olivetti A. Città dell'uomo. Milano: Edizioni di Comunità; 1960.
- [13] Corona E, Lemos C, Xavier A. Arquitetura Moderna Paulistana. São Paulo: Editora Pini; 1983.
- [14] De Giorgi M. Marco Zanuso architetto. Milano: Skira editore; 1999.
- [15] (Tradução nossa) Zanuso M. Metodologia di progettazione integrale nella esperienza di edifici a spazi aperti: alcuni esempi di realizzazione. La progettazione integrata per l'edilizia industrializzata (ciclo di dibattiti dell'insegnamento generale), Quaderni dei corsi di aggiornamento 1977; 3.
- [16] Faroldi E. La scuola di architettura italiana all'estero: il laboratorio sud-americano. In: Piva A, Prina V, editors. Marco Zanuso: Architettura, design e la costruzione del benessere, Gangemi editore, Roma; 2007, p. 31-66.
- [17] Mugayar Kühl B. Preservação do Patrimônio Arquitetônico da Industrialização – Problemas teóricos de restauro. Cotia SP: Ateliê Editorial; 2018.

The Rehabilitation Impact of Historic Houses on Cultural Heritage Sustainable Actions for the Historic Centre of Oporto, World Heritage Site

Rosa, Inês Universidade Católica Portuguesa, School of Arts, Master in Conservation and Restoration of Cultural Heritage, Porto, Portugal, inesmmrosa@hotmail.com

Moreira, Patrícia-, Universidade Católica Portuguesa, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR), Porto, Portugal, pmoreira@ucp.pt

Guedes, João Miranda, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, CONSTRUCT, Porto, Portugal jguedes@fe.up.pt

Vieira, Eduarda, Universidade Católica Portuguesa, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR), Porto, Portugal, evieira@ucp.pt

Abstract: This paper focuses on the rehabilitation practices of Porto centenary buildings from 2015 to the present, with an emphasis on touristic and common housing projects, chiefly those with great cultural significance. The study evaluates the impact of the interventions conducted on those buildings, with consequent potential for gentrification and loss of identity. Tourism is a relevant element of the equation (low-cost flights/mass tourism/rehabilitation boost - economic growth) due to the deep alterations it allowed and brought to the built historic heritage and traditions. Foremost, this research incorporates historical and cultural preservations grounded in the pillars of sustainability, highlighting procedures adaptable to similar projects in the city, by reviewing defensible projects and regional solutions taking place in other parts of the world.

Keywords: Climate Change; Sustainability; Built Heritage Conservation; Circular Economy; Energy Efficiency

1 Introduction

The work presented is part of the project *HAC4CG - Heritage, Art, Creation for Climate change. Living the city: catalysing spaces for learning, creation and action towards climate change*. The project takes the city of Porto as a case study for global changes and analyses, among other topics, the research line RL1 - *Engaging Citizens through Heritage Protection* focused on Cultural Heritage preservation and contemplates a *Heritage Observatory* (WP3), in which this paper is included. The underlying principle of this study is the translation of a community's identity into built heritage, its collective memories expressed in the designs and the questions arising in its rehabilitation/alteration practices. The aim is to analyse the alterations in the historic city centre built heritage, considering the ICOMOS report on Monuments and Sites in Danger [1] with a review of projects selected weighing the sustainable trinomial: Conservation and Restoration, Circular Economy and Energy Efficiency[2].

2 Cultural Framework

This investigation on Historic Houses Rehabilitation comprises the definitions and orientations on the subject stated by crucial charters, conventions, principles and declarations on historical integrity and sustainable future alongside its role in the community's identity,

providing a framework for a better understanding and systematization of the information regarding the main objectives.

The inclusion of the Historic Centre of Porto as a World Heritage Site encloses the guidelines that not only ensured its classification but also serve protection purposes given its significance.

To have a clear and summarized view of different documents' spirit related to heritage safeguard (Figures 1 to 5) that are important for the guidelines of this work, there has been made a content statistics on selected words (word count), which will be followed by the definitions they provide on the analysed topics.

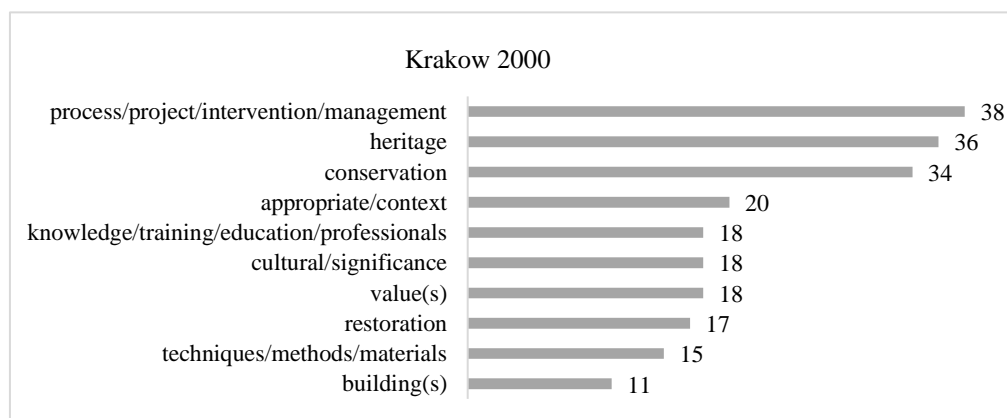


Figure 1 – First ten words count from the **Krakow Charter** [3]. By: COUNTWORDSFREE©

The Krakow Charter [3] states the principles for the Conservation and Restoration of the Built Heritage. It centres on the processes of intervention and management of heritage assets followed by conservation and restoration professionals, with special emphasis on the conservation of tangible and intangible features (built heritage), recognizing, for instance, the importance “...to improve our knowledge of traditional materials and techniques, and their appropriate continuation in the context of modern society, being in themselves important components of cultural heritage”.

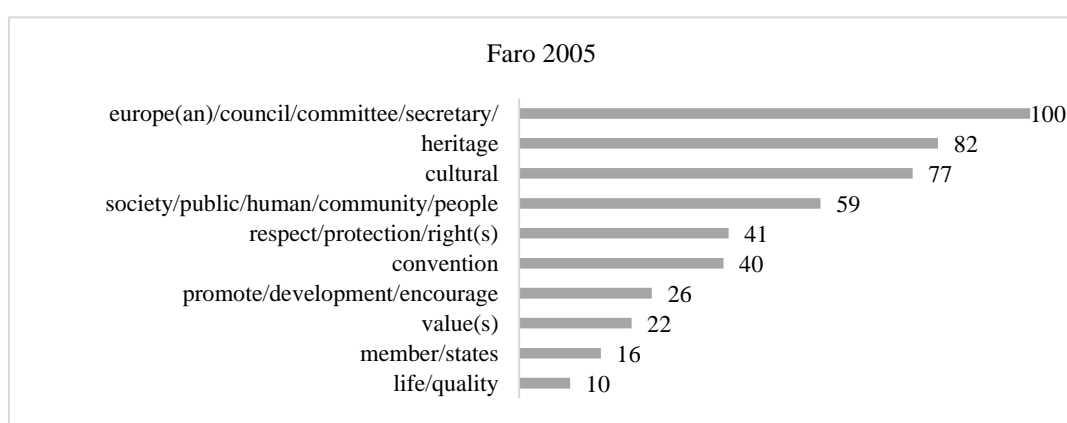


Figure 2 – First ten words count from the **Faro Convention** (2005). By: COUNTWORDSFREE©

The Faro Convention [4], on the Value of Cultural Heritage for Society, turns to the institutional responsibility for the implementation of protection measures towards cultural heritage for the societies' well-being and quality of life, and its implication for human rights and democracies.

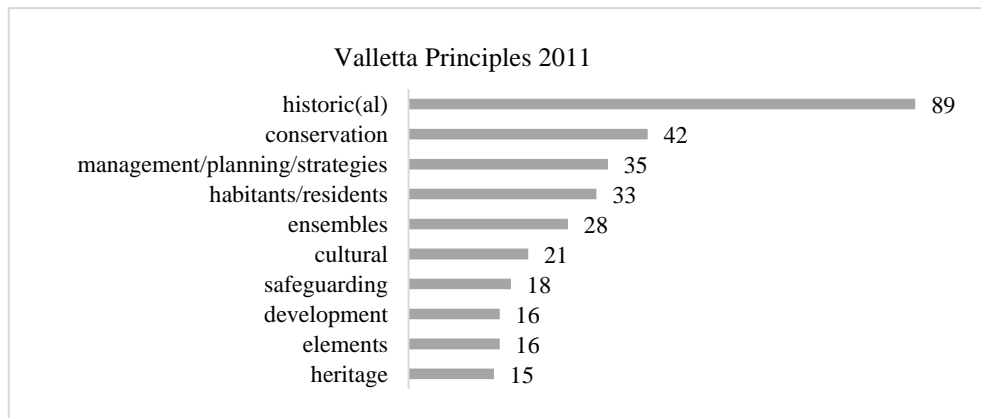


Figure 3 – First ten words count from the **Valletta Principles** [5]. By: COUNTWORDSFREE©

The Valletta Principles [5], focuses on a larger scale, by understanding the historical region in which cities/villages are based, and its inhabitants as one, encouraging holistic conservation of the whole, and giving space to the contemporary, though restricted by the values of the pre-existing assets.

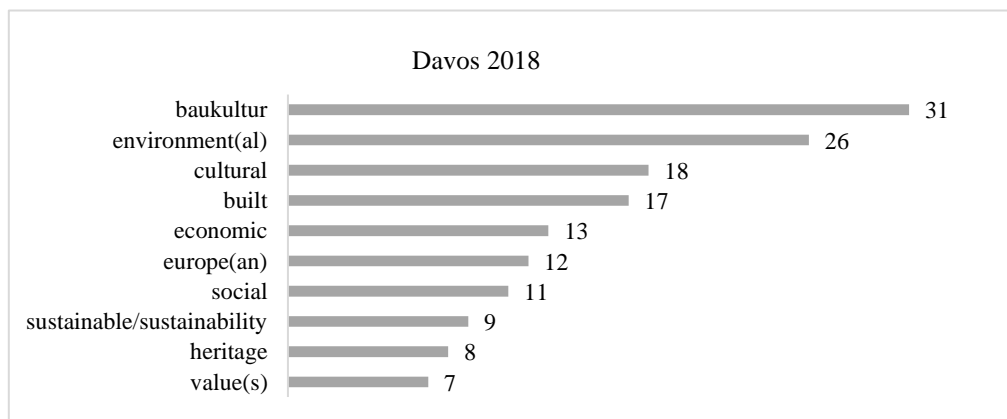


Figure 4 - First ten words count from the **Davos Declaration** [6]. By: COUNTWORDSFREE©

The Davos Declaration [6] reclaims the *Baukultur* (building cultural) concept, bringing it to life in a humanistic approach, claiming all populations' right to a “high-quality *Baukultur*”, a cohesive society living in culture-rooted environments, supporting environmental and economical sustainability.

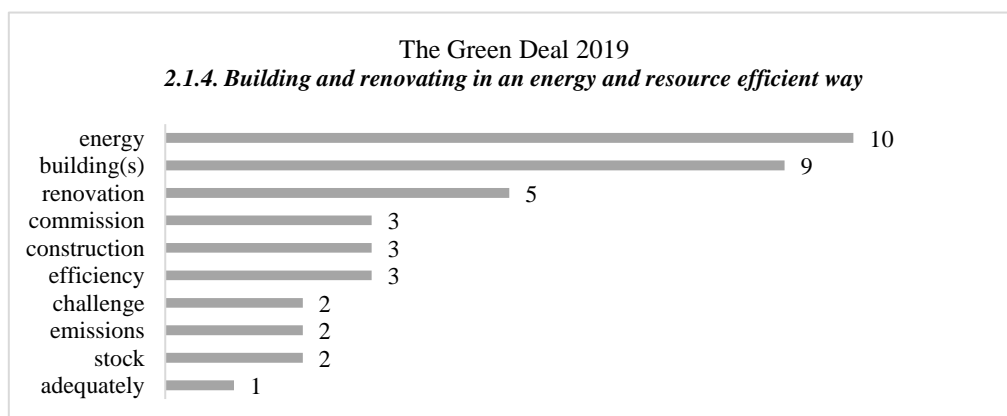


Figure 5 - First ten words count from **The Green Deal** [7]. By: COUNTWORDSFREE©

The Green Deal [7], although not addressing the cultural heritage directly, points other strategic areas that cover these assets. Here, the emphasis is given to the construction sectors, and point 2.1.4 *Building and renovating in an energy and resource-efficient way*, focuses on the environmental implications of the industry on the planet. The communication urges the need for more renovation projects, as opposed to new constructions, promoting energy-efficient investments.

3 Alterations to the Praxis

The trends in the construction industry varied in the past years. To understand such variations, we must go back four decades to the 80s, when the opening of big shopping centres in the suburban areas, attracted a great number of consumers drawn by the convenience of an all-in-one place, the comfort, and entertainment all year round. The construction industry/housing market followed the commerce, offering new dwellings with all the modern commodities in those suburbs, leading to what is known as the “doughnut effect”, where the city centre is emptied of all its activity and residents migrate to the peripheries [8]. All this had an immediate and pressing effect on the decline of local-traditional commerce, adding to the stagnation and rampant abandonment of the old city, reaching its highest expression with the common collapse of buildings during the winter [9].

Moving towards the end of the century, the entry of Porto on the UNESCO World Heritage list had a major impact on the need to preserve and rethink how the old city centre would keep up with the demands of today's world.

The actions the municipality undertook focused on mobility and accessibility, together with improving the habitability, comfort, and attractiveness of the downtown. The renovated airport (15 million passengers/year capacity), as well as the ease of pedestrian circulation, resulted in an exponential increase in the number of tourists, as well as the number of regulars, such as students and Porto inhabitants (*Portuenses*) in general, all eager to enjoy what the old city had to offer [9,10]. The need to accommodate all these new fluxes of people, attracted by the *allure* of Porto's old historic neighbourhoods, alongside the legislation and the substantial EU funds allocated to facilitate and incentivise rehabilitation, resulted in an abundance of construction works all over the city, much present to date.

Nowadays the historic city is bursting with construction sites (together with the new Metro line), many of them being rehabilitation projects of centenary buildings.

3.1 Tourism

With visits to the city "breaking records" year after year, the demand generated by economic agents linked to the hotel and tourist accommodation sector, as well as to commerce, catering and cultural and nightlife entertainment, configures the key to the triumph of the strategy devised years before by local politicians on promoting urban rehabilitation [11].

The touristic boom Porto has experienced in the last few years was only briefly disrupted by the Covid-19 pandemic (a 70% decrease in international arrivals to Europe [12]). To this day, the numbers show an overwhelming recovery, with attendances close to 2019 statistics [13].

On the ground, from 2010 to 2019, the impact on the accommodation sector followed the demand, with an increase in the supply for tourist accommodations by 29.3%, and around 114% in traditional hotels, with an average stay of 2 nights per guest. If the numbers are narrowed to the city centre, the impact is deeper: the accommodation units rose by 254%,

the cafes and restaurants increased by 48%, with 26.6% of them changing their image and product offer. Contrary to those, there was a decrease in the number of conventional outlets, for instance; those related to building materials dropped by 63.3% and those for household goods by 37.4% [8].

As stated in the 2005 report *Axes for the strategic intervention of Porto Vivo, SRU, according to the respective Masterplan: axis "Promoting tourism, culture and leisure"*: "The installation of boutique hotels in buildings with recognised heritage attributes and strategically located, contributes, in a logic of economic, social and urban framework, to the development of tourism and the improvement of the economic performance of the sector in the city and the region. (...) The tourism sector needs an important reinforcement of its image in terms of the quality of the equipment installed and its capacity to meet the expectations of tourists from a segment that is high in socio-economic and demanding terms"[11]

Tackling the causes of the touristic boom (low-cost flights; culture, wine sector, nightlife entertainment and cheap living costs) allows us to have a clear view of the behaviour of the construction industry and the triumph of the rehabilitation, as well as the interest in rehabilitated real-estates to serve touristic purposes, both in tangible and intangible aspects, resulting in an increase of 115% in the cost of property for sale and 91% for rent [11,14].

This high speculation led to the creation of “contention zones” by the Porto municipality in 2022, that limit the number of local accommodation (AL) licences by sensible areas (targeting speculation/gentrification), which proved to be somehow successful in lowering prices by 9% in Lisbon [15].

Today, the role tourism plays “as the most dynamic sector of the city centre” is viewed with great caution, as stated in the project for the demarcation of the Porto downtown (*Baixa*) urban rehabilitation area:

“If, on the one hand, this new reality induces powerful movements towards the rehabilitation of the built environment, cultural dynamics and job creation, it may, on the other hand, constitute a threat to the sustainability of tourism activity itself, if it leads to a loss of local identity, precisely one of the main factors of sustainability of tourism activity” [10].

Here both tangible and intangible values come to the surface, and it all comes down to singularity and the spirit of the place, to preserve the site’s authenticity (attributes and values).

In 2020 ICOMOS released a very concerning document on the list of World Heritage sites in danger [1], stressing (amongst others) the Historic Centre of Porto, Luiz I Bridge and Monastery Serra do Pilar “(...) gradual loss of its integrity due to massive demolitions of the historic buildings and new constructions affecting the [exceptional] urban landscape”. This *modus operandi* is confirmed by an anonymous senior executive of a large construction company operating in Porto that states that nowadays the solution is either to demolish everything or just to maintain the façade, depending if it is a deep or light rehabilitation[11].

Concerning infrastructures, it tends to be a profound reformulation to meet the needs of AL, such as private sanitary facilities and kitchens for each apartment [16], thus prioritizing the touristic needs over the population needs and long-term sustainability.

4 The Pillars of Sustainability

The analysis of casual-comparative research regarding transformations in other cities (both National and International case studies) provides an outline of rehabilitation trends that might be adopted in the *Invicta* city and may result in methods to shift or overcome certain practices within the framework of the defined Sustainability Pillars [17]. The three pillars are addressed by proximity and, although correlatable, here, **Conservation and Restoration** procedures are measured in Social sustainability, **Circular Economy** practices in Economy sustainability and **Energy-efficient** measures in Environmental sustainability.

4.1 Conservation and Restoration – Social Sustainability

Culture, the fourth pillar of sustainability, is one of the major drivers to build and strengthening the community [18]. Through tangible and intangible trades, the values are passed on through generations and reinforce identity, thus diversity. By preserving those trades, Conservation and Restoration can serve as a tool that allows both memory and history to prevail [19,20].

The fundamental rule is that a centenary building is not, and cannot be compared to a new one, and the continuous monitorization of the asset is the greatest investment to undertake. Preventive Conservation is the most cost-efficient and effective way to prevent buildings deterioration over time, thus resulting in a continuous evolution of concepts and perspectives. One very relevant approach is the Planned Conservation Strategy (PCS), which can be summarized as a procedure that avoids restoration actions, by resorting to careful organization of daily activities [21–25]. This approach also has the potential to build community interest and participation by including the society in the preservation processes, as well as in the surveillance and promotion [26] with positive economic externalities [27–33].

But when dealing with centenary buildings, and those protected as in the case of Porto city centre, the interventions need to consider all the characterization aspects, as not all interventions are suitable and/or compatible [34]. Here the academia (both technical and scientific fields) are the bearers of innovative and sustainable solutions.

4.2 Circular economy – Economic Sustainability

Apart from conservation and restoration procedures, here, the focus is on the circulation of the materials removed from their original place to others in need (after treatment/processing). The importance of a circular and sharing economy is recognised to contribute to solving sustainability challenges, including in decision-making and applications, business, community and citizens.

From a legal point of view, the European Union has undertaken several strategies for the implementation of circularity across all spectra [7,17,35–38].

The construction and demolition industry is one of the largest sources of waste in the European Union, and although many of the materials used in these activities are recyclable, the rates of recycling and reuse vary widely across the regions [35,37,39]. Data shows that the Portuguese percentiles in recovery rate of construction and demolition waste (93% in 2018), though above the EU average, are still below those achieving 100% [39]. The management of the construction materials is of great importance and with it the evaluation of what is designated as heritage waste, with consistent indications for deconstruction, reuse and restoration [40–42].

Good and effective examples of real actions toward this objective are projects like “The City of Helsinki’s Roadmap for Circular and Sharing Economy” [43] or the “There’s no Place like Old Homes - Re-Use and Recycle to Reduce Carbon” project [44], where the existing building's benefits are exposed, and improvement actions are suggested within a reduced intervention and waste perspective. The project “CLOSER – Close to Resources Recovery” embodies a management approach, with a procedures guide for pre-demolition and rehabilitation audits, to avoid mistakes and preconceptions that limit the implementation of the circular economy vision [45]. The objects and materials' durability - life cycle assessments - are of great importance when dealing with historic buildings [22,46,47], allowing informed and scientific assessments and are one of the many key factors for HBIM.

In the same manner, projects focusing on the solidification of concepts such as Sustainable Consumption and Production (SCP) within urban populations, are becoming a growing resource across the planet [48], alongside the policy frameworks at EU, underlining three cornerstone tools: policy framework, economic incentive system and economic component policies [49]. The results of cross-referencing circular and traditional linear economies show the efficiency of resource productivity [50], but the constraints and barriers to the circular economy in the built environment are also to be acknowledged [51].

From the recycling point of view, using the unwanted assets of a building as a resource for the community has had several positive outputs, in concepts like Urban Mining [46,52–56], and its national counterparts such as the Smart Waste Portugal Association (ASWO) [57], or the MaterialBase [58] a Porto municipality project created to promote the “(...) safeguarding of the materials that characterise the city’s public image.”. The Platform for the Reuse of Construction Materials works “(...) for the safeguarding and recovery of materials and components left over from construction or demolition/rehabilitation works with potential for re-use.” [59], with the potential to serve the community with its online store, where any user can buy the displayed product directly from the seller.

4.3 Energy-efficiency – Environmental Sustainability

All new construction, as well as rehabilitation projects, comprise consumption reduction for environmental sustainability and consumer cost-effectiveness. European legislation obliges such adaptations [60] as its relative Portuguese transposition [61].

The 95th Decree-Law of 2019 establishes the regime applicable to the rehabilitation of buildings or autonomous fractions, states the objectives of rational management in energy consumption, according to the principles of energy efficiency, with the guarantee of comfort and salubrity of dwellings for the country’s inhabitants and lifestyles, and incentivizes the progressive and proportionate improvement of the thermal performance [62].

Benchmark reports, such as “Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action” by ICOMOS [2], discuss the views towards cultural heritage and its management within the frame of climate change. It introduces multi-disciplinary actions in areas such as resource management; heritage documentation; comfort levels; disaster risk reduction; vulnerability assessment; conservation, as well as in how cultural heritage is presented to the public [63], to demonstrate critical axes to follow.

When tackling energy-efficient measures in historic buildings, museums are at the forefront. They have extremely demanding requirements in climate control, considering its valuable collections, and constraints to meet carbon neutrality [7], which pushed them to invest in innovative solutions. For that reason, they can be seen as fundamental testing grounds/incubators of technologies and practices [64–73] adaptable for the built heritage.

But many studies on energy-efficient conversions for historic houses have also had positive results and outcomes [2,20,79–84,24,44,49,74–78].

5 Final considerations

From 2015 (approx.) to the present, Porto has experienced a boost in rehabilitation practices in common housing projects with historic significance. Although some are good examples of cultural, social and economic practices, many came short on fulfilling the good practices in these fields. The ICOMOS' report highlighted some examples of lack of conservation or neglected safeguarding of the community's historical landscape, namely abusive demolitions (e.g., facadism) and but there is also mismanagement at the project level, either in the planning (e.g., waste management) and construction site (recyclability and compatibility). The direct linkage between such ill practices and the touristic demand is unsustainable and brings long-term consequences on the environment, the culture and, above all, the community. The categorization of the sustainability pillars come as contributes to better practices towards a more sustainable city.

Acknowledgements

This study is being conducted under the project NORTE-01-0145-FEDER-000067 co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) through the Northern Regional Operational Program, under the terms of the Notice of Application No. NORTE-45-2020-75 - Scientific and Technological Research Support System - "Projetos Estruturados De I&D&I" - Horizon Europe.

References

- [1] ICOMOS Portugal (2020) Portugal: Threats to the World Heritage. Machat C, Ziesemer J, eds. Herit. Risk. World Rep. 2016-2019 Monum. Sites Danger. ICOMOS, Berlin: hendrik Bäßler verlag, p. 107–9.
- [2] Climate Change and Cultural Heritage Working Group. International Council on Monuments and Sites - ICOMOS (2019) The Future of our Pasts: Engaging cultural heritage in climate action. Paris: International Council on Monuments and Sites - ICOMOS; World Universities Network; Center for Heritage and Society, University of Massachusetts, Amherst, USA.
- [3] Melucco, A. Naeyer, A. De. Kadluczka, A. Michalowski, A. Cristinelli, G. Stovel, H. et al. (2000) CARTA DE CRACÓVIA 2000. *Cracóvia 2000 - Conferência Internacional Sobre Conservação*.
- [4] Council of Europe (2005) Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society. *Council of Europe Treaty Series (CETS)*. (No. 199) pp.9.
- [5] CIVVIH - ICOMOS, I.C. on H.T. and V. (2011) The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas. Adopted by the 17th ICOMOS General Assembly on 28 November 2011. pp.18.
- [6] Ministers of Culture and Heads of Delegations of the signatories of the European Cultural Convention. UNESCO. ICCROM. Architects' Council of Europe. European Council of Spatial Planners. ICOMOS International. et al. (2018) Davos Declaration 2018: Towards a high-quality Baukultur for Europe. Conf. Minist. Cult., Davos: Office fédéral de la culture, p. 5.

- [7] European Commission, S.-G. (2019) The European Green Deal. *COM(2019) 640 Final*. pp.24.
- [8] Chamusca, P., Fernandes, J.A.R. (2021) As alterações do contexto e o triunfo do turismo. *A Baixa do Porto. Arquit. e Geogr. Urbana*, Porto: BKC. Book Cover Editora, lda, p. 44–53.
- [9] Pinto, J.R., Fernandes, J.A.R. (2021) Génese e evolução da Baixa. *A Baixa do Porto. Arquit. e Geogr. Urbana*, Porto: BKC. Book Cover Editora, lda, p. 10–9.
- [10] Baganha, P., Duarte, J., Martins, I., Cunha, L., Ribeiro, M., Rebelo, I. et al. (2021) Projeto de delimitação da Área de Reabilitação Urbana da Baixa. Porto: .
- [11] Pereira, V.B., Monteiro, B.J.R., Almeida, C.A.R. de Silva, E.G. da Queirós, J., Pinto, J.F.M. (2019) *Em (Re)Construção. Elementos para uma sociologia da atividade na indústria da Construção em Portugal*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto/ Projeto “Novos Terrenos para a Construção: Mudanças no Campo da Construção em Portugal e seus Impactos nas Condições de Trabalho no Século XXI.”
- [12] Aguiar, C.M. de (2020) Draft Report - on establishing an EU strategy for sustainable tourism.
- [13] INE (2022) Níveis de hóspedes e dormidas de não residentes mantêm-se abaixo de 2019 - Maio de 2022. Instituto Nacional de estatística.
- [14] Fernandes, J.A.R., Tenreiro, J.P., Figueiredo, P.M. de Pinto, J.R., Chamusca, P. (2021) *A Baixa do Porto - Arquitetura e Geografia Urbana 2010-2020*. Porto: BKC. Book Cover Editora, lda.
- [15] Rodrigues, P.M.M., Gonçalves, D., Castro, E.A., Duarte, J.B., Marques, J.L., Santos, J.P. dos. et al. (2022) *O mercado imobiliário em Portugal*.
- [16] Silva, F.V. da (2021) *O impacto do alojamento local na requalificação do edificado do Porto*. Universidade do Porto.
- [17] Potts, A. (2021) *European Cultural Heritage Green Paper*. Europa Nostra, The Hague & Brussels, ICOMOS.
- [18] Astara, O.H. (2014) Culture as the Fourth Pillar of Sustainable Development. *Sustainable Development, Culture, Traditions Journal*. 2(A) pp.93–102. <https://doi.org/10.26341/issn.2241-4002-2014-2a-1>.
- [19] Historic England (2022) Wellbeing and Heritage Case Studies. *Historic England*. <https://historicengland.org.uk/research/current/social-and-economic-research/wellbeing/wellbeing-and-heritage-case-studies/>.
- [20] Rosetti, I., Cabral, C.B., Roders, A.P., Jacobs, M., Albuquerque, R. (2022) Heritage and Sustainability: Regulating Participation. *Sustainability (Switzerland)*. 14(3) pp.1–27. <https://doi.org/10.3390/su14031674>.
- [21] Della Torre, S. (2010) Conservazione programmata: i risvolti economici di un cambio di paradigma / Planned conservation: the economic implications of a paradigm shift. *Il Capitale Culturale*. 1(1) pp.47–55. <https://doi.org/10.13138/2039-2362/30>.
- [22] Hutsebaut-Buysse, V. (2016) Maintenance in historic buildings in Belgium and Portugal *Civil Engineering*. (July) pp.93.
- [23] Kamba, N. (2022) *Environment and Preventive Conservation*. Conserv. Pract. Museums, Tokyo: Springer Japan, p. 63–99. https://doi.org/10.1007/978-4-431-56910-7_3.

- [24] Giuliani, F. Paoli, R.G. De. Miceli, E. Di (2021) A risk-reduction framework for urban cultural heritage: a comparative study on Italian historic centres. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 11(4) pp.499–515. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-07-2020-0099>.
- [25] Moreno, M. Prieto, A.J. Ortiz, R. Cagigas-Muñiz, D. Becerra, J. Garrido-Vizueté, M.A. et al. (2022) Preventive Conservation and Restoration Monitoring of Heritage Buildings Based on Fuzzy Logic. *International Journal of Architectural Heritage*. pp.1–18. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.2018520>.
- [26] Alatalu, R. (2020) Dignity of the heritage and the heritage communities. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 11(2) pp.146–54. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-06-2019-0064>.
- [27] Benedjma, I. Mahimoud, A. (2021) Applying the MOA (motivation-opportunity-ability) model for the evaluation of residents' participation in built heritage rehabilitation: the case of Constantine. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 11(1) pp.18–38. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-08-2018-0055>.
- [28] Zappino, V. (2010) The Sustainability of Urban Heritage Preservation. The Case of Edinburgh, UK. (August).
- [29] Bramiana, C.N. Darmawan, E.. Hasan, M.I. (2020) Stakeholder involvement in developing strategic planning for heritage buildings in Kota Lama heritage site, Semarang. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 402(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/402/1/012015>.
- [30] El Khalili, M. Al Adarbeh, N.. Al Bawab, A. (2018) Community and Stakeholders Engagement in Revival of Urban Heritage: Restoration and Rehabilitation Project of the Roman Nymphaeum in Amman. *Icomos*.
- [31] Fundación Santa María la Real del Patrimonio Histórico (n.d.) Historia y restauración del Monasterio de Santa María la Real. *Historia y Restauración Del Monasterio de Santa María La Real*.
- [32] Pareti, S.. García Henche, B. (2020) Regeneration and conservation model of urban and cultural spaces as a capitalization strategy for unique districts. The case of Italy District, Chile. *Conservar Património*. 36 pp.122–35. <https://doi.org/10.14568/cp2019025>.
- [33] Stephens, S. (2022) National Trust unveils heritage apprenticeship scheme. *Museums Association*. <https://www.museumsassociation.org/museums-journal/news/2022/06/national-trust-unveils-heritage-apprenticeship-scheme/#>.
- [34] Ornelas, C. Miranda Guedes, J. Sousa, F.. Breda-Vázquez, I. (2021) Supporting Residential Built Heritage Rehabilitation through an Integrated Assessment. *International Journal of Architectural Heritage*. 15(11) pp.1641–54. <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1712496>.
- [35] European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. Schellnhuber, H.J. Widera, B. Kutnar, A. Organschi, A. et al. (2022) Horizon Europe-New European Bauhaus Nexus Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/49925>.
- [36] European Union (2021) Delivering on Our Vision. <https://doi.org/10.2775/595210>.
- [37] European Union (2020) Circular Economy Action Plan. pp.28.
- [38] Comissão Europeia (2020) Plano de ação da UE para a economia circular. pp.1–4.

<https://doi.org/10.2775/538078>.

[39] Eurostat (2021) Recovery rate of construction and demolition waste. *Eurostat, the Statistical Office of the European Union*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm040/default/table?lang=en.

[40] Ross, S.M. (2020) Re-Evaluating Heritage Waste: Sustaining Material Values through Deconstruction and Reuse. *The Historic Environment: Policy & Practice*. 11(2–3) pp.382–408. <https://doi.org/10.1080/17567505.2020.1723259>.

[41] Ornelas, C.M.D. (2015) Reabilitação do Património Edificado: Intervenção Mínima e Diferenciada como Metodologia. Universidade do Porto.

[42] Ornelas, C. Guedes, J.M.. Breda-Vázquez, I. (2016) The role of a systematic analysis of building codes to support an assessment methodology for built heritage. Modena C, Porto F da, Valluzzi MR, eds. Brick Block Mason. Trends, Innov. Challenges - Proc. 16th Int. Brick Block Mason. Conf. IBMAC 2016, Padova: CRC Press, p. 763–70. <https://doi.org/10.1201/b21889-95>.

[43] City of Helsinki / Urban Environment Division (2020) The City of Helsinki's Roadmap for Circular and Sharing Economy. *The City of Helsinki's Urban Environment Publications*. (10) pp.21.

[44] Historic England (2019) There's No Place Like Old Homes: Re-use and Recycle to Reduce Carbon. Historic Environment Forum.

[45] Martins, I.M. Rezvani, S.M.H.S. Silva, M.J.F. Salvado, A.F.C. Carrola, A.C. Gonçalves, R. et al. (2021) Auditorias de pré-Demolição: Enquadramento conceptual. National Laboratory for Civil Engineering (LNEC).

[46] Yang, X. Hu, M. Zhang, C.. Steubing, B. (2022) Urban mining potential to reduce primary material use and carbon emissions in the Dutch residential building sector. *Resources, Conservation and Recycling*. 180 pp.106215.

[47] Fufa, S.M. Flyen, C.. Flyen, A.C. (2021) How can existing buildings with historic values contribute to achieving emission reduction ambitions? *Applied Sciences (Switzerland)*. 11(5978) pp.1–19. <https://doi.org/10.3390/app11135978>.

[48] Cohen, B.. Muñoz, P. (2016) Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework. *Journal of Cleaner Production*. 134 pp.87–97. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.07.133>.

[49] Domenech, T.. Bahn-Walkowiak, B. (2019) Transition Towards a Resource Efficient Circular Economy in Europe: Policy Lessons From the EU and the Member States. *Ecological Economics*. 155 pp.7–19. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2017.11.001>.

[50] Robaina, M. Villar, J.. Pereira, E.T. (2020) The determinants for a circular economy in Europe. *Environmental Science and Pollution Research*. 27(11) pp.12566–78. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07847-9>.

[51] Hart, J. Adams, K. Giesekam, J. Tingley, D.D.. Pomponi, F. (2019) Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. *Procedia CIRP*. 80(May) pp.619–24. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>.

[52] Arora, M. Raspall, F. Cheah, L.. Silva, A. (2020) Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components. *Resources, Conservation and Recycling*. 154 pp.104581. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.104581>.

- [53] Arora, M. Raspall, F. Fearnley, L.. Silva, A. (2021) Urban mining in buildings for a circular economy: Planning, process and feasibility prospects. *Resources, Conservation and Recycling*. 174 pp.105754. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.105754>.
- [54] Koutamanis, A. van Reijn, B.. van Bueren, E. (2018) Urban mining and buildings: A review of possibilities and limitations. *Resources, Conservation and Recycling*. 138 pp.32–9. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.06.024>.
- [55] Copeland, S.. Bilec, M. (2020) Buildings as material banks using RFID and building information modeling in a circular economy. *Procedia CIRP*. 90 pp.143–7. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2020.02.122>.
- [56] Streetfland, T. (2019) Towards a regenerative, circular economy. *Introducing the Circular Economy, Environmental Opportunities for Cultural Heritage*. <https://www.youtube.com/watch?v=eIF7OXM-Id4>.
- [57] Waste Cluster Portugal (2022) Smart Waste Portugal - Business Development Network. *Smart Waste Portugal Association*. <http://www.smartwasteportugal.com/pt/>.
- [58] Pelouro da Cultura (2022) Materialbase. *Museu Da Cidade*. <https://museudacidadeporto.pt/en/estacao/materialbase/>.
- [59] Repositório de Materiais (2017) PLATAFORMA PARA A REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. *Repositório de Materiais*. <https://repositoriodemateriais.pt/>.
- [60] Directive, E.P.. Council of the European Union (2010) Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. Strasbourg: European Parliament - Legislative observatory.
- [61] Decreto, M. da E. e do E. (2013) Decreto-Lei n.º 118/2013. Lisboa: Conselho de Ministros.
- [62] Presidência do Conselho de Ministros (2019) Decreto-Lei n.º 95/2019 de 18 de julho. vol. 136. Lisboa: Conselho de Ministros.
- [63] Freitas, V.P. de. Guimarães, A.S. Costa, A. Arêde, A. Carvalho, A.P.O. de. Begonha, A. et al. (2012) Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos. Lisboa: OERN.
- [64] Bratasz, Ł. (2018) Towards Sustainable Climate Control in Museums. Global Climate Change, Risk and Energy consumption. *Cultural Heritage Facing Climate Change: Experiences and Ideas for Resilience and Adaptation*.
- [65] Antomarchi, C. Michalski, S. Aslan, Z. Sabik, A. Malapitan, C. Foulquié, M. et al. (2016) Guide to Risk Management.
- [66] Hedges, E. (2021) Actions for the future: determining sustainability efforts in practice in Arizona museums. *Museum Management and Curatorship*. 36(1) pp.82–103. <https://doi.org/10.1080/09647775.2020.1752293>.
- [67] Mueller, H.F.O. (2013) Energy efficient museum buildings. *Renewable Energy*. 49 pp.232–6. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.025>.
- [68] Merriman, N. (2008) Museum collections and sustainability. *Cultural Trends*. 17(1) pp.3–21. <https://doi.org/10.1080/09548960801920278>.
- [69] Pop, I.L.. Borza, A. (2016) Factors influencing museum sustainability and indicators for museum sustainability measurement. *Sustainability (Switzerland)*. 8(1) pp.1–22.

<https://doi.org/10.3390/su8010101>.

[70] Hayton, B. (2010) Sustainability and Public Museum Buildings - The UK Legislative Perspective. *Studies in Conservation*. 55(3) pp.150–4. <https://doi.org/10.1179/sic.2010.55.3.150>.

[71] Lambert, S., Pedersoli Jr., J.L. (2021) Our Collections Matter. Fostering greener, prosperous and cohesive communities through collections-based work.

[72] Brophy, S.S., Wylie, E. (2008) *The green museum: a primer on environmental practice*. Plymouth: AltaMira Press.

[73] EPA (2012) *Resource, Conservation and Recovery A Guide to Developing and Implementing Greenhouse Gas Reduction Programs*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

[74] Lidelöw, S., Örn, T., Luciani, A., Rizzo, A. (2019) Energy-efficiency measures for heritage buildings: A literature review. *Sustainable Cities and Society*. 45 pp.231–42. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.029>.

[75] Jiménez-Pulido, C., Jiménez-Rivero, A., García-Navarro, J. (2022) Improved sustainability certification systems to respond to building renovation challenges based on a literature review. *Journal of Building Engineering*. 45(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103575>.

[76] Eriksson, P., Hermann, C., Hrabovszky-Horváth, S., Rodwell, D. (2014) EFFESUS methodology for assessing the impacts of energy-related retrofit measures on heritage significance. *Historic Environment: Policy and Practice*. 5(2) pp.132–49. <https://doi.org/10.1179/1756750514Z.00000000054>.

[77] Khodeir, L.M., Aly, D., Tarek, S. (2016) Integrating HBIM (Heritage Building Information Modeling) Tools in the Application of Sustainable Retrofitting of Heritage Buildings in Egypt. *Procedia Environmental Sciences*. 34 pp.258–70. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.024>.

[78] Júlio, E.S. (2020) *Guia FNRE: Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado*. vol. 1. Lisboa: FUNDIESTAMO, SA.

[79] Aguiar, J., Pernão, J., Ferreira, T.C. (2020) *Preservação do Património*. Júlio ES, ed. *Guia Fundo Nac. Reabil. do Edif.*, Lisboa: FUNDIESTAMO, SA., p. 143–60.

[80] Havinga, L., Colenbrander, B., Schellen, H. (2020) Heritage significance and the identification of attributes to preserve in a sustainable refurbishment. *Journal of Cultural Heritage*. 43 pp.282–93. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.08.011>.

[81] Fufa, S.M., Flyen, C. (2021) GHG Emission Calculations – Reuse of Old Buildings Versus Building New Ones. *Cult. Herit. a Chang. Clim.*, Oslo: Directorate for Cultural Heritage, p. 34–6.

[82] Elefante, C. (2022) The greenest building... is the one that is already built. *Carl Elefante*. <https://carlelefante.com/insights/the-greenest-building-is/>.

[83] Fernandes, E.O., Samúdio, M.J., Craveiro, F.P., Freitas, V.P., de Ferreira, C., Vieira, M. et al. (2010) *Reabilitação de Edifícios do Centro Histórico do Porto: Guia de termos de referencia para o desempenho energético-ambiental*. pp.64.

[84] Silva, H.E., Henriques, F.M.A. (2014) Microclimatic analysis of historic buildings: A new methodology for temperate climates. *Building and Environment*. 82 pp.381–7. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.005>.

Valorisation and Reuse of Catholic Heritage in the Balkan Peninsula

Trematerra Adriana - University of Campania “Luigi Vanvitelli”, Department of Architecture and Industrial Design, Aversa (CE), Italy, e-mail: Adriana.trematerra@unicampania.it

Gennaro Pio Lento - University of Campania “Luigi Vanvitelli”, Department of Architecture and Industrial Design, Aversa (CE), Italy, e-mail: gennaropio.lento@unicampania.it

Luigi Corniello - University of Campania “Luigi Vanvitelli”, Department of Architecture and Industrial Design, Aversa (CE), Italy, e-mail: luigi.corniello@unicampania.it

Abstract: The proposed research is part of a broader ongoing study focusing on the analysis of places of worship in the Balkans by means of documentary operations aimed at the reuse and conservation of religious heritage. Case study of the investigation is the Dominican Monastery of the Holy Cross in Croatia, a Catholic religious complex built in 1432 on the northern coast of the Dugi Otok Island. The contribution presents the results of the stages of the knowledge process used: a philological analysis of the construction phases through the preliminary study of archive documents; a survey for the identification of the current configuration, materials and construction techniques used; the analysis of degradation through the forms and graphic conventions inherent to the pathologies of stone materials in the UNI 11182/2006 standard and the ICOMOS illustrated glossary; and the elaboration of some guidelines for the reuse of the disused interior spaces and for the use of the Monastery for tourism purposes. The results obtained are to be understood as a database on a cognitive basis to be used and implemented over time for the valorisation and enjoyment of the same architectural exempla located in the Balkan territory, constituting a rich cultural heritage often forgotten and abandoned.

Keywords: Catholic Architecture, Knowledge, Documentation, Reuse, Valorisation.

1. Introduction

<<Valorisation consists in exercising functions and regulating activities aimed at promoting knowledge of the cultural heritage and ensuring the best conditions for its public use and fruition, in order to promote the development of culture>> [1]

Article 6 of the Cultural Heritage and Landscape Code (2004) defines a connection between operations aimed at knowledge, protection, valorisation and enjoyment of cultural heritage. In particular, valorisation is a practice that requires various forms of collaboration and is also connected to the economic aspect related to the use of a public heritage for tourism purposes. Articles 111 and 112 of the aforementioned Code sanction the importance of promoting knowledge of the cultural heritage in order to support the development of culture to educate and stimulate the community to respect the assets of its territory through a sense of identity and belonging to a community. These provisions and instruments adopted for the protection and valorisation of the architectural artefacts of the Member States of the Council of Europe were complemented and consolidated by the Faro Convention adopted by the Committee of Ministers of the Council of Europe in 2005 in order to emphasise the importance of the relationship between heritage, society and communities [2]. Architectural artefacts and their landscape contexts become important depending on the value that individuals attribute to them and the ways in which they can be understood and passed on to future generations [3]. In this context, the issue of reuse aimed

at the recovery and use of disused spaces assumes a role of primary importance. Starting from these premises, the research proposes the analysis of the Dominican Monastery of the Holy Cross in Croatia, which is currently out of use. The aim of the investigation, starting with the historical analysis of the building under study and its cultural context, is to elaborate guidelines aimed not only at the conservation of the ancient material that has been received, but also at the reuse of the Monastery as a space for museum and cultural activities.

2.1. Historical notes

The foundation of the Monastery of the Holy Cross in Croatia is closely connected to the birth of Catholic culture and, in particular, the first monastic communities. Christianity is the first religious culture to have spread across the Balkan Peninsula, which was born and developed unevenly from the Jewish diaspora according to historical events consisting of the gathering of believers from the most diverse peoples. During the Middle Ages, the principles on which the Roman Empire was based, especially those on the religious level, proved inadequate to the extent that traditional cults were gradually replaced by Christianity. The growth of the latter as the predominant religion went through different historical phases with complex dynamics, resulting in a religion that was anything but homogeneous. The situation changed when there was an initial recognition of the Church, starting in the 1st century BC. In the Middle Ages, Christianity led to a hierarchical view of power: at the top was the Pope, flanked by the clergy consisting of bishops, abbots and priests; at the centre was the king, symbol of political and military power, who believed his role was directly entrusted by God; at the bottom was the people. In the history of the development of Christian culture, a very important role was played by Monasticism, based on asceticism and prayer, which developed from the 3rd century AD onwards. This phenomenon was for a long time a spontaneous movement within which there were different experiences, starting from the lifestyle of Eastern hermits to the definition of the first monastic communities. With the birth of the latter, rules of coexistence were drawn up between the people who populated the new monasteries. The founder of the monastic rules was Benedict of Norcia, who drafted the Benedictine rule by dividing it into 73 chapters. The purpose of this regulation was the organisation of monastic life through the performance of different daily functions, which can be translated into the celebration of common masses, individual prayer, novitiate and reception of guests, administration of the Monastery's goods, election of the abbot and possible punishments. The Benedictine rule spread mainly in the empire of Charlemagne, during whose time there were several rules valid only for individual monasteries. During the Carolingian empire all the rules existing at that time were united in the *Codex Regularum* so that the Benedictine rule was compulsorily introduced into the empire [4]. From the 3rd century A.D. onwards, the Catholic Church went through a period of crisis due to major internal conflicts. The most serious of these was the phenomenon of simony, i.e. the sale of ecclesiastical offices for the acquisition of power and economic advantages. Religious paid sums of money to obtain such privileges and then tried to recover them from the faithful through the sacraments, religious services and indulgences for the dead. Following these events, some individuals within the ecclesiastical organisation started a religious reform movement aimed at restoring the ancient purity of the Church. The first great reform was the Cluniac reform, which came about as a result of the weakening of the Benedictine rule on the one hand and as a reaction against the secularisation produced during the Carolingian Empire on monasticism in general on the other. The aim of this reform was to return to the Benedictine rule and the concept of the *Ora et labora*, paying particular attention to the aspect of prayer, largely neglected before, and renouncing everything that led to a decrease

in the devotion of the individual monk. With this reform, a new model of the Church was proposed that was supposed to counter what were considered at the time to be the most dangerous heresies: the buying and selling of ecclesiastical offices and the marriage of clergy. Monks, bishops and priests were therefore supposed to take a vow of chastity to live in purity by renouncing wealth in order to receive political and ecclesiastical office [5]. Since the reform of Cluny, new religious orders developed in Croatia, including the Dominican Order. The latter, also known as the Order of the Friars Preachers, was founded by Dominic of Guzman, starting in 1215. This order was founded on the conviction that in-depth study of different disciplines was necessary in order to be able to properly preach the Gospel through the written word and the example of life. Fundamental to this religious doctrine was preaching, considered as a true intellectual mission for which a good education was necessary to be acquired in the schools and universities of the major cities. For this reason, St. Dominic advocated the importance of the formation of spaces for cult worship within the cities and, in particular, in the places where political, social, religious, cultural and economic life took place, in order to guarantee a continuous confrontation with all social classes [6]. In the first hundred years after its foundation, the Order had around 12,000 members in 18 provinces and 620 monasteries. This rose period was followed, however, by a period of decline. To cope with this situation, the Order recruited new members from the 14th century onwards: the initiative started in Italy and provided for the construction of at least one Christian Monastery in each province, in which the monks could live according to the general principles of the Dominican Order. This phenomenon, widespread in Venice, soon moved to Dalmatia for two main reasons: geographical proximity and the fact that Dalmatia had belonged to the Venetian Republic since the 10th century. It was in this historical context that the Monastery of the Holy Cross in Croatia was built (fig. 1).



Figure 1. The Monastery of the Holy Cross: Photographic Documentation

2. Philological analysis of construction phases

The analysis of the construction periods of an historic artefact constitutes a fundamental phase for any cognitive operation aimed at the protection and valorisation of cultural heritage. Particular attention must therefore be paid to the analysis of archive documents and historical sources found. The current configuration of the Monastery of the Holy Cross is the result of different construction phases (Fig. 2). Its foundation dates back to 1432, when the Dominican friar Nikola Milinvić from Trogir requested and received approval for the construction of a church on the northern side of the Ciovo Island in Croatia. Work proceeded at a slow pace due to a lack of material resources, and for this reason a law was issued in 1437 inviting the faithful to contribute to the construction costs of the new Monastery in exchange for spiritual favours, with which the church and part of the cloister were completed [7]. As for the other buildings inside, according to some historical sources, the Church and three lodgings had been built by the mid-15th century, while in 1615 further buildings were constructed: a chapter house, a sacristy, a laundry room, a portico, a refectory, two corner towers facing the sea, one used as a kitchen and the other as a warehouse serving an old maritime warehouse formerly located in the western part; a patio was built in the centre of the complex, through which boats could dock.

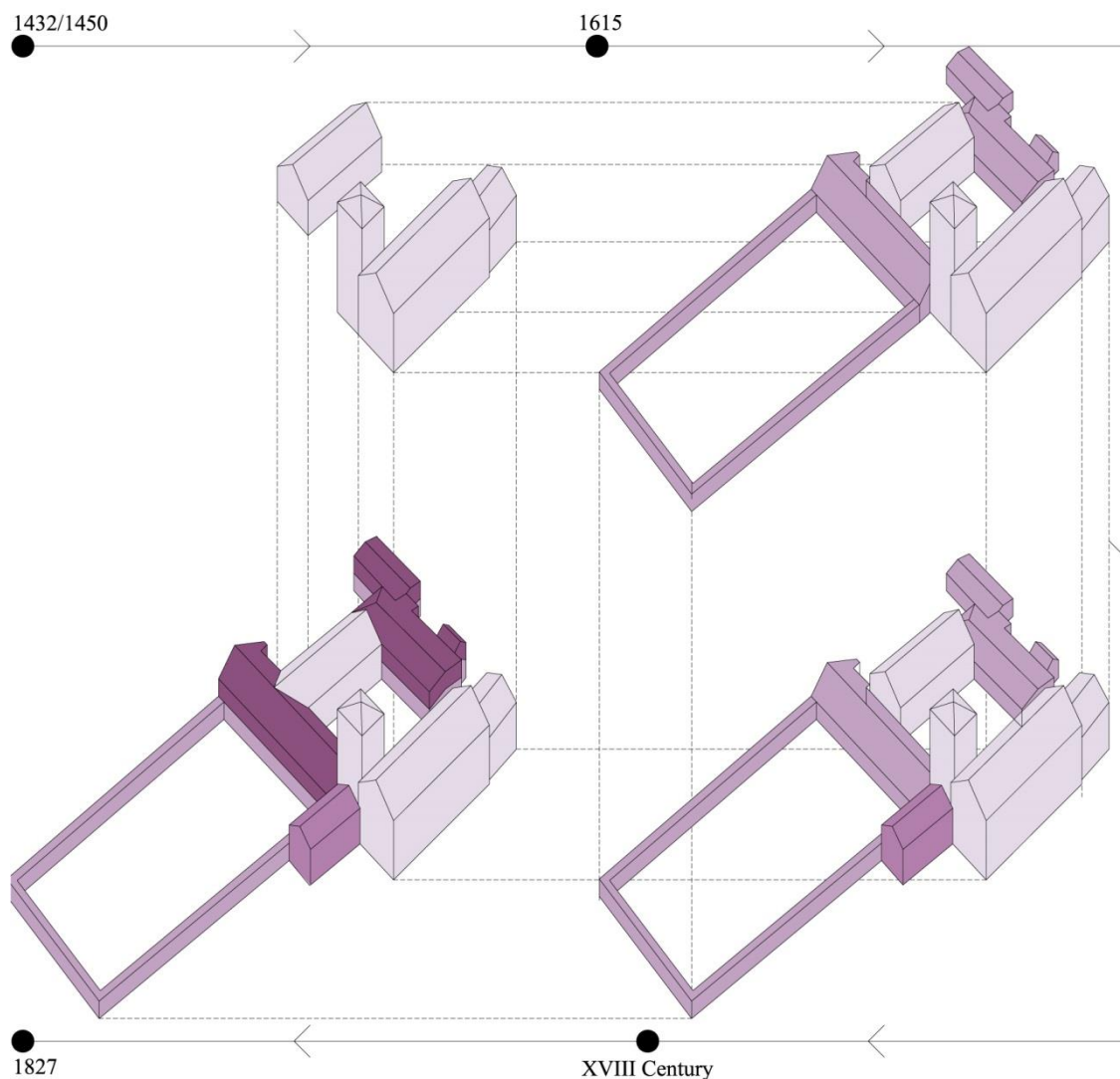


Figure 2. Planovolumetric plan of historical construction phases.



Figure 3. Processing of point clouds and orthomosaics from photogrammetric survey.

In the 18th century, a hospice was inserted on the left side of the church, while in the following years and up to the present day, the Monastery has not undergone any further changes, with the exception of some restoration work in 1827. At that time, due to decay, the cell area was transformed and enlarged by inserting twelve new rooms on the upper floor as library and dormitories. The construction of a garden to replace the old, unused maritime warehouse also dates back to this period [8]. For centuries, the Monastery of the Holy Cross played a significant role for the Dominican province of Dalmatia not only from a spiritual point of view, but also in terms of teaching, as it was chosen as the main location for the religious and intellectual education of young monks. The latter could not only study theology but also philosophy and other disciplines thanks to the presence of a well-stocked library of texts from a variety of scientific fields. However, as a result of political clashes with Enlightenment ideologies, thousands of monks were forced to leave their monasteries. This phenomenon was also witnessed in the Monastery of the Holy Cross, which was gradually abandoned with the consequent loss of its function.

3. The method for knowledge and conservation of religious heritage

The philological analysis of the construction periods conducted allowed the subsequent research phases to be carried out. In particular, in the field of knowledge of historical buildings, as is well known, the survey assumes a role of fundamental importance. The latter, as a tool for critical observation and investigation, is useful for representing reality through the graphic processing of the data acquired, at the same time serving as a fundamental cognitive basis for the choices of the valorisation and reuse project [9]. In this perspective, the choice of the survey method fell on a photogrammetric type of survey integrated, where it was most suitable, with traditional manual measurement systems. This cognitive process made it possible to acquire, through simple instruments such as digital cameras, a large amount of information about the material aspect of the Monastery studied [10]. The first result of this cognitive process was the processing of a point cloud and orthomosaics (Fig. 3), which were used as a model for the elaboration of the subsequent graphical works produced. By combining the data acquired through the photogrammetric survey with that from the manual survey, it was possible to produce, firstly, interpretative images of the current configuration through the graphic elaboration of the general plan of the Monastery (fig. 4). The latter consists of the presence of several buildings: the Church of the Holy Cross to the south with a bell tower, consisting of an elongated nave with a quadrangular apse; a sanctuary behind the latter, elevated on a high crypt, square in shape, accessed via two lateral staircases; a central cloister located at a lower level than the Church; to the left of the church is a hospice accessed through an 18th-century marble portal; to the east of the complex is a chapter house and a reliquary; to the west is an enclosed garden, once a maritime warehouse, and a refectory; the configuration is completed by an upper floor with twelve dormitory and library rooms.

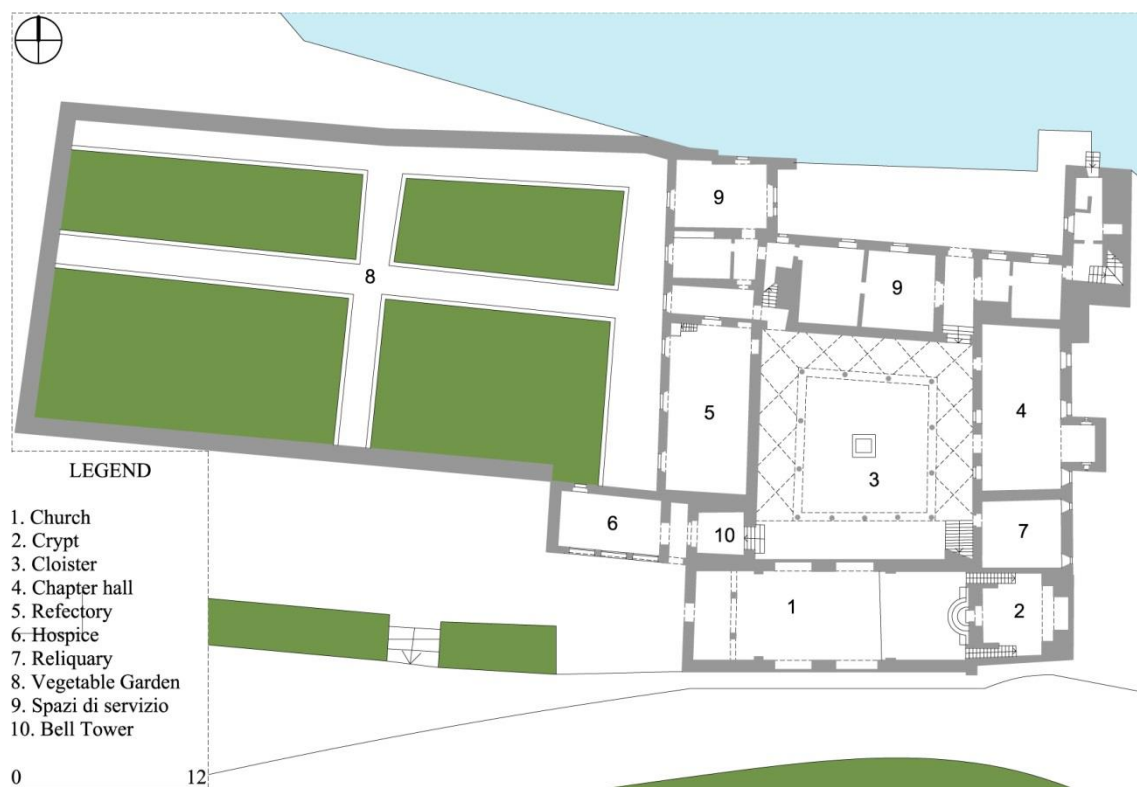


Figure 4. Graphic elaboration of the general plan, elevation + 1.50 m.

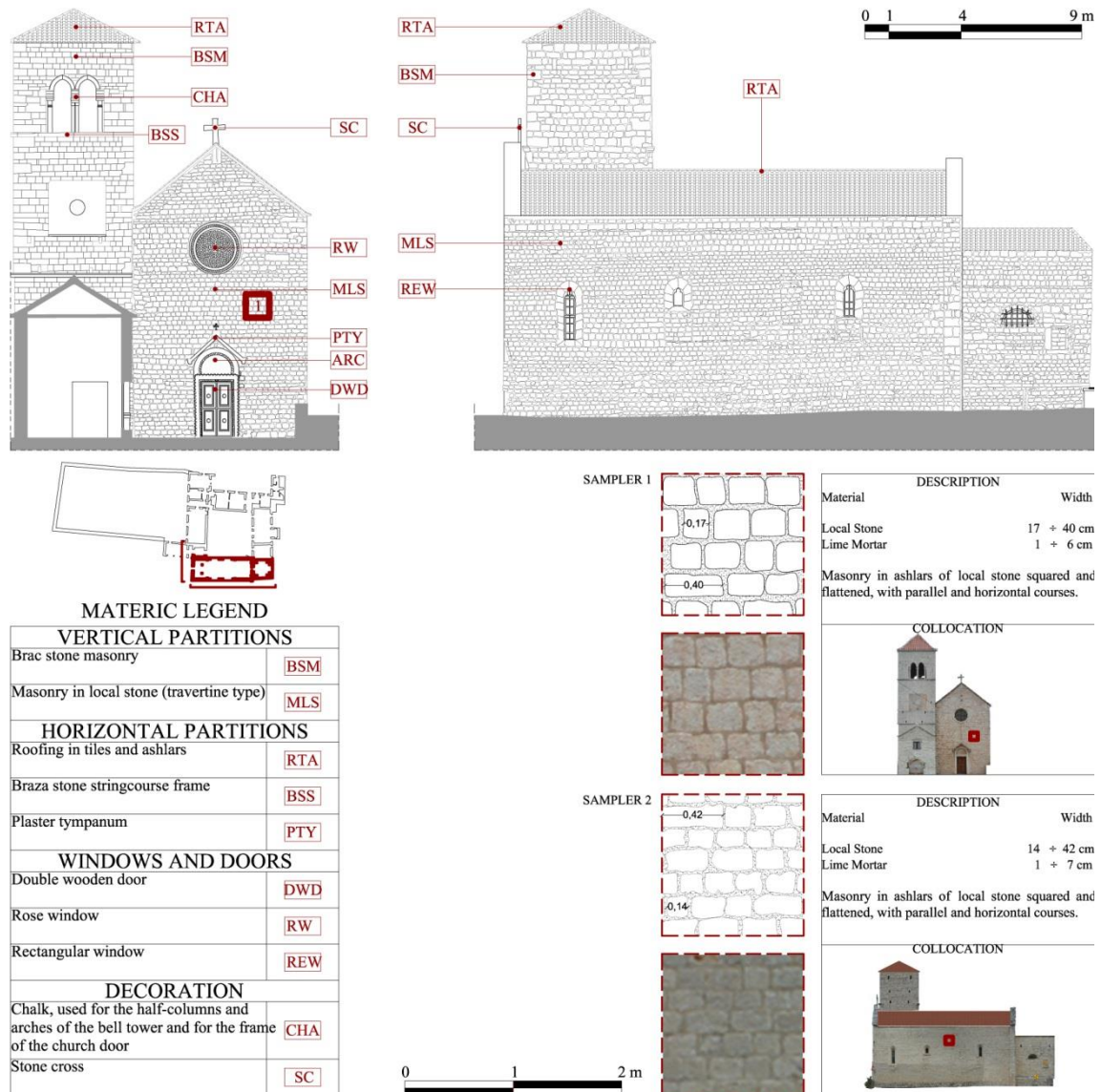


Figure 5. Geometrical-material survey of the church and cataloguing of masonry apparatuses.

3.1. Material analysis and degradation diagnostics

The results obtained from the processing of the data acquired through the survey campaigns were used as the basis for the material analysis of the elevations of which the Monastery is composed. This cognitive phase is of fundamental importance for any operation aimed at the protection and valorisation of the historical heritage analysed, as through it it is possible to identify signs and stratifications of past eras [11]. The objective of this phase was the elaboration of a schedule and survey [12] of the materials and construction techniques found. The analysis of the masonry apparatuses and the techniques used to install them was carried out because, as is well known, masonry plays a role of primary importance in historical buildings. The latter, in fact, not only defines the internal articulation of an artefact but also constitutes the load-bearing framework of the building. For conservation purposes, therefore, this process of knowledge is useful to analyse the quality of a masonry unit [13] in order to identify any criticalities affecting the studied artefact, as it is precisely from an incorrect execution of a masonry unit that the greatest number of forms of deterioration are generated [14]. In order to catalogue the analysed samples, a file was created in which the fundamental parameters for the correct reading of

the masonry units were entered: materials, size and arrangement of the individual elements, laying technique, location on the analysed elevation [15]. In this context, the results of this cognitive method applied to certain portions of the Monastery (Church, and hospice) are shown. The Church (Fig. 5) consists of an exposed masonry façade with a rose window in the western elevation and four windows with a pointed arch in the southern one, of which one has been plugged and two have been shortened to allow the apse to be raised to the level of the sanctuary behind. This artefact also includes a bell tower, also made of exposed masonry. The hospice (fig. 6) consists of a loggia with pointed stone arches supported by half-columns surmounted by simple plain capitals and a mixed masonry structure. The final stage of the knowledge process involved the analysis of degradation pathologies and their graphic representation using the graphic conventions and terminology of Standard UNI 11182/2006 and the illustrated glossary by ICOMOS. For each form of degradation, possible guidelines were identified for the elaboration of conservation measures (Fig. 7).

4. Conclusions

The research conducted on the Monastery of the Holy Cross in Croatia can be considered as a possible methodological approach of knowledge aimed at valorisation and reuse to be applied to similar architectural exempla located in the Balkan territory. The analysis of historical and iconographic sources allowed a preliminary knowledge of fundamental importance for the acquisition of a series of useful information to constructively direct the research to be pursued. Field analysis by means of material survey and degradation diagnostics highlighted the site's potential and criticalities. Among the former is the site's high architectural, material and landscape value, among the latter precarious conservation conditions and lack of function. In this context, the research envisaged the elaboration of guidelines aimed at a reuse of the Monastery in order to restore its original function for the education and teaching of different disciplines. In this regard, the spaces on the ground floor could be used as a library, study rooms and dining areas, while the cells on the upper floor could be reused as guest quarters with accommodation for students and teachers. The former maritime warehouse could be used as a museum of the sea and the foreign spaces used as a vegetable garden for the production of 'km0' products (fig. 8).



Figure 6. Geometrical-material survey of the hospice and cataloguing of masonry apparatuses.



Figure 7. Degradation survey and conservation interventions.

The proposed guidelines envisage the implementation of minimal interventions aimed not only at the conservation of the ancient material but also at the reuse of disused spaces [16]. The aim of this methodological approach is to restore an identity to the Balkan religious heritage in order to create cultural spaces for social aggregation, compatible with the original intended use. Valorisation and reuse become concrete possibilities for the reintegration of religious complexes of the past, often forgotten, to be considered as added social value in the contemporary era.

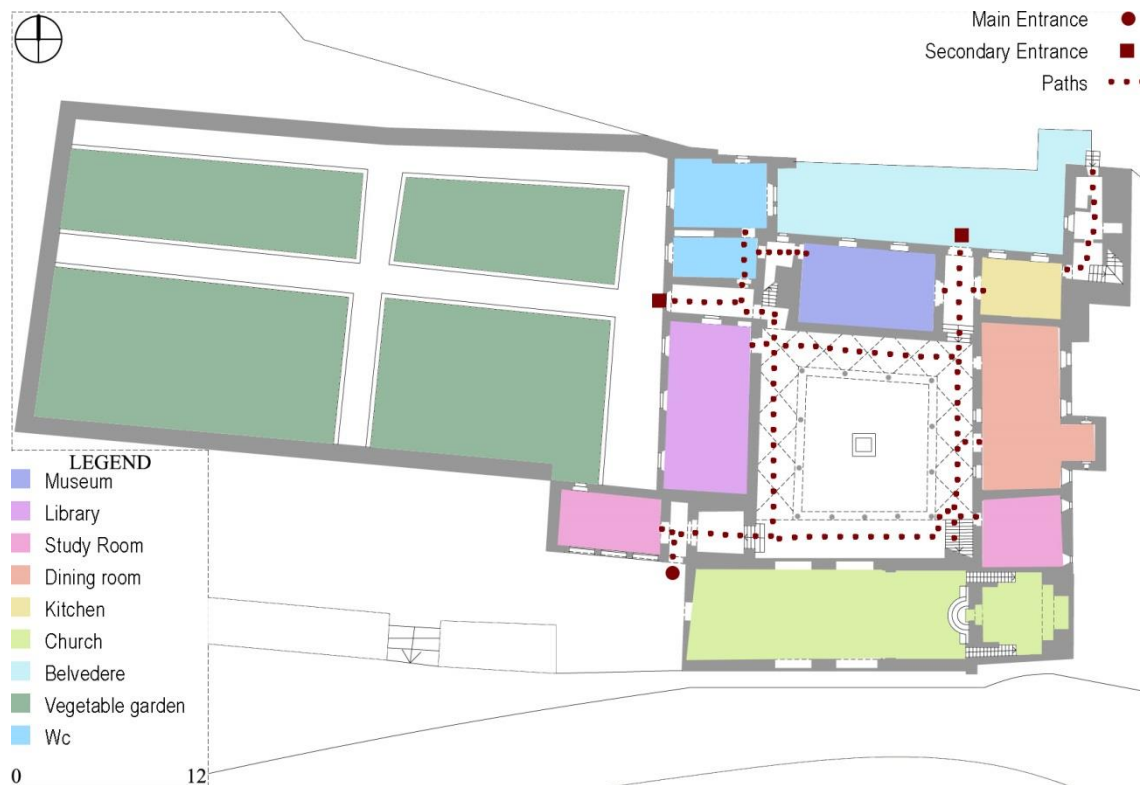


Figure 8. Reuse and valorisation of the Monastery of the Holy Cross. Project concept with identification of the new functions of the ground floor spaces.

Acknowledgements

The research was realised thanks to 'Valere2019' funding from the University of Campania 'Luigi Vanvitelli'.

References

- [1] Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.
- [2] Council of Europe (2005) Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society, Faro.
- [3] Council of Europe (2020) La Convenzione di Faro: la via da seguire per il patrimonio culturale, Comune di Fontecchio.
- [4] J. Guter (2008) I Monasteri cristiani. Guida storica ai più importanti edifici monastici del mondo. Roma: Edizioni Arkeios Srl.
- [5] G. Albertoni, S. M. Collavini, T. Lazzari (2020). Introduzione alla storia medievale. Bologna: il Mulino.
- [6] S. Krasic (2002), Il convento domenicano in Dubrovnik. Dubrovnik: Dominikanski Samostan.
- [7] S. Krasic (1991) Dominikanski samostan sv. Kriza na otoku ciovu (1432.-1852.). Roma: Università Pontificia S. Tommano.
- [8] D. Zelić (2007) Diversi contributi sulla storia dell'arte del XV Secolo a Trogir: Monastero di S. Croce su Ciovo, Orafo Matej Pomenic e cappella di S. Girolamo nella Cattedrale di S. Lawrence. Zagabria: Institut za povijest umjetnosti.
- [9] C. F. Carocci, C. Circo (2015) Il rilievo per il restauro. La loggia di palazzo Ardinghelli a L'Aquila. In: AID Monuments. Materials techniques restoration for architectural heritage reusing, vol. I, Ariccia: Ermes, 134-142.
- [10] A. M. Manfredini, F. Remondino (2010) Modellazione 3D da immagine. Pipeline fotogrammetrica, in: B. Benedetti, M. Gaiani, F. Remondino, Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei. Pisa: Edizioni della Normale, 163-196.
- [11] G. Fiengo (2003), Le finalità della ricerca, in: G. Fiengo, L. Guerriero, Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca. L'indagine documentaria, Proceeding of I and II National Seminars, Napoli: Arte Tipografica Editrice, 9-13.
- [12] M. L. Mancinelli, A. Negri, ICCD e Ministero per i Beni e le Attività culturali (2021) Criteri di descrizione delle tecniche murarie per la predisposizione di moduli schedografici codificati: ricognizione bibliografica. <http://www.iccd.beniculturali.it/it/progetti/4594/progetto-tecniche-murarie-criteri-di-descrizione-delle-tecniche-murarie-storiche> last accessed 2021/04/03
- [13] A. Giuffrè (2006) Lettura delle tecniche costruttive e definizione delle caratteristiche meccaniche, in: Ministero per i Beni e le Attività Culturali ICCD - Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, Laterza, 6-7.
- [14] S. Della Torre, V. Pracchi, (2003) Le chiese come beni culturali. Suggerimenti per la conservazione. Milano: Mondadori Electa, 27-31.
- [15] G. Carbonara (1990) Restauro dei monumenti. Guida agli elaborati grafici, Napoli: Liguori Editore, 24-25,
- [16] P. Gros (1997) Marco Vitruvio Pollione, De Architectura. Einaudi.

Il Forte del SS. Salvatore a Messina. Rilievo, stratificazioni e degrado di una fortificazione tra medioevo e età moderna.

The Fort of SS. Salvatore in Messina. Relief, stratifications and degradation of a fortification between the Middle Ages and the Modern Age.

Altadonna Alessio, Università degli Studi di Messina - Dipartimento di Ingegneria, Messina, Italy, aaltadonna@unime.it

Martello Giuseppe, Università degli Studi di Messina - Dipartimento di Ingegneria, Messina, Italy, gmartello@unime.it

Nastasi Antonino, Università degli Studi di Messina - Dipartimento di Ingegneria, Messina, Italy, antonino.nastasi@unime.it

Todesco Fabio, Università degli Studi di Messina - Dipartimento di Ingegneria, Messina, Italy, ftodesco@unime.it :

Abstract: The restoration of monuments is inevitably translated throughout the modification of the state of things, which means the modification of the only certain "document" that makes it possible in understanding the history of the artefact, attributing chronologies to the different parts of which such architectures are composed of and in preparing calibrated projects for specific environmental requirements. Therefore, the documentation prior to the intervention is a necessity that in recent decades has had positive impulses throughout the use of laser scanning techniques making it possible to acquire a great deal of information that constitutes accurate apparatus for the project elaboration. The fort of SS. Salvatore is located at the end of the neck of land facing the city of Messina, a curved shape similar to a sickle, which suggested to the Chalcidian Greeks the city name attribution of Zancle. The fortress was built in later periods and incorporates also a tower from the Norman era. From the Aragonese period onwards, but above all, as part of the reorganization of the strongholds ordered by Charles V, other fortification works were juxtaposed by Ferramolino, who also incorporated the remains of the Church of the Holy Saviour in the Phari language, which in the Norman period, all the so-called 'Basilian' churches of Valdemone depended. The survey of the fortress, which has undergone various tampering and transformations over the centuries, was carried out using photogrammetry and laser scanning techniques making it possible to identify and document important vestiges, recognizing certain historical events that affected the multi-layered site, as well as providing useful support for the design and control of the intervention.

Keywords: Ferramolino da Bergamo, Carlo V, Fort of SS. Salvatore, Messina, Fortifications

1. Introduzione

La città di Messina è caratterizzata da una lingua di terra che nel periodo Greco le valse il nome di Zancle, per l'assonanza formale di tale braccio di terra con la forma della falce. Detta lingua di terra frontistante la città è stata oggetto di interesse da parte di tutte le popolazioni che si sono avvicinate nel governo della città. Fin dal 1081 Ruggero I d'Altavilla fortificò l'estremità della falce erigendo una torre, detta Torre di Sant'Anna a difesa e controllo della città [1, pag. 77]. La posizione strategica del sito venne confermata nei secoli successivi dagli angioini e poi dagli aragonesi con ulteriori fortificazioni che inglobarono le precedenti e che furono conformate alle tecniche difensive che si sviluppavano per la sempre maggiore efficacia delle armi da fuoco [2]. Fig. 1

religiosi di rito greco del Valdemone e vasti possedimenti in Calabria [5, pag. 165]. La fortezza fu teatro di scontri nel 1282, in occasione della guerra del Vespro ed anche intorno al 1350 quando la fazione dei Palizzi si ribellò alla monarchia e vi si asserragliò con le truppe angioine [6, pag. 241]. Verso la fine del XV sec. la chiesa ed il monastero subirono consistenti restauri e circa un secolo dopo, nel 1535, il monastero venne demolito per assecondare il disegno di Carlo V che prevedeva una riorganizzazione delle mura cittadine e dei capisaldi difensivi della città. Fig. 2 – [7]

Il forte del SS. Salvatore venne realizzato a partire dal 1537 per opera dell'architetto militare Ferramolino da Bergamo che inglobò all'interno delle mura la Torre di Sant'Anna e demolì il monastero conservando solo la chiesa del SS. Salvatore a ridosso del bastione di sud-est. Nel 1549 esplose la santabarbara a causa di un fulmine che fece rovinare la chiesa, poi rimessa in pristino. La fortezza venne ultimata nel 1614 [8, pag. 170] e costituiva uno dei vertici di un triangolo difensivo del quale facevano parte anche il forte Castellaccio ed il forte Gonzaga, localizzati alle spalle della città in modo da controllarne le linee di difesa verso monte. Sia il forte Gonzaga che il Castellaccio, probabilmente quest'ultimo edificato su una preesistenza, furono realizzati dal Ferramolino che, nel caso del Forte del SS. Salvatore fu coadiuvato dal Maurolico [6, pag. 240].

2.2. Monumento documento

Il presente contributo riguarda specificatamente il Forte del SS. Salvatore e dà conto dei primi risultati di una ricerca ancora in corso [*].

A partire dalla notazione che il Forte del SS. Salvatore è sempre stato utilizzato per scopi militari i quali, generalmente nelle trasformazioni che operano, sono mossi da esigenze pratiche piuttosto che estetiche, pertanto le trasformazioni risultano spesso leggibili. Dalla considerazione che, a prescindere dai documenti cartacei, il dato reale può essere desunto solo dallo stato di fatto dell'architettura indagata, si è sviluppato un rilievo metrico effettuato con la tecnica del laser scanning. A differenza delle tecniche di rilevazione tradizionale che possono restituire un modello geometrico del manufatto, il rilevamento con laser scanner consente di acquisire una grande mole di dati per poi decidere nella fase di post produzione quali profili ricavare dal modello virtuale tridimensionale (nuvola di punti complessiva). È anche da notare che l'acquisizione di tali dati costituisce una documentazione di estrema importanza nei confronti dei processi di conservazione e manutenzione futuri. Il manufatto diventa così documento di sé stesso, in grado di testimoniare attraverso le sue tracce, le sue trasformazioni, manomissioni, eventi calamitosi, tutta la sua storia.

La possibilità di utilizzare tale tecnologia consente ancora più facilmente di come avveniva in passato, di sviluppare un rilievo critico del manufatto, valutando le nuove stratificazioni, le demolizioni e in generale tutte quelle trasformazioni intervenute nel corso della storia del manufatto al fine di acquisire dei dati che possano costituire moneta spendibile in una successiva fase di progettazione degli interventi più idonei a conservare le caratteristiche proprie del manufatto. Inoltre è un documento digitale, una sorta di facsimile, che alla data del rilievo congela lo stato di fatto dell'architettura e lo si può interrogare, per i più svariati approfondimenti, in tempi successivi.

2.3 Il rilevamento del contesto

Le operazioni di rilievo sono state svolte tramite un rilievo integrato, cioè un processo scientifico d'indagine in cui sono state messe insieme varie procedure di rilevamento per ottenere le più dettagliate informazioni possibili. Si è operato dunque oltre che con laser scanner, termocamera, rilievo a vista e rilievo fotografico. (Fig.3) In particolare le

fotografie sono state riassemblate e unite in unica immagine attraverso l'uso del software fotogrammetrico Agisoft Metashape.



Fig. 3. Nuvola di punti del forte Campana visto da sud.

Per quel che concerne il rilevamento con l'uso del laser scanner, sono state eseguite 150 stazioni: le nuvole di punti dei vari *setup* sono state riassemblate in un'unica nuvola complessiva attraverso l'uso del software *Leica Cyclone Register 360*. Il laser scanner 3d utilizzato è un *Leica BLK 360*, acquistato dal Lab4R del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Messina. Si tratta di uno strumento a tempo di volo (TOF) che sfrutta la tecnologia LiDAR (*Light Detention and Ranging*) che consente di acquisire fino ad un massimo di 360.000 punti al secondo, permettendo di creare delle nuvole di punti con precisione millimetrica. La precisione dello strumento è funzione della distanza tra il punto stazione e le superfici acquisite. Lo strumento consente di ottenere due diversi tipi di immagini: sia immagini panoramiche e sferiche con campo di acquisizione di 360°x300° grazie alle tre fotocamere HDR integrate, che termografiche, per la presenza di una termocamera integrata. Il laser infatti effettua, prima della scansione vera e propria, una panoramica fotografica, per poi iniziare ad acquisire i punti tramite il raggio laser. Ha una portata pari a 60m di diametro, con una precisione di posizionamento del punto di 4mm a 10m e 7mm a 20m. In postproduzione sono stati rappresentati gli elaborati funzionali eliminando i "rumori" dal dato grezzo di output al fine di ottenere profili, immagini e dettagli fruibili per le successive fasi di progetto.

2.4 Il forte Campana

Come accennato in precedenza, l'architettura oggi visibile si è formata stratificandosi nel corso dei secoli. La primitiva torre normanna, ancora basata su un sistema difensivo antiquato, con l'avvento delle armi da fuoco ha visto una progressiva trasformazione che, nella fase attuale, costituisce un documento delle teorie fortificatorie sviluppatesi nel medioevo. Il forte Campana, intorno al XV secolo, ingloba la torre di Sant'Anna e viene organizzato su due livelli con spalti in grado di ospitare alcuni pezzi d'artiglieria. I disegni redatti dall'ing. Barbaro, progettista della stele votiva dedicata alla Madonna della Lettera e fondata all'interno del Forte Campana, rinvenuti presso l'archivio della Soprintendenza

di Messina [9] mostrano una pianta ed una sezione del forte nel 1932, prima dei lavori di costruzione della stele votiva. (Fig. 3)

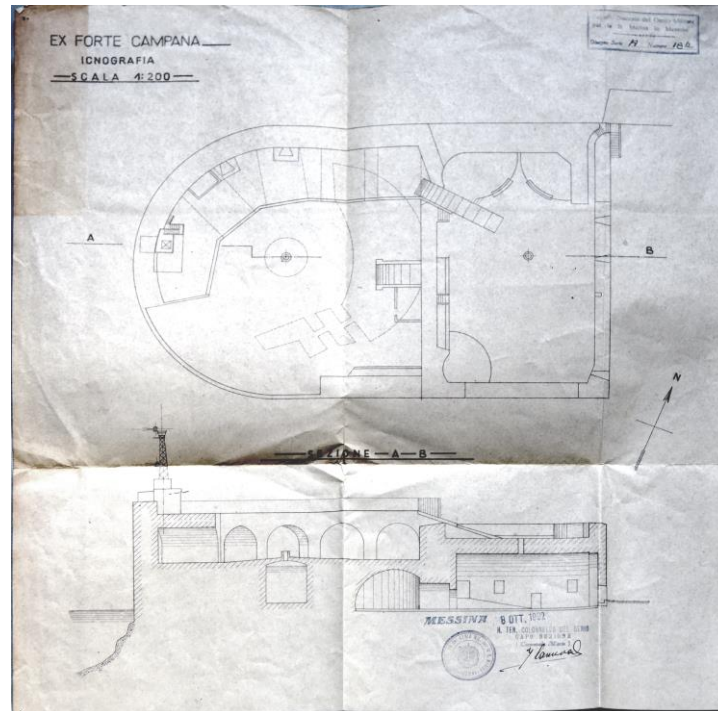


Fig. 4. Disegni del forte Campana realizzati che documentano la posizione della cisterna della torre di Sant'Anna di epoca normanna [9]

Dall'immagine della pianta del forte si evince quali potessero essere le preoccupazioni dei difensori dall'osservazione del posizionamento delle bocche di fuoco, organizzate su due livelli e per la maggior parte orientate verso l'imboccatura del porto.



Fig. 5. Proiezione della nuvola di punti in RGB del Forte Campana. Si noti il portale di accesso al forte e base della stele votiva fondata sulla Torre di Sant'Anna.

È in corso di valutazione la possibilità di individuare l'originaria struttura posto che nel 1934 venne inaugurata una stele in cemento armato la cui fondazione ha previsto

l'infissione di pali nel sottosuolo, con evidente disturbo degli strati originari relativi alla Torre di Sant'Anna. (Fig.5)

Il forte Campana dunque inglobava al suo interno la precedente torre circondandola con una cortina muraria a questa collegata e caratterizzata da una serie concentrica di ambienti coperti con volte a botte. Il consistente spessore delle murature unitamente all'andamento curvilineo delle superfici esterne avrebbe consentito di deviare eventuali colpi di artiglieria smorzandone la forza di impatto.

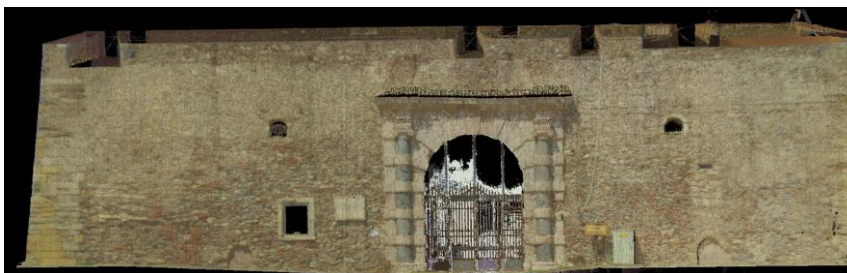


Fig. 6. Nuvola di punti in RGB del muro di cinta e del portale di accesso al Forte Campana

L'ingresso al forte avveniva da est attraverso un portale in pietra locale che dava accesso ad un alto ambiente affiancato da due stanzoni coperti con volta a botte e nel quale è presente uno scivolo che consente di trasportare su carrelli le artiglierie e le munizioni al piano della terrazza dotata di bocche da fuoco in grado di coprire qualunque angolo di tiro. I cantonali del Forte Campana denunciano la diversa provenienza dei blocchi utilizzati costituiti da pietra calcarea prelevata sia dalle cave di Bauso (calcare rosa) che dalle cave di Tremonti (calcare polipai) sia ancora da altre cave non individuate, forse esaurite. (Fig.6) Le murature miste sono apparecchiate con una tecnica rimasta in uso fino al XIX secolo, facendo uso di ripianamenti in laterizio, anche di reimpiego, ad ogni ricorso e con pile in laterizio di separazione tra i blocchi in pietra lavorata a spacco e sbozzata sulla faccia a vista. Le bocche da fuoco sono interamente apparecchiate con mattoni di dimensioni 24.5/11.5/4.5.

2.5 Il forte del SS. Salvatore

Nella prima metà del XVI secolo si rese maggiormente pregnante il pericolo delle incursioni che costituivano un enorme impedimento per lo sviluppo dei commerci nel Mediterraneo, pertanto venne messa in atto dall'imperatore Carlo V d'Asburgo una strategia difensiva basata sulla fortificazione delle principali piazzeforti siciliane che avrebbero garantito un più efficace controllo dei mari e dei commerci che vi si sviluppavano.

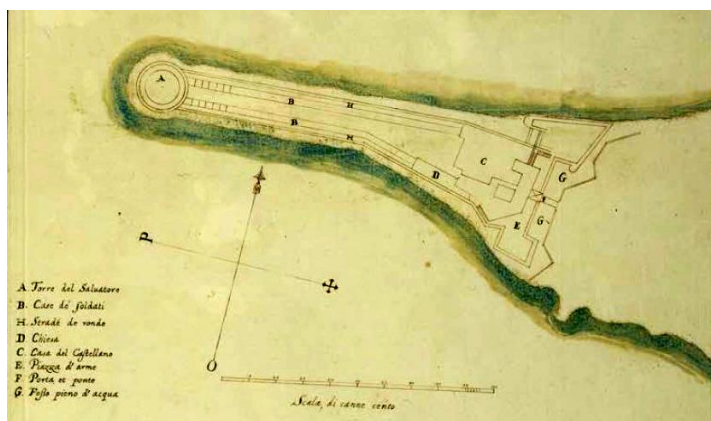


Fig. 7. Pianta del Forte del SS.Salvatore [11]

Conosciamo la consistenza del forte grazie ai disegni fornitici da Tiburzio Spannocchi che danno contezza delle trasformazioni effettuate dal Ferramolino [3] e nella descrizione delle marine del regno di Sicilia [7] poi confermateci anche dal barone Agatino Apary [11]. Tutte queste cartografie concordano nel definire la fortezza nella consistenza che si conservò fino al terremoto del 1908. (Fig. 7)

A partire dal 1533 si registra a Messina la presenza di Antonio Ferramolino da Bergamo per l'ammodernamento della piazzaforte di Messina nel corso del quale progetta anche il forte del SS. Salvatore, sul braccio di San Ranieri, dove successivamente sarà realizzata, su progetto di Giovanni Angelo Montorsoli e Francesco Maurolico, anche dalla Torre Lanterna oltre che dal Forte Castellaccio e dal Forte Gonzaga a monte della cinta fortificata della città. [12, pagg. 139-159].



Fig. 8. Nuvola di punti delle bocche dell'interno del Forte del SS. Salvatore.

Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile stabilire con precisione quanto sia stato realizzato dal Ferramolino, tuttavia, è possibile osservare che vennero prolungate le mura del forte Campana, che già possedeva una propria autonomia, fino a cingere tutta l'estremità della penisola ed attestando una seconda cinta murata più ad est, rinforzata da due corpi mediani pentagonali e conclusa con un grande bastione dotato di orecchioni nello spigolo di nord est. (Fig. 8)

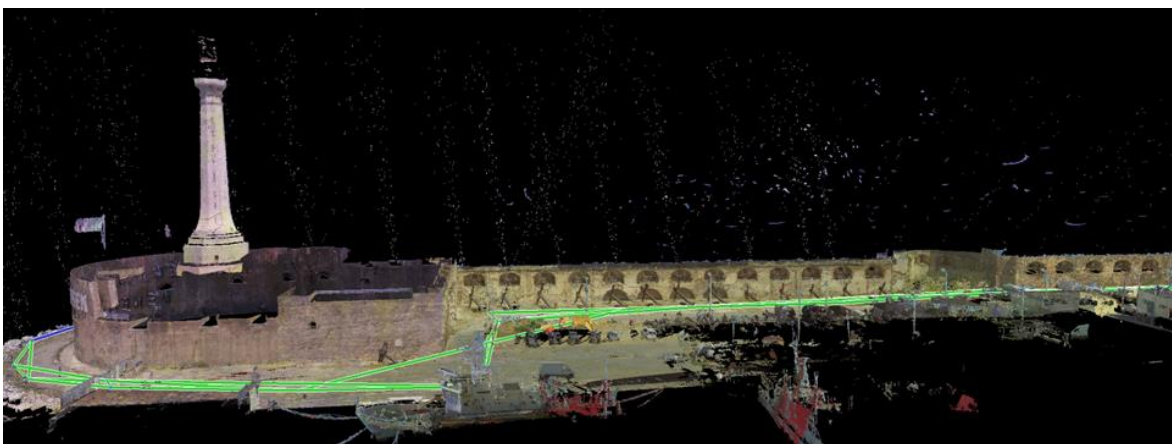


Fig. 9. Nuvola di punti del SS. Salvatore e della stele. Si notino le delle bocche da fuoco rivolte verso nord.

La posizione di tale bastione consentiva, in accordo con le teorie difensive del periodo, il controllo della porta di accesso dotata di un limitato fossato e di un ponte levatoio che poneva l'intera fortificazione bagnata dall'acqua da ogni lato. (Fig. 9)

L'osservazione delle proporzioni ed il raffronto con immagini d'epoca consente di affermare che entrambe le aperture risultano oggi interrate per buona parte così come anche le murature risultano oggi parzialmente interrate. Le mura sono caratterizzate da un andamento a scarpa con un angolo al piede di 81° che si conclude su un marcapiano in pietra calcarea a sezione semicircolare posto a circa 7,50 ml dal piano di calpestio attuale, con funzione di dissuasore di eventuali scalate [10, p. 142].

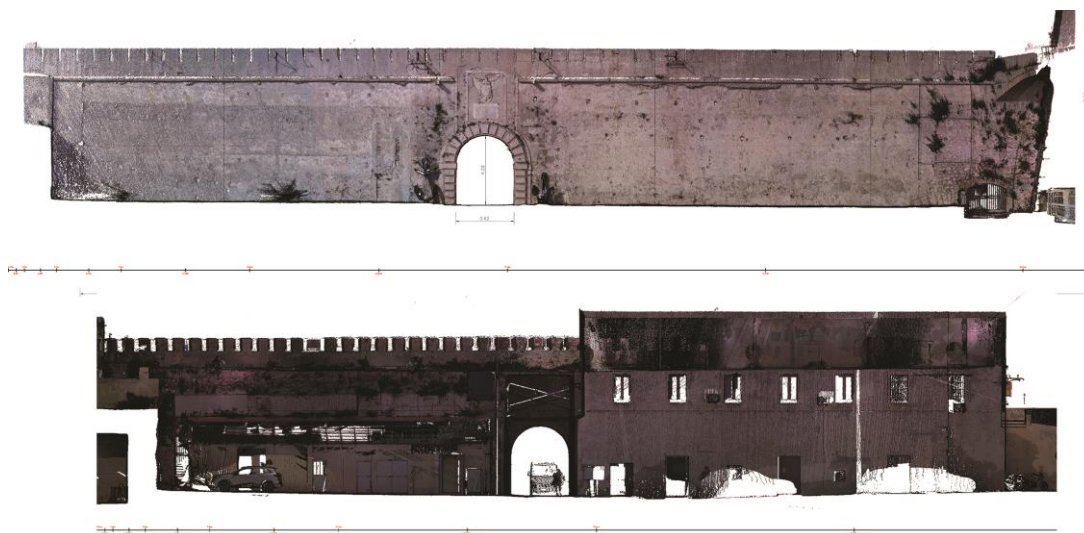


Fig. 10. Ortofoto da nuvola di punti della cortina muraria e del portale di accesso al forte del SS. Salvatore.

A sinistra della porta maestra ad arco bugnato era presente un'altra apertura di ridotte dimensioni, oggi murata, anch'essa dotata di ponte levatoio per l'attraversamento del fossato. (Fig. 10)

L'accesso al forte restava protetto dall'avanzamento rispetto all'andamento della muratura di accesso, del muro ortogonale dei bastioni, di cui si conserva oggi solo quello di nord-est, che avrebbero consentito il tiro su eventuali assalitori.

La restituzione delle nuvole di punti consente di estrarre i dati relativi sia all'esterno che all'interno del muro che dà accesso al forte evidenziando tutte le particolarità del contesto. Sopra il portale principale di ingresso si conserva una iscrizione in lingua spagnola che testimonia lavori eseguiti nel 1614 ed uno stemma asburgico con aquila vicereale. (Fig. 11)

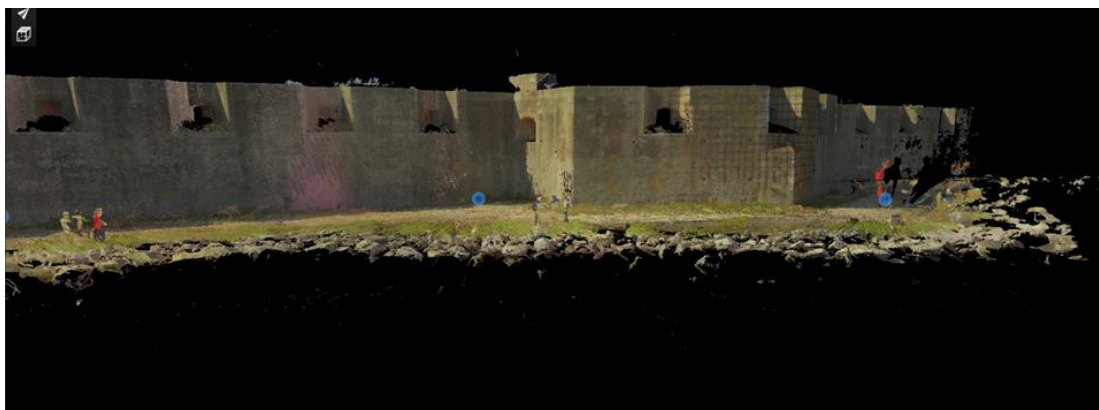


Fig. 11. Nuvola di punti del fronte nord del forte del SS. Salvatore

Lungo le murature che collegavano la porta d'accesso al forte Campana insistevano al livello inferiore gli alloggiamenti dei militari realizzati con una successione di ambienti conclusi a volta al di sopra dei quali vi erano le bocche da fuoco orientate sia verso lo specchio di mare di accesso al porto che verso la città. La particolare angolazione delle murature e l'agio al movimento delle artiglierie poste nelle diverse postazioni consentiva una copertura di tiro pressoché totale. (Fig. 12)

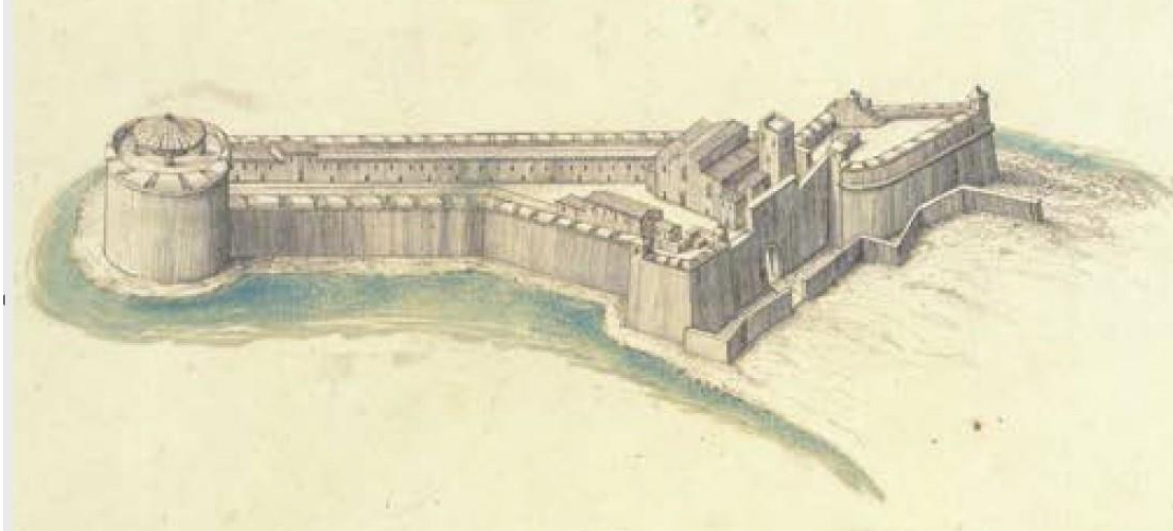


Fig. 12. Disegno del 1640 relativo al forte del SS. Salvatore. [11]

All'interno del forte, come accennato, fu conservata la chiesa del SS. Salvatore e furono demolite le strutture del monastero. La disamina di due codici conservati alla Biblioteca Nacional de España, mss. 1 (*Plantas de todas las plaças y fortalezas del reyno de Sicilia...*) e 787 (*Descripción de Sicilia y sus ciudades*) [11], e pubblicati in una edizione critica [11], consente di dare un significato ad alcune tracce rinvenibili nel sito, individuando la precisa localizzazione, oltre della "strada di ronda" (gli spalti) e delle "case dé soldati" addossate alle mura sia a nord che a sud, anche della chiesa del SS.Salvatore addossata alla cortina muraria a sud e quasi di fronte a questa, della casa del castellano mentre a ridosso del bastione di sud est era la piazza d'armi.

Il forte era separato dalla penisola di San Ranieri, la lingua di terra che racchiude il porto di Messina, da un fossato bagnato dal mare così che per l'accesso era necessario un ponte levatoio in legno. L'osservazione del portale mostra che oggi l'intero piano di sedime è stato modificato riempiendo il fossato ed innalzandolo significativamente così che la parte basamentale del portale risulta oggi interrata.

Dalle Fonti risulta che a fianco della porta di accesso insisteva una torre poligonale, di probabile età federiciana che venne demolita presumibilmente per organizzare la nuova configurazione del recinto del forte consentendo la libera visione dell'accesso dal bastione di nord-est. La muratura alla destra del portale mostra numerose tracce e riprese di muratura, tuttavia l'interfaccia di demolizione della torre non risulta più identificabile a causa delle riprese postume.

2.6 Elementi per la qualificazione delle stratigrafie del contesto architettonico

Come accennato il contesto risulta fortemente stratificato e di molte di tali fasi di trasformazione è possibile trovarne i riscontri fisici. Le trasformazioni più macroscopiche si sono registrate nel Forte Campana che è stato oggetto di una prima massiccia opera di

trasformazione negli anni '30 del XX secolo per innestarvi la stele della Madonnina benedicente.

La stele votiva fu progettata da Francesco Barbaro, Ingegnere Capo dell'Ufficio tecnico dell'Arcivescovado di Messina, e venne inaugurata nel 1934. Il basamento è fondato su una palificazione ed una struttura in elevazione costituita da un cilindro in c.a. con doppia armatura. La stele è infine rivestita con blocchi in pietra sagomata di Trapani che in atto manifestano diverse fessurazioni dovute all'esplosione del copriferro della struttura sottostante.

È questo il caso del Forte Campana che oltre agli stravolgimenti del suo nucleo centrale una volta occupato dalla Torre di Sant'Anna, dopo le demolizioni causate dal terremoto del 1908 ha subito numerosi restauri e riparazioni che hanno trasformato significativamente il contesto inquinando fortemente la possibilità di una lettura di dettaglio. L'attacco tra il forte Campana e la cinta murata a nord manifesta chiaramente un appoggio denunciando la posteriorità cronologica di quest'ultima. (Fig. 13)



Fig. 13. Dettaglio dell'appoggio della muratura nord del forte del SS. Salvatore sul cantonale del muro nord-est di Forte Campana

Mentre dal lato esterno la cortina muraria è stata più volte mantenuta con rifacimento degli intonaci, dal lato interno questa mostra le tracce degli alloggi dei militari demoliti, che vi si addossavano ed il cui tetto costituiva il camminamento per le bocche da fuoco esposte a nord. Sono evidenti anche diverse riprese di muratura, la tamponatura delle bocche da fuoco e la stesura di uno strato di intonaco realizzato dopo le demolizioni di tali corpi di fabbrica, presumibilmente dopo il terremoto del 1908.



Fig. 14. Le bocche da fuoco rivolte verso nord mostrano numerose tracce che documentano fasi di trasformazione avvenute nel corso della storia del manufatto.

La tecnica costruttiva del muro di cinta del Forte prevede un primo livello realizzato con una muratura in pietrame poco lavorato ed apparecchiato con ripianamenti poco definiti basato su una successione di ambienti voltati con asse perpendicolare alla muratura esposta al tiro. Un livello superiore, nel quale si aprono le bocche da fuoco, era invece caratterizzato da una muratura mista di pietrame calcareo rozzamente sbizzato con frequenti ripianamenti in laterizio. Le bocche da fuoco, oggi tamponate, sono inquadrare da una cornice in pietra calcarea e possiedono una sagoma funzionale all'utilizzo dell'artiglieria. (Fig.14)

3. Conclusioni

La possibilità di sviluppare un rilievo sia con metodi tradizionali che con l'avvalimento del laser scanner ha consentito di acquisire dati affidabili ed archiviare informazioni che costituiscono un patrimonio di conoscenze in grado di documentare lo stato e le trasformazioni del contesto architettonico pluristratificato del Forte del SS. Salvatore. L'intreccio tra i dati acquisiti, avvalendosi della tecnologia del laser scanning, ed il raffronto con le fonti storiche mette in luce notevoli differenze metriche e morfologiche.

Tuttavia le discrepanze tra la rappresentazione cinquecentesca e il rilievo attuale, consentono di comprendere quali fossero le caratteristiche salienti alle quali la fonte storica abbia dato predominanza nel disegno.

Tale *corpus* di acquisizioni ha consentito da un lato la possibilità di approfondire le conoscenze sulla specifica fortificazione, dall'altro di esaminare in dettaglio le tecniche ed i materiali utilizzati nelle diverse fasi fortificatorie, consentendo di conseguire nuove conoscenze in relazione alle economie di guerra che hanno sovrinteso alla costruzione del forte. Lo studio, tuttora in fase di approfondimento e sistematizzazione, si propone di raffrontare le caratteristiche riscontrate nelle architetture realizzate a Messina da Carlo V con le altre presenti lungo il periplo della Sicilia, realizzate per contrastare la minaccia turca ottomana. L'acquisizione dei dati grezzi della scansione, inoltre, consente in qualunque momento presente o futuro, di poter indagare ed analizzare, in funzione delle finalità del rilevamento, o l'intera nuvola, o porzioni della stessa per desumerne caratteristiche geometriche e materiche.

References

(*) La ricerca della quale di presentano i primi risultati è frutto di un protocollo di intesa stipulato tra il Comune di Messina, il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli studi di Messina, la Soprintendenza per i BB.CC.AA. di Messina, la Marina Militare Italiana e l'Autorità di Sistema Portuale dello Stretto di Messina, per *la semplificazione ed il coordinamento procedurale e per l'attuazione di iniziative di riqualificazione e recupero urbanistico, architettonico e funzionale del complesso monumentale cinquecentesco della zona falcata, ricadente nella base della marina militare del porto di Messina.*

[1] G. Malaterra (1928) *De rebus gestis: Rogerii Calabriae et Siciliae comitis et Roberti Guiscardi*, a cura di E. Pointieri, Zanichelli, Bologna.

[2] T. Fazello (1537) *Le due deche dell'istoria di Sicilia*, tradotte dal Latino in lingua toscana dal P.M. Remigio fiorentino del medesimo ordine, fratelli Domenico e Gio. Battista Guerra, Venezia pag. 241.

[3] T. Spannocchi (1578) *Descripción de las marinas de todo el reino de Sicilia* [Manoscritto], con otras importantes declaraciones notadas por el Cavallero Tiburcio Spanoqui, del Ábito de San Juan, Gentilhombre de la Casa de Su Magestad; dirigido al Príncipe Don Filipe Nuestro Señor, en el año de MDXCVI, Gustavo Gili Editor, Barcelona, (Biblioteca Nacional de España).

[4] AA.VV. (1902) *Guida alla città di Messina*, a cura di Municipio di Messina.

[5] M. Scaduto (1947) *Il monachesimo bizantino nella Sicilia medievale. Rinascita e decadenza. Secoli XI-XIV*, edizioni di storia e letteratura, Roma.

[6] F. Maurici (1992) *Castelli medievali di Sicilia*, Sellerio.

[7] Codici mss. 1 e 787 conservati alla Biblioteca Nacional de España.

[8] F. Chillemi (2012) *Messina, un centro storico ricostruito*, Libreria Ciofalo editrice, Messina.

[9] ASDM, *Archivio Storico Diocesano di Messina, Lipari e Santa Lucia del Mela.*

[10] N. Aricò (2011) *Il ritratto di Messina del 1554*, in a cura di U. Soragni, T. Colletta, I Punti di vista e le vedute di città secoli XIII-XVI, Edizioni Kappa, Roma.

[11] P. Del Calleyo, *Angulo Per Barone Agatino Apary (1734), Description de l'Isle de Sicile et de ses cotes maritimes avec les plans de toutes ses fortereses*, Amsterdam.

[12] F. Negro, C. M. Ventimiglia (1992) *Atlante di città e fortezze del Regno di Sicilia 1640*, a cura di N. Aricò, Sicania, Messina.

Strategies for rural settlements and marginal areas regeneration: multiscale and multidisciplinary approach for a systemic process

Fernanda Speciale - Politecnico di Milano, Milan, Italy, fernanda.speciale@polimi.it

Manuela Grecchi - Politecnico di Milano, Milan, Italy, manuela.grecchi@polimi.it

Laura Elisabetta Malighetti - Politecnico di Milano, Milan, Italy, laura.malighetti@polimi.it

Abstract: Depopulation and aging are two factors affecting the future of Europe, mainly in rural areas, where 30% of the total EU population lives. For this reason, lots of international policies encourage local building heritage refurbishment and cultural regeneration projects of minor historic villages, to rebalance and strengthen economic, social, and environmental connections and ties between urban, peri-urban, and rural areas. The research highlight approaches to characterize marginal areas and identify strategies for renovation, starting with a multiscale deep investigation process, a strong collaboration with local communities and stakeholders, and finding out a Vision to translate in objectives and actions. Reuse and refurbishment of historical minor villages is investigated for improving the resilience and adaptation of the building stock, preserving cultural heritage while making it more adaptive to climate change, through the activation of cross-sector sustainable synergies, in a multiscale and multidisciplinary approach, having as reference the case study of Spluga Valley regeneration (Italy). The paper describes methods to recognize the values of pre-existence through the knowledge phase and the indicators, originated from analysis and diagnosis process, to hypothesize new functions compatible with the existing and capable to link the physical renovation to the territory relaunch and the local community.

Keywords: minor historic town centres, reuse, energy retrofit

1. Introduction

The scenario that Europe presents up to now shows a strong tendency towards the centralization of the population in urban areas, causing depopulation of smaller towns, the aging, and the abandonment of the tangible and the intangible heritage of marginal areas, where 30% of the total EU population lives. Moreover, with a consumption of 458 Mtoe in EU territories in 2016, buildings account for 41% of the annual energy consumption [1]; CO₂ emissions related to building energy [2] have increased in recent years, reaching 10 GtCO₂, the highest level ever recorded. The European Green Deal has posed an urgent challenge by requiring a shift in CO₂ emissions, to ensure the EU goals in 2050.

For these reasons, it is necessary to offset the current macro-trend and promote a sustainable development where new emerging post-pandemic challenges become the drivers for implementing regenerative actions beneficial for residents and marginalized social groups, as well as for the protection and safeguarding of the cultural and natural heritage and the development of small and medium-sized businesses through creativity and innovation, hinging on culture and local knowledge [3].

The paper aims to investigate methods to characterize strategic inland areas and small settlements in regions where the fragility of the territory and the built environment affect the social and economic metabolism and to identify strategies and actions for improving the resilience and adaptation of the building stock and preserve the cultural heritage [4].

2. Integrated approach for renovation of rural settlements

2.1. Methodology framework

The regeneration of small rural settlements requires a multiscale and multidisciplinary approach, which involves local communities and resources in a strategic balance; it cannot be tackled separately from integrated regeneration paths of the territories, environments, and landscapes in which they are located and with which they share co-evolutionary processes. Territorial regeneration implies the understanding of complex scenarios and the systematization of multiple challenges whose integrated reading allows to find, through the activation of synergies between sectors and policies, renewed answers for the rebirth of territories where the historic cores are a key resource for redefining the territorial framework to support settled communities [5].

The methodological approach presented in the paper, which is the result of research and experimentation, is based on the actuation of multiple synergies: i) the integration between the different scales of the project that, starting from the comprehension of the context and its resources, leads to the development of territorial regeneration strategies and the identification of the best re-uses; ii) classification and involvement of the different stakeholders in activating co-production and co-design processes of project options but also in the management of the new functions and areas, to guarantee the success of the transformation with long-term strategic visions (Figure 1); iii) find out the best refurbishment techniques starting from a deep investigation of local and rural architecture.



Figure 1. Stakeholders map; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA, Future visions for the valley with the development of the experimental training center in Chiavenna, master thesis.

The definition of the strategic vision is based on transversal approaches and on the ability to recognize resources in the characteristics of the local context, linking together dynamics

related to multiple space-time dimensions, giving responses to local and contingent urgencies and at the same time creating long-term visions competing for the achievement of sustainability objectives on a territorial and global scale [6].

2.2. Strategic component

A strong innovation in design approaches and methodologies is required both in planning and architectural disciplines, strengthening the strategic dimension and the envisioning of places, and integrating the organizational dimension with a design of conscious and adaptive governance processes along the whole transformation process [7].

Criteria guiding the construction of the strategic vision in fragile territories should include:

- new ways of looking at minor historical centers, which allow to find new innovative solutions to local problems enhancing identity aspects based on the values and opportunities of the places' historical, cultural, and environmental heritage;
- spatial flexibility and modularity, both in the interpretation of phenomena and in the construction of solutions, where strategic visions need to seize the opportunities offered by the dynamics of a territorial scale, affecting the micro-scale;
- flexibility and modularity in timing: envisioning implies long-term strategies, but the implementation process must be incremental, giving possibilities to incorporate the change towards flexible scenarios;
- enhancement of these territories from an integrated planning perspective, capable of attributing a crucial and strategic role to the historical rural settlements for the whole country economy [6].

2.3. On field teaching: learn from context and actors' involvement

Rural settlements regeneration requires a detailed assessment of many aspects (historical, cultural, social, economic, and technological), together with the continuous involvement of local communities. About challenges and opportunities for rural settlement renovation mentioned in the previous paragraphs, from the end of 2017 an innovative research and co-design path was promoted by the Lecco Campus of Politecnico di Milano in collaboration with The Chamber of Commerce of Lecco, Lecco Municipality, REsilienceLAB Association and other no-profit bodies promoting research, communication and experts training in environmental policies focused on adaptation and resilience strategies for Lombardy mountain territories. About a hundred subjects were involved in the path (public institutions, networks of local active citizenship, private subjects) included thirty actors from research and design world [8]. Over time several courses of the MSc in Building Engineering-Architecture have been involved in an innovative “in field teaching” with the development of over 30 Master theses, allowing to develop an organic path towards the identification of shared project scenarios through common reflection aspects:

- emerging questions: declining what the current and future needs for regeneration of rural territories and minor historical villages are, inviting actors in working tables to clarify even specific issues then brought back to themes and territorial challenges;
- resources: one of the methodological focuses is the identification of territorial resources forming the basis for strategic regeneration scenarios definition. Heritage includes environmental and ecosystem values, tangible and intangible cultural assets, widespread historical architectural heritage, landscape assets, social and economic resources (such as many initiatives for local promotion and social inclusion or the numerous small and medium-sized enterprises active in different sectors);

- opportunities: the sharing of local initiatives and the example of good practices implemented by other comparable territories gives the possibility to share and imagine opportunities and synergies capable of connecting challenges and resources. So, for example involving promoters of innovative practices linked to the regeneration of mountain areas, to the development of new sustainable and experiential tourism forms, to the enhancement of local culture and the memory of places, to the activation of circular economies, ecosystem services, etc. [5].

From the dialogue with and between the actors involved, it emerges that rural settlements regeneration must be based on a complex approach capable of re-building the deep relationship between environmental resources, cultural and landscape values, and established communities to activate new alliances capable of building renewed identities of those territories [9]. The main themes identified deal with:

- The communities and the centrality of the social dimension, both to guarantee services to the community to ensure stays and attract new inhabitants and, for the role of resource of the established communities, to build new identities by integrating the new inhabitants;
- Sustainable and integrated tourism is a viable opportunity, if strongly oriented towards forms of enhancement of widespread cultural, environmental and landscape resources which must find the opportunity for effective networking and system;
- Education, to create a new network of competence centers that consider the territory as an open-air laboratory, a place of sensitive experimentation in which different interests, disciplines and scales intersect; incubators of ideas and innovation to exercise a propulsive role for the economy and the future, stimulating the birth of new forms of entrepreneurship and high-quality creative craftsmanship. These principals contribute to attract students and researchers, interested in learning new topics in innovative ways, and professionals and experts, coming from public and private institutions, to start long-term collaborations of talents and new creative class, developing a flow of knowledge and skills both in and out [10]. Therefore, in addition to the enhancement of traditional productions, other axes of strengthening the economic structure can be identified in circular economies and the reactivation of production chains connected to agroforestry productions. In this sense, opportunities arise to reactivate production chains connected with the construction sector (innovative materials or innovation of traditional building materials based on circularity or the use of natural materials) [11].

3. Case study: Spluga Valley and educational Hub in Chiavenna

3.1. Methodology framework

Spluga Valley is an alpine territory which constitutes the extreme northern offshoot of Lombardy towards Switzerland, starting from Chiavenna and ending, after 32 kilometers, with the Spluga pass. The vast area considered is included in an altimetric range from 330 to 3,279 meters above sea level and is entirely part of the Mountain Community of Valchiavenna [12]. Furthermore, it has been defined as Internal Area of the Italian territory, subject to the policies of the National Strategy addressed to it [13]. There are four municipalities that directly overlook the Spluga Valley. The valley is crossed, from south to north by the last stretch of the state road SS36 of Lake Como and Spluga, which leads from Milan to the pass with Switzerland, while in Chiavenna the railway network culminates with the terminus station. There are countless agro-forestry-pastoral routes that branch off from the valley to connect municipalities or to create suggestive cycle-pedestrian and trekking routes. As a mountain territory, it has related orographic, morphological, and hydrological problems, but the fact of being a frontier territory, straddling the two economic and commercial polarities in

Switzerland and Lombardy, favors the potential for each intervention proposal to develop also in a perspective of international and multicultural collaboration, which further consolidates the relationship and exchange between the various European communities that overlook it and confront each other. Analysis of this territory, carried out through fact-finding surveys, questionnaires, field meetings, GIS data mappings, etc., led to the development of a vision and a renovation strategy that involved the four municipalities, tying them together through sustainable mobility implementation strategies, educational centers and the enhancement of the existing heritage. To validate the strategy, we practiced it on a case study, the most emblematic and the one with the best prerequisites for activating the territorial strategy [14]. So, the process went down to the urban and building scale, reiterating the process of analysis, diagnosis and design choices already implemented on territorial scale, to develop a refurbishment project in a holistic view that would act as a pole of attraction for the launch of the Valley strategy. In the third and last phase, the conclusions of this experimentation were expressed in guidelines designed to allow the repetition of this process. The research process thus returns to the territorial scale, strengthened by local experience, to start again by triggering the design of the subsequent interventions hypothesized (Figure 2).



Figure 2. Research project path; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

Firstly, the state of art and the current prospects for mountain and inland territories were investigated, made up of policies, incentives, regional and national plans, as well as studying and putting us in contact with similar realities taken as case studies.

Since each of these realities poses specific problems, it is necessary to identify them, discover the needs as well as, obviously, the opportunities. The process of analyzing the heritage of a large-scale territory is particularly complex. The expression “heritage” is not limited to the traditional meaning of the term, but rather the set of those tangible and intangible values that belong to a community and that guarantee the safeguarding of the identity traits of a territory and the communities that inhabit it, giving a sense of continuity, and encouraging respect for diversity, creativity, and sustainable development [15]. For this reason, maps of the Spluga Valley heritage have been developed through nine themes: landscape and naturalistic heritage, built heritage, mobility, production chains, historical and cultural assets, communities, services, tourism, education, and research. The first pieces of information collected through a careful examination of the Territory Government Plans of the four municipalities, were implemented by studies conducted on GIS data, socio-economic surveys based on Istat data, as well as in field analyses and continuous contacts with local actors.

As a summary of the maps, the strengths and opportunities are illustrated, i.e. those elements of the territory that can favor and help the project strategy, but also the weaknesses and threats,

which instead represent the constraints to which the project could be subjected (SWOT analysis). An identity map summarizing the previous ones is created, which contains all the characteristic features of the individual municipalities of the valley (concept map). As a synthesis, it collects the significant and long-term elements that characterize the different municipalities, representing their identity, an essential starting point for building a strategy for the valley knowing how to respect and enhance the specific vocation of each of them.

3.2. Large-scale strategic dimension

The guidelines of the preliminary territorial project now began to be outlined, starting from the vision up to its translation into specific actions, passing through the objectives that lead to the choice of solutions to be subsequently translated into the Masterplan. Here follows the Noos (Not only one solution) process described by Danilo Palazzo: the designer's objectives and strategies are united under a single term: choices [16]. These objectives are not the direct transposition of the requests of actors and territory, but the conditions are established through the elaboration of a set of ideas, images, writings, and graphic symbols, summarized by the word "Concept". First, a list of a few objectives was drawn up; it included several strategies and actions related to them and localized in the territory. This led to the definition of a project Vision, a motto that communicates in a few words the set of objectives, prefiguring the image of how the territory could appear in the future. Starting from the specifics of the territory, and in contrast to the current strong tendency towards polarization, the aim of the strategy is to create a physical and relational network to systematize all the elements of the territory together with a set of interventions to be carried out, aimed at expanding the educational offer of the valley. Indeed, in such fragile territories, a single intervention without the support of the other realities would not have the necessary strength to start a real relaunch. The strategy intends to build a widespread educational system which must provide for a connection among the individual elements; the enhancement of the state road 36 is proposed as effective and sustainable connective element: various actions are intended to improve accessibility towards sustainable mobility: car-sharing stations, panoramic viewpoints with charging stations, strengthening of public roads with multifunctional shelters and a general improvement of accessibility for the disabled, shared mobility incentives. Moreover, slow-moving paths intertwine and adequate maintenance of the existing historical-landscape paths, e-bikes in the inhabited centers and a system of equipped rentals, bike parks, autonomous rental stations, electric bicycles, with a mapping service for cycle paths and footpaths, integrating them into a system with simple smart technologies. Interchange nodes are fundamental, such as the railway station in Chiavenna, where a bike station is provided with a rental point for tourists (Figure 3).



Figure 3. Concept view of bus stop and belvedere with interactive tools; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

Several Spots have been identified that could trigger a series of repercussions throughout the territory, multiplying the usefulness of the single intervention, aimed at the well-being of communities, occasional users and, above all, the natural and landscape environment of the valley. The interconnection of these Spots is the key to optimizing the strategy, as the single intervention is extremely strengthened by the relationship with the whole system. The strategy chosen is a widespread Mountain Academy, which encourages the system of flows and skills in the valley through the innovation and digitization, enhancing the resources of the territory and allows them to be relaunched in full respect, studying it carefully to always propose ad hoc solutions. Knowledge is the tool given to the valley to self-manage and self-regenerate without seeing predetermined functions descended from. The creation of new research, educational and innovation centers, spread throughout the valley, is only part of the interventions necessary for the strategy. Many actions identify the pre-existence of natural resiliencies in the territory that become fertile ground for the grafting of sustainable projects, the purpose of which, like acupuncture, is to bring greater authenticity, better liveability, and a sense of well-being to the whole body of the valley [17] (Figure 4). To identify the priorities, those areas of emergency that require imminent intervention were carefully sought, to include them as Spots within the valley strategy. Therefore, we first examined the areas of urban transformation; the sorting process starts from the desire for zero land use, so from the exclusion of currently undeveloped land in which a new construction process is envisaged; the choice and consequent cataloguing focused on transformation areas, currently abandoned: all provide for the refurbishment of existing volumes, with a possible limited increase, and the introduction of tertiary, craft and cultural functions for leisure and education. The choice also considered the availability of the property. Based on municipalities identity map developed, a restoration area was chosen for each one and analyzed to find the best solutions to be installed for the widespread mountain academy: i) functions and activities foreseen in the first Spot in Chiavenna intend to study the territory and the built heritage, to be able to develop new techniques for the reuse and restoration of many of the emergency areas present in the valley; ii) in San Giacomo it is planned to create a single consortium to manage the wooded heritage of the valley in a shared and unified manner, allowing a sustainable and responsible use of the area's environmental resources; iii) the A2A School educational project, launched in recent years and consisting of various initiatives and training courses mainly about hydroelectricity, an important source of energy for the valley, is included in the strategy [18]. The Accademia network needs structures able to host students, visitors, and professionals, thus fostering a flow of knowledge and skills and promoting dialogue and personal exchange. Finally, a training school for specialized reception figures is provided in the touristic side of the valley.



Figure 4. Zoom of the territorial strategy masterplan; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

The promotion of the territory is configured as a storytelling, narrating its history through experiences, capable of transmitting its Genius Loci, the particularities that make it different and recognizable. For these reasons, it is necessary to create a unique and original brand, which narrates the territory, and which carries out a unifying action of all the heritage. Interventions underline the importance of creating synergistic networks between mobility infrastructures, between nodes and poles, so that they communicate and collaborate with each other, as well as networks of common support between companies, local actors, institutions schools and communities. To map and classify this stakeholders, three categories are considered: public, private profit and non-profit actors. Involvement concerns different phases of the project development process, generally summarized in the following four: design, implementation, management, and use. The management aspect no longer refers to the practical aspects related to the maintenance, but is increasingly integrating the organizational, monitoring and promotion needs, activities in which private individuals play more and more important roles to keep the interest in the project and its use. Finally, to evaluate the sustainability of the strategy, we choose the 2030 Agenda SDGs as indicators, indicating for each action to which goals it was linked.

3.3 Refurbishment and reuse of the built heritage - knowledge and intervention strategies

For choosing the intervention area to be designed, a matrix was developed that considered the best predispositions, potentials, and the impact on the strategy of each proposed intervention. Therefore, the case study is also the pilot intervention, the one with the best assumptions both in terms of feasibility and from the positive impact it could generate in the valley, acting as a trigger. We proceeded with a more in-depth analysis of the city and the intervention area, producing an urban SWOT for environment, mobility, services and buildings. Urban design envisages the systemic redevelopment of an important part of the city, triggered by the creation of the new educational hub, capable of giving importance and relevance to the other areas of transformation considered. A project to mend the urban texture, with thematic itineraries, industrial archeology itineraries, cycling and hiking trails. The flexibility of the different access to the area is also guaranteed by the circuit configuration assumed by the flows and the hyper connection of them. The historical analysis of the area was fundamental: to recognize the phases in which the different areas were built, the value of the same and the old destinations of use, producing data sheets of the individual buildings with an evaluation of the state of conservation, has allowed a first screening for the evaluation of the maintenance or not of the buildings and of the possible uses. Even at this project scale, a SWOT analysis was used [19]. The survey of the state of conservation, geometric material, and decay through adequate instrumentation, proved to be an important operation of reading, cognitive investigation, and research, aimed at identifying the origin of the buildings, the vicissitudes undergone, their transformations and any anomalies and inconsistencies (Figure 5). Decay and pre-diagnosis sheets were produced to trace the causes of the degradation. Finally, the technological survey highlights the construction systems and the technological elements of each building, to devise the best refurbishment solutions [20].

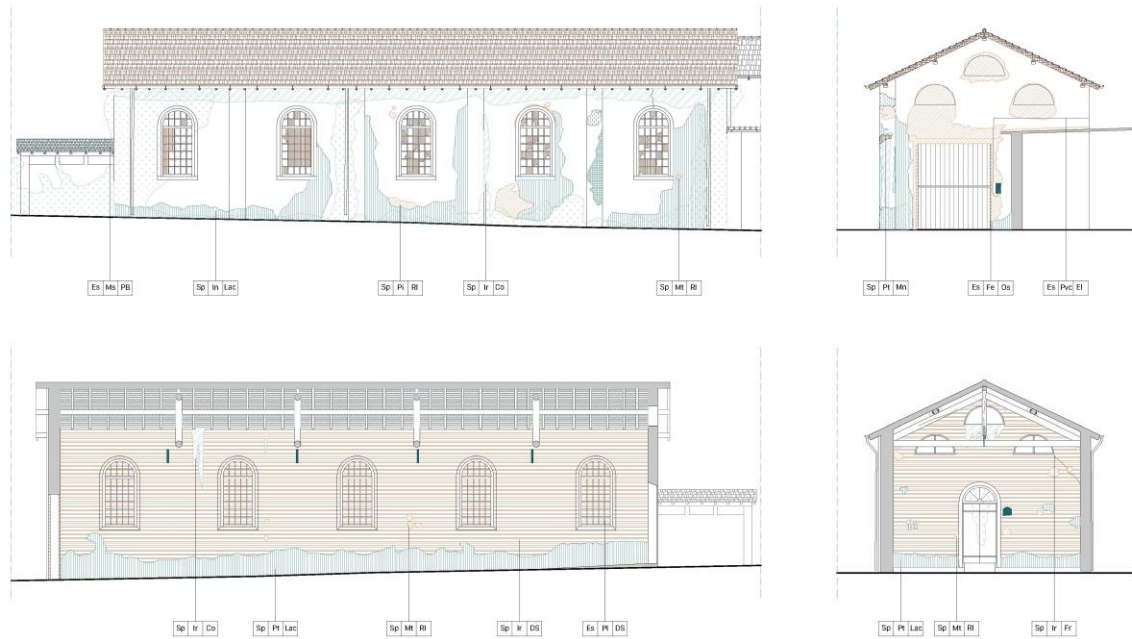


Figure 5. Decay survey example; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

Simultaneously, a meta-design phase was carried out to investigate the best use destinations for the area, in addition to the macro-destination of the educational hub. The goal is to characterize it with multifunctionality, pluri-circularity and visibility to activate a positive, continuous and lively presence in the area. The potential users, periods, and hours of use of the area were analyzed based on the activities chosen (hourly maps), a functional organization chart based on the educational function but complete with other satellite sub-functions that allow the continuous use of the area and flows analysis. We also mapped possible partners who can activate courses and workshops with the center such as territorial schools, local artisans for know-how, territorial businesses, and local companies. An analysis of case studies with similar functions and boundary conditions was carried out, eg Valldaura Labs, a Self-Sufficient Habitat Laboratory, promoted by the Institute for Advanced Architecture of Catalonia and located in the Collserola Natural Park in Barcelona [14]. The approach adopted is holistic, so the systemization of the various aspects of the project becomes the very strength of the intervention: we prefigure few values such as sustainability, quality of life and useful innovation and specific strategies, such as the diversification of functions, different refurbishment approaches, spaces and time flexibility, passive strategies adoption, residual performance implementation, use of dry mortarless construction techniques, use of renewable energy sources and self-sufficiency of the area, strong relationship with context and increase of biodiversity (Figure 6).

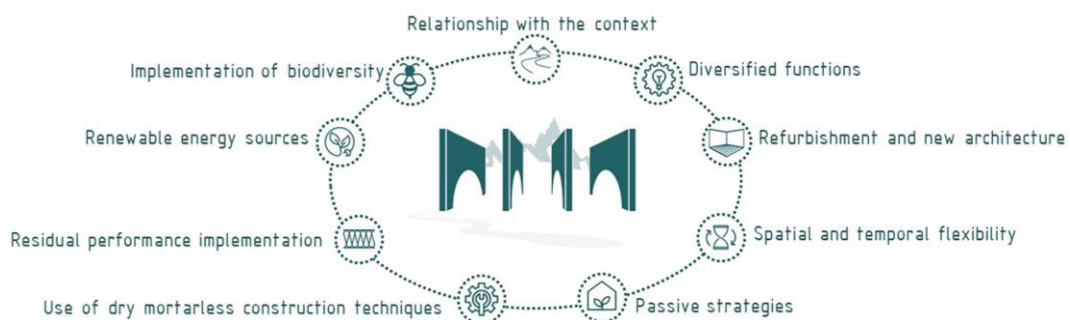


Figure 6. Strategies adopted in design process; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

The masterplan is the translation of all these identified values, combining the two souls of the area, the rigid industrial one of buildings opposed to the soft and fluid one of the surrounding nature, emphasized and recalled by us with new sinuous paths. Thanks to the analysis campaign, we recognized the different value of the buildings and the natural context in which they are inserted, preferring the opening towards the surrounding natural elements, and imagining the area as the attack on the ground of the mountain and consequent accompaniment towards the river, making nature mistress intervention (Figure 7).

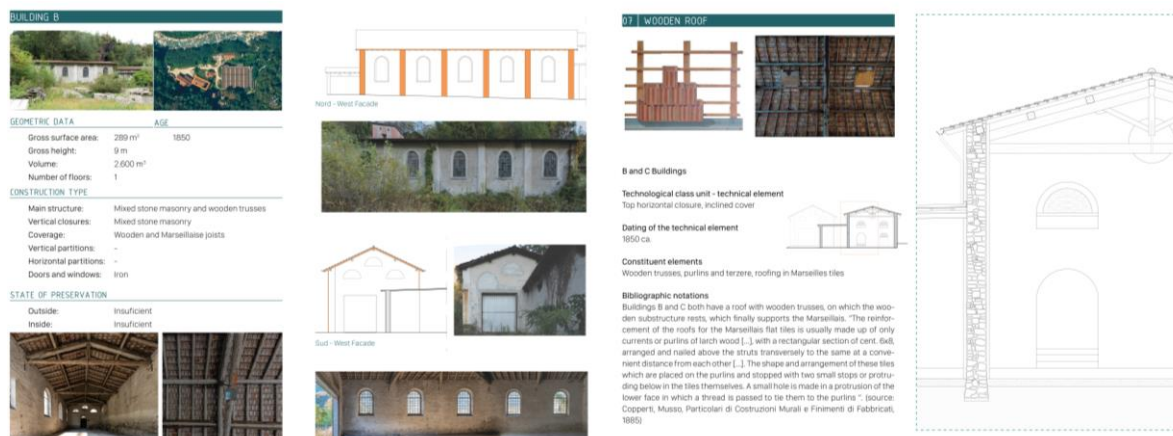


Figure 7. Building data card and Technological sheet; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

The intervention strategies were different based on the different configurations of the buildings present: the demolition of the smaller and superfluous buildings was foreseen, we proceeded with different refurbishment strategies, one more conservative than the other, alongside a new construction, all in terms of modularity, flexibility, integrability and permeability towards the context, locating inside in rigid blocks all the auxiliary services. All buildings have been designed as flexible and reconfigurable, according to principles of the territorial strategy: a flexibility that is declined both at the distribution and compositional level. For example, the different housing developments, designed in the two sheds intended for co-living functions, which develop around a central core and allow different configurations, give life to countless types of rooms, thanks also to the consolidation technologies used, such as a new internal structure in Xlam independent of the existing masonry, consolidated and insulated internally by implementing the residual performances. Wood fiber internal panels have been used to achieve new required performances, while masonry has been consolidated with connection beams in foundations and reinforcement of the roofing to create a rigid plan (Figure 8).

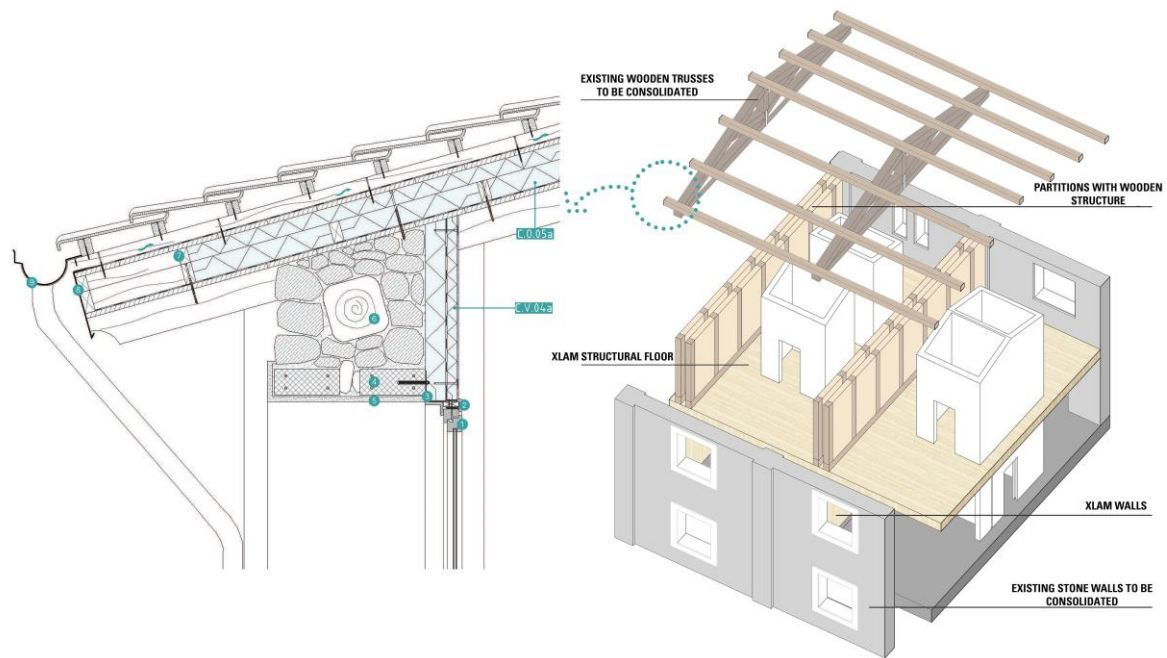


Figure 8. Technical detail of roof intervention - Exploded axonometry of the intervention with Xlam technology for box in the box strategy; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]ISING SPLUGA

Only local materials have been chosen, such as wood and Spluga stone, deriving from the traditional constructions of Valchiavenna, mapping the neighbouring producers. The flexibility of the spaces is made possible thanks to sliding panels or packable glass partitions, completely closed in the most frequent configuration of courses and workshops, and completely open in the case of large events and festivals. In the main building, all the furnishing elements, systems and the structure are integrated into dry technologies. The structure, transformed in 1980 with impacting concrete elements, is hidden but entirely reused, evaluating the residual performances through a diagnostic campaign, and implementing them, introducing a foundation grating to connect the existing plinths and a steel framework. We decided to reuse the prefabricated roof tiles, dismantling them to replace with a green roof but reusing them as urban furniture in the square (Figure 9). Given the strong naturalistic context, the landscape project was also a restored intervention, reintroducing local essences to implement area biodiversity and developing different microclimates through experimental urban gardens and the riparian shore renaturalized through selective replacement. To ensure user comfort, all passive strategies to minimize consumption have been studied, such as the strategic positioning near the facade of deciduous trees and the exploitation of the greenhouse for thermal comfort and natural ventilation of the rooms. All this was quantified by inserting the BIM model inside the Edilclima certified software, with which, through the transmittance of the packages, and the internal contributions, we were able to estimate the summer and winter energy needs of the building, which was already in energy class A4 and classified as NZEB. For the complete achievement of internal comfort, an all-air system was chosen, to ensure that the building result as all-electric, and to exploit as only source the electricity produced by the photovoltaic panels and by the mini hydroelectric plant, reusing the historic hydroelectric plant present in the area since 1883, to underline the importance of enhancing the vocation of the areas in which we operate. We implemented the least possible intervention while maintaining the original characteristics of the plant, located in an artificial derivation not affecting the river course, reducing the concession flow rate and replacing the turbine, settled on the primary energy demand not covered by the photovoltaic. Finally, we imagined to partially store the excess

hydroelectric energy supply, but mostly to give it to neighbouring public schools to underline how the intervention is aimed at supporting the community in all senses.

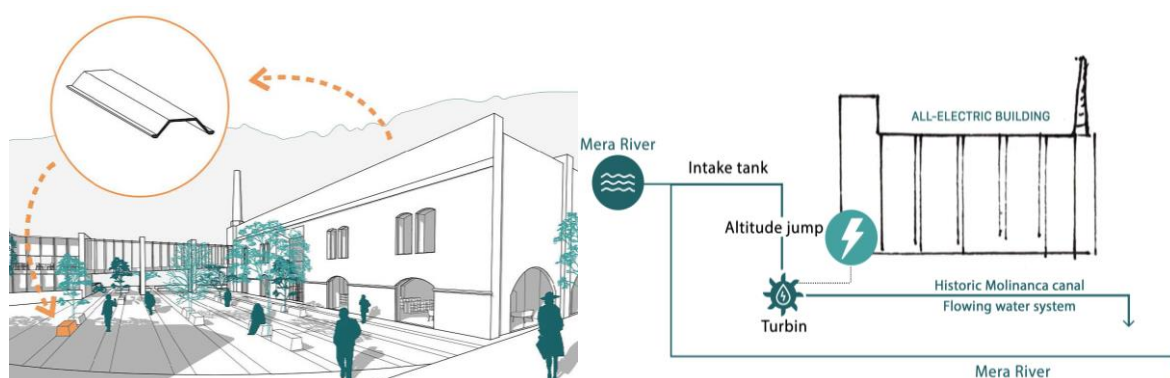


Figure 9-10. Schematic view of roof tiles reuse; Operation diagram of the reused hydroelectric plant; source: F. Speciale, A. Fassi, R[A]JISING SPLUGA

4. Conclusions

Nowadays it is clear how marginal areas have considerable potential economic development because here are the fundamental resources and potential to guarantee long-term visions period of ecosystem rebalancing based on material and immaterial cultural values in a context where the territorial capital is very considerable. The regeneration of this territories must face complex and urgent challenges, requiring a radical change of approach that shifts attention to the process as an object and project act, ensuring the success of the transformation over time and the improvement of contexts towards lasting and sustainable scenarios. The research path highlights the importance of the knowledge phase to find out the best specific solutions for each reality, to put in a systemic strategic plan of renovation. The path has investigated and analyzed different scales and areas, starting from the territorial one, passing through the urban one and finally arriving at the local of the building intervention, developed highlighting the history, the social and economic context, the landscape, and the physical consistency of the place. The approach adopted is holistic, multidisciplinary, and participatory, first applied to the general territorial context and subsequently on a particular solution to extrapolate guidelines flexible and replicable for other interventions in Valley.

References

- [1] M. Rousselot and K. Pollier, (2018), “Energy efficiency trends in buildings,” *Odyssee-Mure, Policy Br.*, 4 June, pp. 1-4.
- [2] Eurostat, (2017), ESA 2010 “Emissions of greenhouse gases and air pollutants from final use of CPA08 products - input-output analysis” data explorer.
- [3] PNRR Borghi (2022), Ministero della cultura, Avviso pubblico per la selezione dei progetti.
- [4] European Parliament (2016) EU strategy for the Alpine region, European Parliament resolution of 13 September 2016 on an EU Strategy for the Alpine region (2015/2324(INI)), P8_TA-PROV(2016)0336.
- [5] L.E. Malighetti, A. Colucci (2019) Strategies for small town centres regeneration: proposal for Mondonico Village, in Pierfrancesco Fiore e Emanuela D’Andria, STC2019

Small towns ... from problem to resource. Sustainable strategies for the valorization of building, landscape and cultural heritage in inland areas. Book of abstract, Small Towns Conference 2019, University of Salerno, Fisciano, Italy, 19-20 September 2019, CUA Cooperativa Universitaria Athena, Fiscinano, pp. 1-10.

[6] L.E. Malighetti, A. Colucci, M. Grecchi (2022) Percorsi/approcci complessi per la rigenerazione del patrimonio di archeologia industriale: attivare sinergie multidimensionali tra scale, discipline e processi, in Edoardo Currà et alii (a cura di), Stati Generali del Patrimonio Industriale 2022, Marsilio Editori, Venezia, codice identificativo 9.1.8., pp. 1-16.

[7] A. Galderisi, A. Colucci (2019) Cities Addressing Climate Change: Hindering Factors and Seeds of Innovation in Current Urban Climate Strategies, «CRIOS», n. 17, pp. 85-94.

[8] E. Malighetti, A. Colucci, a cura di (2015), Il Recupero dei nuclei storici minori. Il caso di Premana /Regeneration of small town centres. The Premana casa study, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna.

[9] L. Kebir, O. Crevoisier, P. Costa, V. Peyrache-Gadeau, edited by (2017), Sustainable Innovation and Regional Development: Rethinking Innovative Milieus, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.

[10] M. Cucinella, a cura di (2018), Arcipelago Italia, Progetti per il futuro dei territori interni del Paese, Quodlibet, Macerata, pp.172-174.

[11] L. E. Malighetti, Strategies and methodologies for the regeneration of small historical town centres: the Mondonico case study, in E. Rosina & L. Scazzosi (Edited by), The conservation and enhancement of built and landscape heritage a new life for the ghost village of Mondonico on Lake Como, PoliScript, pp. 223-232.

[12] Studio Quattro, Comune di Madesimo (2011), Relazione tecnica, in Piano di Governo del Territorio, Madesimo, p. 9.

[13] G Dematteis (2013) Montagna e aree interne nelle politiche di coesione territoriale italiane ed europee, Territorio, n. 66, Franco Angeli, Milano, pp. 7-15.

[14] F. Speciale, A. Fassi (2020) R[A]ISING SPLUGA, graduation thesis, rel. Malighetti L.E., Politecnico di Milano, Scuola di Ingegneria Edile-Architettura, A.A. 2019/20.

[15] <https://www.minambiente.it/pagina/definizione-di-patrimonio-culturale-immateriale>

[16] D. Palazzo (2008), Urban Design, Un processo per la progettazione urbana, Mondadori, Pomezia, p.133.

[17] M. Casagrande, A. Parsons (2015), Urban Acupuncture, Oil Forest League.

[18] <https://www.a2a.eu/it/sostenibilita/a2a-scuola>

[19] L.E. Malighetti (2016) Methodologies and strategies for small town centres regeneration. Architecture between tradition and innovation: the Swiss architects case study of Wespi de Mueron Romeo Architetti, Techne. n. 12, Firenze University Press, Firenze, pp. 112-121.

[20] L Zordan (2002) Tipo, Tecnica e progetto nella conservazione dei tessuti storici, in AA. VV., Le tradizioni del costruire in pietra: materiali, tecniche, modelli e sperimentazioni, Gruppo Tipografico Editoriale, l'Aquila, pp. 7-28.

[21] <https://iaac.net/research-departments/valldaura-self-sufficient-labs>

Spazi, società, università: per una rinnovata didattica del restauro. Il caso studio dell'Amideria Chiozza

Spaces, society, university: for a renewed teaching of restoration. The case study of Amideria Chiozza

Marin Alessandra – University of Trieste-Department of Engineering and Architecture, Trieste, Italy, e-mail: amarin@units.it

Pratali Maffei Sergio - University of Trieste-Department of Engineering and Architecture, Trieste, Italy, e-mail: pratali@units.it

Abstract: This essay describes the innovative aspects of the didactic activities promoted by the Master Course in Architecture of the University of Trieste in the teaching of restoration and enhancement of the regional historical-architectural and territorial heritage, focusing attention on a case study of absolute importance: the former Amideria Chiozza factory in Ruda, in the Friulian lowlands, Italy. A case study of reuse and restoration of an important industrial archeology complex, founded in 1865 and active for over a century, the only starch factory in Europe still in possession of the original production system and machinery. Here it is demonstrated that an integrated design approach (from a disciplinary point of view) and an inclusive attitude (in the intervention choices) can promote virtuous and successful processes. This type of processes can be differentiated from many cases of restoration that we can find today in our cities and territories, unable both to protect the complex system of values that are present in a patrimonial object, and to avoid forms of banal relocation on the real estate market.

Keywords: industrial heritage, integrated design of the restoration, ecomuseum, public-private partnership, territorial sustainable redevelopment

1. Restaurare il patrimonio industriale in una regione “speciale”

Tenendo fede alla sua condizione di regione “speciale”, ovvero dotata come molte delle regioni confinarie italiane di uno statuto che la differenzia dalle regioni a statuto ordinario, il Friuli Venezia Giulia ha nel corso del tempo elaborato strumenti di intervento sul proprio patrimonio culturale innovativi e spesso anticipatori di tendenze in seguito sviluppate anche in altre regioni o a scala nazionale. In particolare, appare chiaro l'interesse per il patrimonio storico, culturale e territoriale che ha segnato le profonde trasformazioni cui la regione è andata incontro nel XIX e XX secolo e con esso per quello legato all'*industrial heritage*. Un patrimonio che – come è ormai riconosciuto da alcuni decenni da geografi, storici, architetti e urbanisti – non è fatto solo di luoghi del fare, di fabbriche e di infrastrutture produttive, ma di un insieme di beni, materiali e immateriali, che hanno composto nel tempo paesaggi industriali (e industriosi) di grande interesse, oggi possibili volani per nuovi percorsi di sviluppo locale (Dansero, Emanuel, Governa 2003).

Il Friuli Venezia Giulia diventa quindi nel 1997 una delle prime regioni italiane ad approvare un'apposita legge di tutela e valorizzazione dell'archeologia di industriale – la legge regionale 24/1997, *Norme per il recupero, la tutela e la valorizzazione del patrimonio archeologico-industriale della Regione Friuli-Venezia Giulia* – che ha assicurato per anni un quadro di coerenze in merito alla conoscenza, tutela, valorizzazione dell'*industrial heritage* regionale.

A partire da questo strumento si sono sviluppati vari progetti di catalogazione, confluiti nei sistemi informativi regionali, e in seguito si sono attivate forme di finanziamento su fondi strutturali europei, che hanno portato al recupero di alcune tra le più rilevanti realtà del patrimonio industriale regionale: diversi edifici del Porto Vecchio di Trieste, la centrale idroelettrica di Malnisio (PN), la città industriale di fondazione di Torviscosa (UD) e il villaggio operaio di Panzano a Monfalcone (GO) (Bortolotti 1988; Marin, Duria 2009; Benedetti, Ciacci, Gortan 2008; Valcovich, Gadaleta 2018; id. 2019). Un percorso di valorizzazione lineare, basato sulla classica distinzione in tre fasi (conoscere, comprendere, intervenire), che però ha dato prova di scarsa adeguatezza poiché non solo ha interessato una piccola parte del patrimonio – certo a causa della sua ampiezza e complessità – ma ha anche spesso scarsamente sviluppato alcuni aspetti rilevanti del progetto di tutela, restauro e riuso di questi beni culturali. In primis la capacità di indagare (e riattivare) le relazioni con la comunità locale e quella di adottare metodi di progetto e intervento che sappiano mettere in luce le diverse stratificazioni e sfumature di senso di un bene culturale di questo tipo.

Per dare il necessario rilievo alle forme di intervento proposte, fondamentale è il ruolo della formazione universitaria degli architetti chiamati a compiere le operazioni di restauro e valorizzazione e il rapporto tra Università e territorio. Per questo motivo appare rilevante il percorso svolto da oltre un decennio nei Laboratori di Progettazione Architettonica e Urbanistica del Corso di Laurea in Architettura dell'Università di Trieste, che si occupano del patrimonio costruito e territoriale esistente. In questi Laboratori, e ancor più nei diversi insegnamenti di Restauro, sono stati proposti agli studenti temi progettuali individuati sulla base delle richieste provenienti dagli enti locali e, più in generale, dalle comunità e associazioni locali.

Spesso tale impegno, travalicando l'ambito dei percorsi formativi, si è tramutato in collaborazioni istituzionali tra l'Ateneo (o il Dipartimento) e i diversi enti territoriali, portando più volte sia allo stanziamento di risorse finanziarie che a successivi ed effettivi interventi di restauro e valorizzazione, anche grazie al nostro contributo scientifico, mentre al contempo l'attività di docenti e studenti universitari ha costituito uno stimolo, in termini di attenzione, per i cittadini, che hanno riscoperto beni architettonici appartenenti alla loro storia e cultura.

Scopo di questo contributo è quello di porre in evidenza gli aspetti innovativi delle attività formative promosse dal Corso di Laurea in Architettura di Trieste, nel campo della didattica del restauro e della valorizzazione del patrimonio storico-architettonico e territoriale regionale, focalizzando l'attenzione su un caso studio di assoluto rilievo, quello dell'Amideria Chiozza a Ruda, nella bassa pianura friulana. Un caso che può ben dimostrare come un approccio integrato dal punto di vista disciplinare e inclusivo in termini di costruzione delle scelte d'intervento possa promuovere processi virtuosi e di successo. Processi che si sanno differenziare da molti casi di restauro che si possono incontrare nelle nostre città e territori, incapaci sia di tutelare il sistema complesso di valori che si stratifica in un oggetto patrimoniale, sia di dare ad esso nuova vita a prescindere da forme di banale ricollocazione sul mercato immobiliare, ma che si dipanano rispettando piuttosto il patrimonio stesso e le sue plurime identità, insieme al diritto delle comunità locali di fruire di beni ormai divenuti simbolo e patrimonio comune della collettività.

2. Un metodo di lavoro

Come già anticipato, i temi di progetto proposti dai laboratori e dai corsi dell'Università di Trieste dedicati all'intervento sul costruito sono molteplici, ma comunque finalizzati a una forte ricaduta sul territorio dell'attività didattica e a far sperimentare agli studenti un percorso

formativo che li metta in contatto con il reale contesto operativo e le esigenze di una pluralità di attori.

Tra i diversi temi affrontati negli ultimi anni accademici molti si situano a Gorizia, dove si trova la sede operativa del nostro Corso di laurea, e l'attenzione sollevata su questi luoghi ha costituito un importante volano per la loro riconversione e il recupero di spazi spesso da tempo negletti: il complesso seicentesco di villa Louise, destinato oggi a diventare incubatore di imprese culturali e creative; l'ex sanatorio (o pneumologico, destinato in origine alla cura delle malattie respiratorie), futuro ospedale e casa di comunità; l'ex ospedale psichiatrico, oggi parco Basaglia, oggetto di un ampio intervento di rigenerazione urbana (Lombardi, Pratali Maffei 2013; Guaragna, Pratali Maffei, Scavuzzo 2019).

Ma le nostre proposte, che cercano di coniugare attività formative, di ricerca e di *public engagement*, hanno spaziato in questi anni anche in altri territori urbanizzati, tra i più interessanti da un punto di vista storico e culturale, tra questi: il Porto Vecchio di Trieste, forte Marghera a Venezia, il castello di Gradisca, in provincia di Gorizia, e l'ex Amideria Chiozza a Ruda, in provincia di Udine (Marin, Pratali Maffei 2017).

La peculiarità del percorso formativo dell'Ateneo di Trieste, destinato a formare i nuovi architetti, riguarda la scelta di integrare i corsi di Restauro prevalentemente all'interno di Laboratori multidisciplinari, dove la pratica del progetto si sviluppa affrontando i temi proposti attraverso il contributo e il confronto tra i diversi insegnamenti previsti.

In particolare, mentre al terzo anno del percorso, nell'ambito del *Laboratorio di progettazione architettonica III*, nel corso di *Restauro architettonico 1* vengono acquisiti i principi e gli strumenti metodologici specifici del progetto per l'esistente, al quarto anno, nel *Laboratorio di progettazione architettonica IV* (corso di *Restauro architettonico 2*) vengono proposti e affrontati temi più complessi, che mettono in gioco aspetti diversi e maggiormente articolati, consentendo di affrontare il progetto alle sue diverse scale: territoriale, architettonica, strutturale e costruttiva. Infine, nel *Laboratorio di progettazione integrata della città, del territorio e del paesaggio*, al V e ultimo anno, è previsto un corso di *Restauro e rigenerazione del patrimonio costruito*, che dialoga con altri tre moduli: *Progettazione integrata per la città e il territorio resilienti*, *Ecologia del paesaggio e sostenibilità ambientale* e *Valutazione ambientale e gestione del paesaggio*.

In questo contributo vogliamo approfondire in particolare l'attività del *Laboratorio di progettazione architettonica IV*, che risulta articolato in tre moduli: *Restauro architettonico 2*, *Composizione architettonica 4* e *Problemi strutturali dell'edilizia storica*. L'interazione tra queste diverse discipline, che va intesa anche come propedeutica ai laboratori conclusivi di progettazione integrata del quinto anno e al possibile sviluppo della tesi di laurea, costituisce un elemento caratterizzante del percorso formativo, portando gli studenti, che lavorano in piccoli gruppi, a sviluppare e proporre soluzioni progettuali che rispondano alle istanze provenienti dagli enti territoriali e dalle loro comunità e che al contempo risultino effettivamente praticabili da un punto di vista tecnico ed economico.

All'interno del Laboratorio, il corso di *Restauro architettonico 2* si pone l'obiettivo di affrontare la fase propedeutica di lettura e interpretazione del bene oggetto dell'esercitazione progettuale, individuandone, alle diverse scale, le criticità e le potenzialità, gli elementi caratterizzanti e identitari, che in ogni caso è necessario conservare, e quelli invece soggetti a una possibile trasformazione, per giungere così a definire la vocazionalità, intesa quale possibilità di rifunzionalizzazione compatibile con le qualità specifiche del complesso architettonico e del suo contesto.

Acquisite poi, parallelamente, le indagini preliminari sulle caratteristiche formali e strutturali, nonché del contesto urbano e territoriale, il progetto complessivo di conservazione e rifunzionalizzazione del bene viene sviluppato contestualmente dalle tre diverse discipline coinvolte.

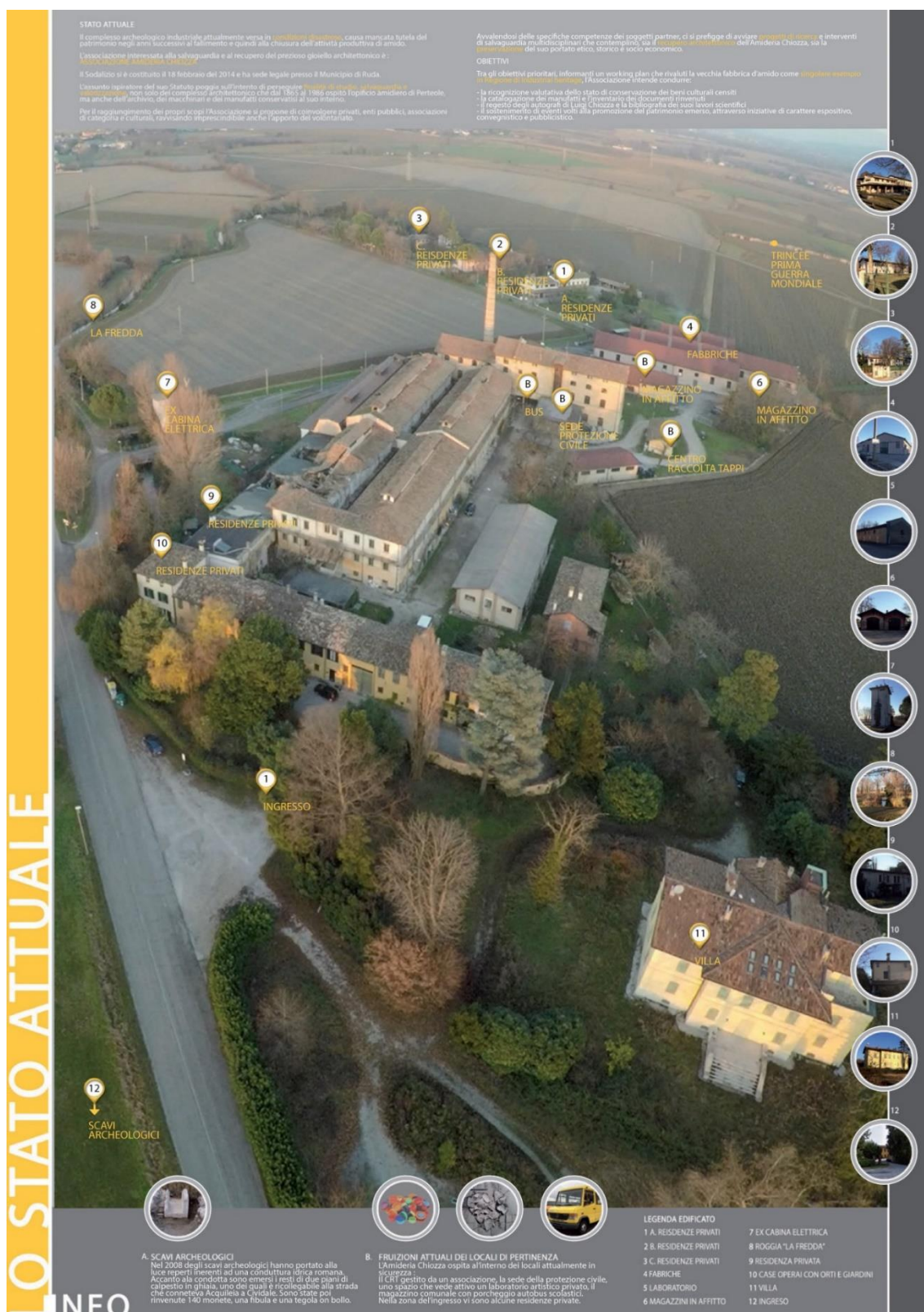


Figura 1. Gli elementi del complesso dell'ex Amideria Chiozza. Dalla tesi di laurea magistrale in architettura di Giulia Piovesan, Università degli Studi di Trieste.

Questo è stato il percorso che ha caratterizzato anche gli studi e le proposte definite per l'ex Amideria Chiozza, anche se, ovviamente, ogni architettura presenta le sue peculiarità, motivo per il quale il percorso progettuale, qui sommariamente delineato, assume ogni volta un carattere diverso.

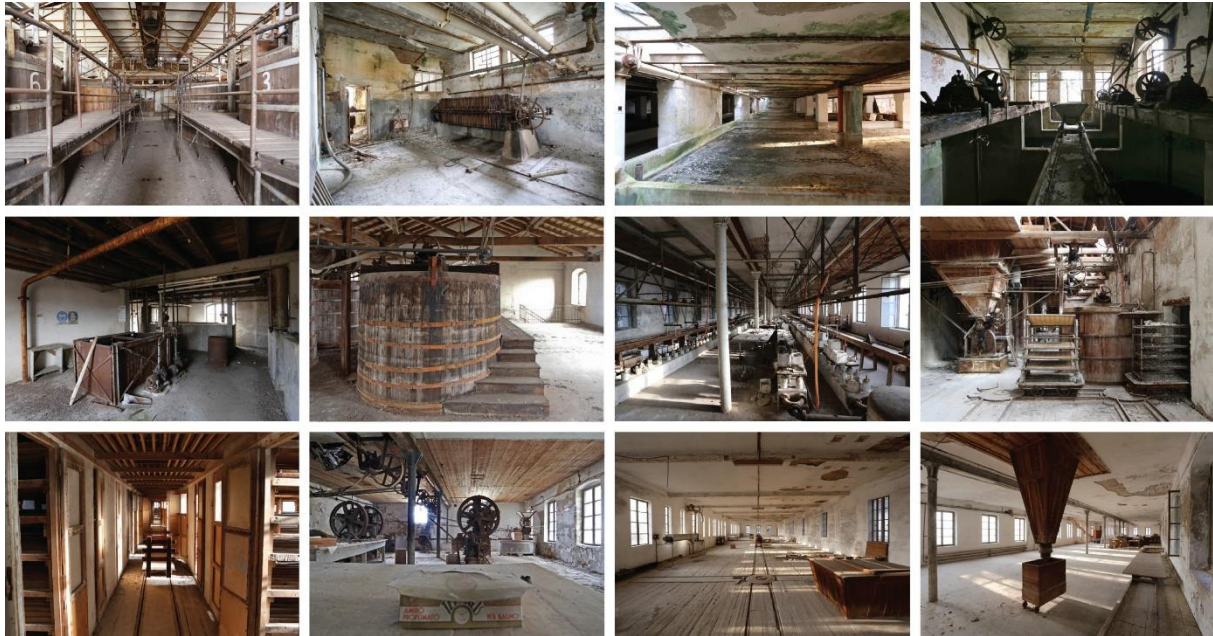


Figura 2. Alcune immagini degli interni dell'ex Amideria Chiozza Dalla tesi di laurea magistrale in architettura di Alessandra Gallas, Università IUAV di Venezia.



Figura 3. La copertina del testo che raccoglie contributi e progetti di studenti e laureati.

3. L'Amideria Chiozza, quale rilevanza e quale futuro?

L'Amideria Chiozza, fondata nel 1865 in una terra di bonifica in via di trasformazione, è l'unica fabbrica di amido in Europa ancora in possesso del sistema produttivo originale e si caratterizza come il complesso di archeologia industriale che ha contribuito per primo e in modo rilevante alla trasformazione della bassa pianura friulana. Si configura come un insieme di beni architettonici, ambientali, materiali e immateriali, (Bianco 1986) rappresentando un caso studio di sicuro interesse per gli studenti di architettura. Inoltre tale complesso, di grande fascino e ricchissimo di elementi di storia materiale, a partire dai macchinari e dagli impianti originari ancora presenti *in situ*, costituisce in Friuli Venezia Giulia il più importante esempio di archeologia industriale dopo il Porto Vecchio di Trieste.

L'indagine diretta (mediante sopralluoghi) e indiretta (relativa alle fonti archivistiche, iconografiche, documentali) sul complesso dell'Amideria, ha impegnato gli studenti per quasi tutto il primo periodo del corso, ritenendo che solo sulla base di un'approfondita conoscenza del bene e del suo contesto sia possibile delinearne un futuro, progettare una sua riattivazione e una sua gestione sostenibile nel tempo, al di là di un auspicabile intervento straordinario di conservazione. Da tali analisi – storica, territoriale e urbanistica, geometrico-dimensionale, strutturale, costruttiva, materica, dello stato di conservazione – è quindi emerso un ventaglio di proposte molto ampio, ma tutte rispondenti alle istanze della compatibilità con i caratteri del complesso architettonico e della sostenibilità, nel senso più ampio del termine.

Alcuni, tra gli studenti impegnati nello studio dell'Amideria, hanno poi deciso di approfondire il tema, sviluppandolo nell'ambito delle loro tesi di laurea o di specializzazione. Tra questi studi segnaliamo la suggestione, sviluppata nella tesi di laurea di Giulia Piovesan, relativa all'insediamento nell'ex Amideria Chiozza di un ecomuseo regionale. Questa ipotesi nasce, in estrema sintesi, da due ordini di considerazioni. La prima è relativa alla sua collocazione territoriale. Ruda è infatti in posizione baricentrica rispetto ai luoghi più significativi della storia del Friuli Venezia Giulia: Aquileia, Palmanova e Gradisca, Monfalcone e Torviscosa, solo per citarne alcuni, con riferimento a diverse fasi di sviluppo della regione. L'area risulta inoltre ben servita dalle diverse reti infrastrutturali, esistenti o programmate. Allo stesso tempo, le dimensioni e le caratteristiche del complesso consentirebbero l'insediamento di una struttura polifunzionale, quella appunto di un centro di formazione, promozione e ricerca che abbia come fulcro d'attenzione la storia regionale, le sue diverse comunità, il suo sviluppo. Un museo quindi secondo l'accezione più moderna, in grado di conservare la memoria degli eventi trascorsi (in particolare quelli legati allo sviluppo socio-economico), e che al contempo possa costituire un nuovo attrattore e un centro motore di crescita, attraverso la rigenerazione di un luogo emblematico e delle sue molteplici potenzialità (de Varine 2017).

Queste ipotesi in merito alla rifunzionalizzazione possono essere supportate, allargando lo sguardo oltre il complesso produttivo, da scenari di area vasta predisposti attraverso una lettura interpretativa delle risorse territoriali poste in gioco dal progetto, che è opportuno venga condotta sia a scala regionale, sia a scala di "unità di paesaggio", soprattutto per quel che riguarda gli aspetti ambientali ed ecologici. La ratio è quella di verificare non solo la "vocazione" di un territorio e del complesso produttivo che lo ha così fortemente segnato, ma anche quelle che sono le modalità più opportune per mettere a sistema territorio e beni storico-architettonici, seguendo diverse prospettive di valorizzazione: da quella dell'*heritage industry* (Kirshemblatt, 1998), a quella della produzione di nuovo paesaggio e dell'avvio di un nuovo processo di territorializzazione (Raffestin, 2005).

Questa lettura può anche dare luogo alla costruzione di matrici di valutazione – mettendo in campo sia l'analisi SWOT, sia valutazioni di tipo ambientale – che producono la base per la definizione di possibili scenari alternativi e dei conseguenti set di strategie d'intervento, azioni

di progetto e modalità d'intervento. Il tutto senza dimenticare una priorità, data dalla tutela dei valori e dei servizi ecosistemici presenti e forniti dal territorio in esame.

4. Alcune buone pratiche di recupero del patrimonio industriale

L'attività didattica e di attivazione territoriale svolta presso l'Amideria Chiozza non poteva prescindere dalla consapevolezza di quanto già fatto in altri ambiti ex industriali da rigenerare e recuperare. Tre casi studio sono particolarmente adatti a nostro avviso a confrontarsi con quello in esame: il processo intrapreso nella Darsena di città a Ravenna, l'esperienza dei Cantieri Culturali alla Zisa a Palermo e il recupero degli ex Magazzini Ligabue come sede universitaria a Venezia.

Nel caso emiliano le buone pratiche da apprendere sono soprattutto quelle della progettazione e gestione partecipativa del progetto di rigenerazione, seppure particolarmente complesse da portare avanti in un contesto di grandi dimensioni (150 ha), caratterizzato da una storica conflittualità tra il Comune e i molti proprietari privati dai diversi interessi, oggetto di numerosi progetti di riqualificazione elaborati fin dagli anni Ottanta, senza mai aver seguito. Ma il percorso attivato dal progetto "La Darsena che vorrei" nel 2011, insieme agli strumenti urbanistici via via adattati agli esiti del processo (Variante al POC tematico Darsena di Città, 2018), ha via via prodotto sempre maggiore interesse ed attrattività per questa periferia interna sviluppata lungo il canale Corsini e fortemente degradata fino a pochi anni fa. Ne sono testimonianza i progetti di riuso temporaneo denominati "Darsena Pop Up", "TEMPUS Pilot" e "Tattica 2022-2023", che hanno avviato e stanno consolidando il recupero delle banchine portuali come spazio pubblico e hanno favorito sia la collaborazione tra i potenziali attori della rigenerazione urbana (pubblici, privati, associazioni), sia l'accessibilità intensificata ai siti che il Comune aveva negli anni precedenti acquisito e riqualificato, come l'ex Raffineria Zolfi Almagià, divenuta polo culturale.

Anche il progetto di recupero dell'ex mobilificio Ducrot, diventato oggi spazio creativo e uno dei poli della cultura contemporanea della città di Palermo, ha a che fare con una lunga storia di investimenti lungimiranti, parziali insuccessi e un processo partecipativo avviato negli anni Dieci del nostro secolo. La struttura venne costruita a fine Ottocento per ospitare le officine Ducrot, luogo di innovazione dove vennero realizzati gli arredi liberty di Ernesto Basile e gli aerei di Giovanni Battista Caproni. Comprende 23 capannoni per la maggior parte recuperati, che oggi vedono operare 38 organizzazioni pubbliche e private italiane e straniere, che gestiscono spazi espositivi, per la formazione, per eventi teatrali, musicali, cinematografici e iniziative culturali di ogni genere.

I Cantieri Culturali alla Zisa, vera e propria Cittadella della cultura oggi gestita dai vari soggetti raggruppati in ETS al fine di massimizzare gli scambi interni e verso l'esterno, ha avuto avvio con importanti restauri a cavallo tra gli anni Novanta e primi Duemila, che non hanno avuto successo immediato, lasciando le sedi a lungo abbandonate e a rischio di vendita ad attori privati, fino alle iniziative prese da associazioni e Comune per la sua attivazione e per ulteriori restauri, a partire dal 2012. La buona pratica che ci trasmettono è quindi in primo luogo quella di scelta degli usi e delle forme di gestione, unendo l'efficacia del sistema di comunità con quella di un'offerta culturale a impatto sociale, aperta ugualmente a creativi, artisti, scuole, cittadini.

Infine un'esperienza particolare, alla quale abbiamo partecipato, è costituita dal progetto di recupero dei magazzini Ligabue di Venezia, destinati all'ampliamento del campus universitario della città lagunare.

In tale occasione il progetto di restauro e riqualificazione del complesso portuale ottocentesco è stato affidato ad ISP – IUAV Studi e progetti, una sorta di ufficio tecnico interno all’ateneo, con il quale collaborano docenti universitari e neolaureati in architettura.

Il progetto è consistito nel recupero di una serie di magazzini portuali di fine Ottocento per adattarli a nuove strutture universitarie. L’intervento ha confermato l’assetto distributivo esistente, caratterizzato da ampi ambienti collegati tra loro e serviti da ballatoi in cemento armato, risalenti agli anni Trenta del secolo scorso, concentrando le strutture impiantistiche sulla dorsale che innerva gli edifici, addossando i servizi e i nuovi collegamenti ai corpi scala storici, che vengono conservati.

Il gruppo di progettazione interdisciplinare era costituito in questo caso da Paolo Faccio (strutture), Sergio Pratali Maffei (restauro), Mauro Strada (impianti) ed Eleonora Mantese (architettura), oltre che da una ventina di collaboratori, individuati tra i migliori laureati dello stesso Ateneo, coordinati dall’arch. Mario Spinelli. Tale esperienza si è configurata come una sorta di progetto scuola (e successivamente come cantiere scuola) consentendo ai giovani partecipanti un’esperienza che ha messo insieme gli aspetti formativi, di ricerca e professionali. Al progetto, articolato in due distinti lotti funzionali, e ai suoi esiti sono state dedicate diverse pubblicazioni; tra queste ricordiamo un articolo di Marco De Michelis che così sintetizza i caratteri del primo intervento: “L’aspetto più caratteristico dell’edificio restaurato è una parsimonia espressiva inconsueta che si accompagna (vorrei dire si accontenta) a uno studio straordinariamente accurato dei dettagli, dei serramenti e dei materiali, delle luci e degli arredi: una corretta ‘ecologia’ del riuso e del ripensamento, della limitatezza dei mezzi finanziari, di una riscoperta consapevole dei significati civili dell’architettura” (De Michelis, 2004).

Tale risultato è stato reso possibile, in un tempo straordinariamente breve, grazie all’impegno dei giovani e al costante confronto sia tra loro che con i docenti progettisti, in un clima di grande collaborazione, che ha portato a una notevole e rapida maturazione dei neolaureati tirocinanti, con particolare riguardo per il restauro e l’intervento sull’architettura storica.



Figure 4 e 5. Alcune immagini delle proposte progettuali per l'Amideria Chiozza elaborate dagli studenti del *Laboratorio di progettazione architettonica IV* del Corso di Laurea Magistrale in Architettura dell'Università degli Studi di Trieste, A.A. 2015-16.

5. Il progetto didattico come attivatore di rigenerazione del patrimonio. Alcune considerazioni conclusive

L'impegno profuso da chi scrive sull'Amideria Chiozza di Ruda si è tradotto anche nell'organizzazione di mostre, conferenze, pubblicazioni, in particolare: un convegno dal titolo *Memoria ed emozione: conservazione, valorizzazione e rigenerazione del patrimonio*

industriale, svoltosi tra Ruda e Cervignano il 30 Settembre 2017, e una serie di incontri dedicati alla presentazione, attraverso una mostra itinerante dedicata, degli esiti didattici in varie città della regione (Caltabiano, Marin, Pratali Maffei, 2017). A queste attività si è poi affiancata anche la sottoscrizione di un accordo di collaborazione scientifica tra il nostro Dipartimento di Ingegneria e Architettura, l'AIPAI-Associazione Italiana per il Patrimonio Archeologico Industriale e l'Associazione Amideria Chiozza (nella quale sono confluiti molti soggetti pubblici e privati interessati a porre sotto tutela e in valore questo bene), accordo finalizzato allo studio, al progetto di conservazione e recupero, nonché alla valorizzazione dell'Amideria e del contesto territoriale in cui è inserita. Grazie a questa importante mobilitazione l'Amideria Chiozza ha ottenuto nel 2017 il riconoscimento, da parte del FAI-Fondo per l'Ambiente Italiano, di "Luogo del cuore" maggiormente votato nella regione Friuli Venezia Giulia, fatto che ha portato a un finanziamento, da parte dello stesso FAI, finalizzato all'intervento di recupero dell'ottocentesca e unica macchina a vapore ancora esistente.

E proprio per l'interesse sviluppatosi a seguito delle molte attività didattiche e di promozione territoriale, il Comune di Ruda, proprietario del bene, ha ottenuto tre diversi finanziamenti dalla Regione e dal Ministero del Beni Culturali, che hanno consentito di avviare, tramite concorso pubblico, la progettazione degli interventi finalizzati al recupero strutturale e alla messa in sicurezza del bene, quale azione propedeutica alla sua rifunzionalizzazione complessiva.

Nel marzo del 2021 si è conclusa la gara europea di progettazione per l'affidamento dei servizi tecnici d'ingegneria e architettura, dallo studio di fattibilità tecnica ed economica fino alla progettazione definitiva ed esecutiva, gara per la quale siamo stati chiamati a presiedere la commissione valutatrice. Osservando le proposte elaborate dai progettisti in occasione della gara, limitando l'analisi a quelle rese note dagli stessi partecipanti, si può notare come molto del lavoro propedeutico svolto dall'Università degli Studi di Trieste nel contesto locale abbia trovato riscontri concreti, in programmi funzionali che riconoscono la necessità di dare a questo vasto complesso i caratteri di un polo di attrazione e innovazione integrato. Da un lato abbiamo infatti la proposta vincitrice (di Politecnica, fra le maggiori società italiane di progettazione integrata, con Coopprogetti, Studio Associato Pessina-Lanza e altri), che propone di definire tre aree d'intervento e funzioni trainanti, al fine di rendere sostenibile sia la spesa iniziale, sia le future attività gestionali: un polo museale che funga da attrattore, una parziale riconversione a polo terziario di R&S dedicato ai temi dell'acqua e, a cerniera tra di esse, un'area di servizi comune. Dall'altra dei progetti che pongono in valore la centralità dell'Amideria all'interno di una rete territoriale di beni storico-culturali e paesaggistici, unendo una proposta di valorizzazione museale a una di costituzione di un polo di ricerca, formazione e accoglienza (sul modello delle Company Academies aziendali) e ad alcuni servizi aperti al territorio.

Progetti che fanno dunque propria l'istanza già emersa precedentemente, e chiaramente indicata e sperimentata dai nostri Laboratori di progettazione, di ripensare a questo complesso di beni pubblici in funzione di un suo corretto inserimento nei processi di sviluppo locale e in quelli di rigenerazione territoriale, anche al fine di riutilizzare questi patrimoni in un'ottica di risarcimento nei confronti delle comunità locali, che hanno subito anche gli aspetti deteriori delle fasi di industrializzazione, specie nel corso del Novecento e in particolare per gli ambiti produttivi che non hanno avuto a che fare con la sola produzione manifatturiera.

Un progetto quindi che tende a riconoscere un mosaico di territori e paesaggi dell'industria che può costituire una base per nuovi e molteplici processi: dalla valorizzazione culturale alla riconversione produttiva, dalla riqualificazione ambientale alla rigenerazione di ampie parti di città, territori e paesaggi (Trisciuglio, Barosio, Ramello, 2014).



Figure 6 e 7. Due immagini della proposta progettuale presentata in occasione della gara europea dal raggruppamento Politecnica, Cooproggetti, Studio Associato Pessina-Lanza e altri.

References

A. Benedetti, L. Ciacci, M. Gortan (2008), *1886 Trieste Porto Nuovo*, La Toletta edizioni, Venezia.

F. Bianco (1986), *L'attività imprenditoriale di Luigi Chiozza: dalla tenuta modello all'edificio macchina: l'Amideria di Perleole*, Istituto per l'enciclopedia del Friuli-Venezia Giulia, Udine.

M. Bortolotti (1988), *Torviscosa. Nascita di una città*, Casamassima, Udine.

R. Caltabiano, A. Marin, S. Pratali Maffei (2017), a cura di, *Memoria ed emozione: conservazione, valorizzazione e rigenerazione del patrimonio industriale. Studi e progetti per l'Amideria Chiozza a Ruda (UD)*, RES edizioni, Gorizia.

E. Dansero, C. Emanuel, F. Governa (2003), a cura di, *I patrimoni industriali. Una geografia per lo sviluppo locale*, Franco Angeli, Milano.

M. De Michelis (2004), "IUAV. Facoltà di Design e Arti. Magazzino 7", in *Abitare*, n. 439, 132-134.

H. De Varine (2017), *L'écomusée singulier et pluriel. Un témoignage sur cinquante ans de muséologie communautaire dans le monde*, L'Harmattan, Paris.

B. Kirshenblatt Gimblett (1998), *Destination culture. Tourism, museums and heritage*, Berkeley University of California Press, Berkeley.

M. Lombardi, S. Pratali Maffei (2013), a cura di, *Gorizia dimenticata I: villa Louise*, RES, Gorizia.

A. Marin, M. Duria (2009), "Costruzione di un "paesaggio elettrico": produzione di energia e trasformazione del paesaggio tra Alto Pordenonese e Bassa pianura friulana", in Atti del Convegno AISU, *La Città e le Reti*, POLIMI, Milano.

S. Pratali Maffei (2005), "Restoration of the Magazzino 7 building in Venice", in *2nd International Conference on Industrial Heritage*, Pro Torpedo and University of Rijeka, Rijeka.

S. Pratali Maffei, A. Marin (2013), "Forte Marghera and the entrenched field of Venice: a participatory process of planning and valorization", pp. 26-36, in M. Boriani, R. Gabaglio, D. Gulotta (eds.) *Built Heritage 2013. Monitoring, Conservation and Management*, POLIMI, Milano.

C. Raffestin (2005), *Dalla nostalgia del territorio al desiderio di paesaggio: elementi per una teoria del paesaggio*, Alinea, Firenze.

G. Scavuzzo, S. Pratali Maffei, G. Guaragna (2019), a cura di, *Riparare l'umano. Lezioni da un manicomio di frontiera*, Lettera 22, Siracusa.

M. Trisciuglio, M. Barosio, M. Ramello (2014), a cura di, *Architecture and places. Progetto culturale e memoria dei luoghi*, Celid, Torino.

E. Valcovich, F. Gadaleta (2018), a cura di, *Il villaggio di Panzano. Dal degrado alla rinascita, 1950-2017*, Comune di Monfalcone.

E. Valcovich, F. Gadaleta (2019), a cura di, *Il villaggio di Panzano. Dalla nascita all'inaugurazione 1907-1927*,

Comune di Monfalcone.

Bloco da Carvalho, Reinterpretação dos Terraços Sul

Bloco da Carvalho, The South Terraces Reinterpretation

Ferreira, Henrique – EAAD, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal, email: a80776@alunos.uminho.pt

Maia, Carlos - EAAD, Lab2PT, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal, e-mail: cmaia@ead.uminho.pt

Mendonça, Paulo - EAAD, Lab2PT, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal, e-mail: mendonca@ead.uminho.pt

Abstract: This paper presents the analysis of Bloco da Carvalho building in order to develop an intervention proposal for one of the spaces that highlights this innovative aspect of the building, the South terraces. This space was created in order to provide a private outside space, specially developed for the kids, and that allowed to bring natural light and ventilation for the inner divisions of the apartment. However, during construction the architects were forced to enclose the terraces with windows, restraining it from its original functions and, consequently, generating a space without a specific use, which lead the inhabitants to adapt it according to their needs. In order to help develop the intervention proposal, an analysis to the thermal comfort of the terrace was carried out by measuring the temperature and humidity, in order to validate simulations of the space and to establish a base for the proposal. Therefore, it was possible to design a solution, that was a reinterpretation of an original system designed by the architects for the same building, that was flexible and allowed to create different environments in the space according to the needs of each inhabitant to give the space its original character and functions.

Keywords: Modern Movement, Bloco Carvalho, Thermal Comfort, Reinterpretation

1. Introdução

Este trabalho incide sobre uma análise aprofundada ao edifício do Bloco da Carvalho (Fig.1), projetado por Arménio Losa e Cassiano Barbosa, de maneira a desenvolver uma proposta de intervenção sobre um dos espaços mais icónicos do edifício, os terraços a sul. Assim, pretende-se expor o processo para uma intervenção, passando pelos diferentes estágios de projeto: o estudo aprofundado do contexto arquitetónico do edifício; a descoberta do problema a ser resolvido e a fase de proposta, que incluirá uma análise ao desempenho térmico do espaço a ser intervencionado. Para além disso, o objetivo da intervenção proposta é não só cumprir as funções designadas pelos arquitetos, mas também de respeitar e de se integrar simbioticamente com o contexto arquitetónico, assim como responder às necessidades dos habitantes.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário compreender todo o trabalho que já tinha sido efetuado sobre este tema até ao momento. A obra de Arménio Losa e de Cassiano Barbosa tem sido estudado por diversos autores com diferentes visões que revelam a importância deste edifício na arquitetura do Movimento Moderno no Porto, entre eles está

António Neves [1], Edite Rosa [2], Carlos Maia [3], Ana Tostões [4] e Sérgio Fernandez[5], entre outros.

Neste trabalho, decidiu-se realizar uma análise aprofundada ao edifício do Bloco da Carvalho desde a escala da cidade até à escala de pormenor, para que depois fosse possível realizar uma proposta de intervenção para os terraços a Sul, usufruindo ainda do uso de ferramentas de simulação e medição do conforto térmico do espaço para criar uma base para essa proposta de intervenção.

2. O Bloco da Carvalho



Figura 1: Bloco da Carvalho

Na segunda metade da década de 40, começava-se a sentir em Portugal uma crise de habitação. A migração das zonas rurais e criam um aumento da procura de habitação nas grandes cidades. Esta procura trouxe, conseqüentemente, o aumento do preço dos terrenos, dos materiais de construção e da mão de obra, obrigando os promotores imobiliários a pressionarem os arquitetos a desenvolverem opções de habitação mais rentáveis [6].

Para responder às exigências dos promotores, os arquitetos portugueses começam a estudar e a desenvolver novas soluções de habitação que permitam rentabilizar ao máximo o lote e ao mesmo tempo, aumentar a qualidade de vida e de conforto dos habitantes. Deste modo, inspiram-se na arquitetura do Movimento Moderno que estava a ser desenvolvida no estrangeiro e, sobretudo, nas soluções inovadoras de construção em altura [7].

Os chamados Blocos de Habitação ou Prédios de Rendimento conseguiam agregar um vasto conjunto de habitações numa área de menores dimensões, remetendo para o novo modo de habitar do Moderno e para uma escala da cidade totalmente diferente da que se podia observar em Portugal [7].

Em 1945, Arménio Losa e Cassiano Barbosa, desenvolvem um projeto de habitação coletiva na cidade do Porto, que se tornaria impulsor da imagem do escritório da dupla: o Bloco da Carvalho. Este edifício tornou-se bastante popular pelas soluções inovadoras introduzidas no projeto que nunca tinham sido implementadas no panorama arquitetónico português até à época [1].

O Bloco da Carvalho é constituído por 12 apartamentos, distribuídos por 6 andares, incluindo cave e rés do chão, juntamente com alguns espaços comunitários para os inquilinos do edifício. A introdução destas novas soluções espaciais, introduzem um novo modo de habitar, completamente diferente do que a população portuense estava familiarizada: a vida em bloco de habitação. Estas soluções, inspiradas na arquitetura do Movimento Moderno, acabaram por ser adaptadas noutros edifícios futuros de Arménio Losa e Cassiano Barbosa, dando ao Bloco da Carvalho um carácter experimental e transformando as suas habitações em espaços intemporais.

2.1. Implantação

O edifício do Bloco da Carvalhosa fica situado no centro da cidade do Porto, na Rua da Boavista.

Esta rua é caracterizada pela sua escala reduzida, apresentando uma largura máxima de 11 metros e é constituída de ambos os lados da rua, por lotes de habitação de 6 metros de largura com edifícios de quatro andares de altura.

O Bloco da Carvalhosa está edificado num lote de 24 por 41 metros, que nasce da junção de quatro lotes oitocentistas de 6 metros de largura. Naquela altura, a legislação para a Rua da Boavista, declarava que a altura máxima de construção se cingia a quatro pisos de altura, de forma a evitar que os edifícios obstruíssem a incidência solar nas habitações do outro lado da rua e tornassem a rua demasiado claustrofóbica [8].

Arménio Losa e Cassiano Barbosa recorreram a soluções inovadoras que permitiram rentabilizar ao máximo o lote e que, ao mesmo tempo, funcionaram em favor dos moradores do prédio, de maneira a proporcionar maior conforto e qualidade de vida.

O Bloco da Carvalhosa está implantado 5 metros atrás do alinhamento dos outros edifícios. Este recuo, segundo os arquitetos, “em nada prejudica a estética urbana e tem a vantagem de garantir melhor a insolação à rua além de dar ao prédio um desafogo que só traz benefícios”, tais como: criar uma zona desafogada e de exceção; ter uma perspectiva abrangente de todo o edifício do Bloco da Carvalhosa; resguardar o edifício do ruído da rua; dar mais privacidade aos residentes; e criar uma pequena zona ajardinada como “mais um elemento de valorização da rua e da cidade” [1]. Este afastamento da rua ajuda ainda a rentabilizar ao máximo o lote, isto é, ao recuar todo o volume do edifício os arquitetos puderam aumentar o número de pisos de quatro para seis, criando assim mais dois pisos habitáveis.

Para amenizar a nova cércea do Bloco da Carvalhosa, os arquitetos recorreram ao uso de elementos arquitetónicos na fachada que reduzem o impacto visual dos novos pisos, acentuando o carácter horizontal do edifício.

2.2. Organização Funcional dos Espaços Interiores

O edifício apresenta uma organização interna simétrica, apresentando dois apartamentos por piso (Fig.2). Os apartamentos apresentam uma distribuição espacial inovadora, concretizando o desejo de introduzir um novo modo de habitar, expresso na memória descritiva através da designação de “*l’apartment*” às habitações como reforço deste novo conceito.

A organização interna das habitações é condicionada pela orientação solar, de maneira a proporcionar ao ambiente interno níveis de conforto térmico e lumínico mais elevados. Desta forma, os espaços internos dos apartamentos são diferenciados por Arménio Losa em três grupos independentes: a zona serviços, a zona de repouso e a zona de reunião (Fig.3).

A zona de serviços (zona azul Figura 3) fica voltada para o lado da Rua da Boavista, voltado a Norte, pois contém espaços com baixos requisitos de radiação solar direta, tais como: a cozinha, o quarto da empregada doméstica, uma casa de banho de serviço e um corredor que liga estes espaços, servindo em simultâneo de espaço de arrumação. Este conjunto de espaços é representado na fachada principal por dois vãos retangulares de pequenas dimensões, localizados na parte mais austera e maciça da fachada.

A zona de reunião (zona laranja na Figura 3) fica localizada nos extremos do edifício, permitindo abrir os espaços tanto para o lado da rua (lado Norte), como para as traseiras do

lote (lado Sul). Esta zona é constituída pela entrada do apartamento, sala de jantar e sala de estar. A sala de jantar abre-se para o lado da Norte, para a Rua da Boavista, com um grande vão envidraçado, que por sua vez dá acesso a uma varanda [10].

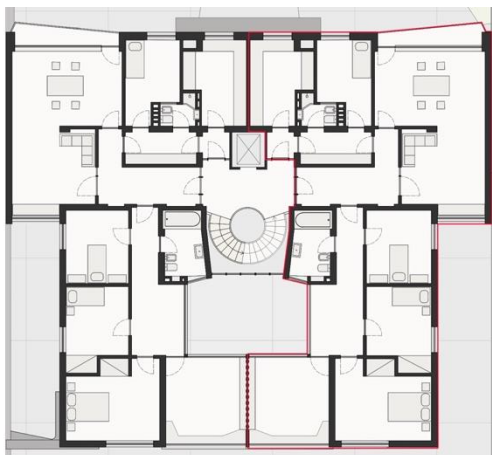


Figura 2: Planta de Piso



Figura 3: Planta de Distribuição de Zonas

A sala de estar fica voltada para o lado Sul, usufruindo da luz solar direta que ilumina o espaço e cria um equilíbrio com a luz Norte, mais fria, que entra da sala de jantar.

A zona de repouso (zona verde Figura 3) é constituída por três quartos, uma casa de banho e pelo terraço voltado a sul. Os quartos individuais ficam voltados para Este, enquanto que o quarto principal fica orientado a Sul. O terraço abre para os dois lados: lado sul e para o saguão a Norte. A localização da zona privada nas traseiras do prédio, além dos benefícios lumínicos e térmicos, garante, também, que o ruído da Rua da Boavista seja abafado pelos restantes compartimentos, proporcionando um ambiente de tranquilidade pouco comum para uma habitação que se localiza no centro da cidade do Porto.

O terraço voltado a Sul foi introduzido pelos arquitetos no projeto como um espaço privado ao ar livre dentro de cada habitação, que, tal como afirma Cassiano Barbosa na Memória Descritiva do edifício, era um espaço focado para as crianças. Durante a fase de execução do edifício, as entidades licenciadoras da Câmara Municipal do Porto, não aprovaram o espaço exterior. Assim, os arquitetos foram obrigados a encerrar o espaço com janelas, acabando com os benefícios lumínicos e de ventilação que as aberturas proporcionavam (Fig.4).

Para além disso, na fachada sul, acaba com o equilíbrio entre cheios e vazios do desenho da fachada, que deixa de ter profundidade e passa a ser contínua, conferindo-lhe um ar mais pesado e maciço.



Figura 4: Comparação Fachada Original com a Fachada Atual

3. A Intervenção

3.1. Conceito de Conforto Térmico

Para a realização de uma proposta de intervenção, decidiu-se recorrer a ferramentas de simulação e medição do conforto térmico do espaço, uma vez que havia a oportunidade de trabalhar no local da intervenção, para avaliar se cumpre os requisitos de conforto térmico e para entender qual a melhor abordagem a adotar na proposta de intervenção.

A sensação de conforto térmico é um conceito dependente de fatores externos e que varia de pessoa para pessoa, mas é um fator muito importante para a saúde e bem-estar do ser humano em geral.

O arquiteto Victor Olgay define-a como “... o ponto em que o homem despende a menor quantidade de energia para se adaptar ao seu ambiente” [9]. Isto é, está relacionada com o equilíbrio das trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente que o rodeia. Assim, a sensação de bem-estar no contexto do conforto térmico pode ser classificada como o momento em que o utilizador não sente calor nem frio.

De maneira que seja possível atingir o ponto de bem-estar relacionado com o conforto térmico, é necessário ter em conta os diversos fatores que o condicionam. Os fatores estão divididos em duas categorias: os fatores externos ou ambientais, que podem ser quantificáveis, e os fatores individuais, que não podem ser quantificáveis. Os fatores externos estão relacionados com o meio ambiente onde o utilizador se insere, tais como a temperatura do ar, a humidade relativa, a temperatura média radiante e a velocidade do ar, e relacionam-se diretamente com as soluções construtivas do edifício. Por outro lado, os fatores individuais variam de pessoa para pessoa e podem ser influenciados pelo metabolismo e o vestuário, adicionando um grande valor de subjetividade na previsão e controlo do conforto térmico [11].

3.2. Medições In Situ e Análise de Resultados

As medições in situ foram realizadas em duas fases: primeiro durante a estação de arrefecimento (verão) e depois durante a estação de aquecimento (inverno).

Para que os dados fossem representativos, as medições tiveram de ser efetuadas em alturas de tempo seco, céu limpo e com temperaturas que caracterizassem cada uma das estações.

É ainda preciso ter em conta que o espaço onde foram realizadas as medições, o terraço Sul do Bloco da Carvalhosa, pertencem a um apartamento que estava a ser usado diariamente como espaço de lavandaria. Desta forma, as medições que normalmente são executadas durante uma semana, foram reduzidas para três dias consecutivos de maneira a não perturbar o dia a dia dos habitantes do apartamento.

Para realizar as medições, foram usados 3 dispositivos portáteis que registam a temperatura do ar e a humidade relativa. Os dispositivos da marca “Extech Instruments” utilizados eram do modelo 42270 com grau de erro de 0.6°C.

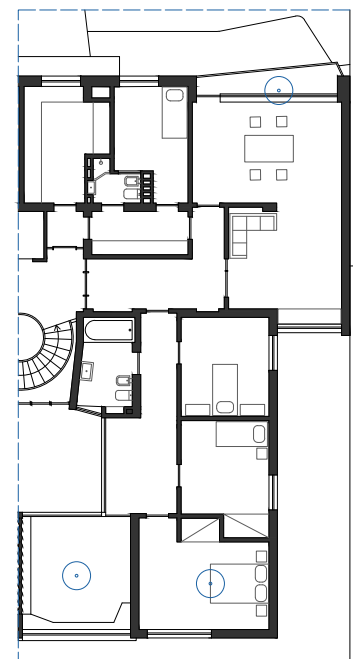


Figura 5: Planta Posicionamento Equipamentos

Os dispositivos foram colocados em três locais diferentes do apartamento (Fig.5), dois interiores (no terraço e no quarto adjacente ao terraço) e um no exterior (na varanda norte), para se poder fazer a comparação de temperatura.

Os aparelhos foram instalados à altura média da cabeça do corpo humano, pois é a zona com maior sensibilidade às mudanças de temperatura, e no centro da divisão.

Para as medições foram utilizados dois cenários diferentes para cada altura do ano: um com as janelas totalmente fechadas no terraço e outro com as janelas totalmente abertas. Estes cenários foram escolhidos de maneira a aproximar as condições de utilização dos terraços no seu estado atual e da ideia original, quando os terraços eram totalmente abertos.

Ao analisar todos os cenários, foi possível compreender que os terraços não conseguem manter uma temperatura estável durante o dia, acompanhando em todos os casos a variação de temperatura exterior. No entanto, quando as janelas estão abertas e para o tipo de roupa usado em cada estação, é possível perceber que os cenários com as janelas abertas permitem obter uma temperatura confortável durante a maior parte do dia nos terraços, justificando assim a ideia original dos arquitetos.

3.3. Simulações

Após efetuadas as medições, foram realizadas as simulações de conforto térmico do espaço, recorrendo ao software DesignBuilder, uma interface gráfica que recorre à ferramenta de simulação energética EnergyPlus.

Para executar a simulação, foram inseridas as características tipológicas do apartamento, a sua localização, a orientação, e todos os materiais que compõem o sistema construtivo do edifício, de maneira a tornar as simulações o mais precisas possível.

Foi executada uma simulação para cada um dos cenários de medições do terraço, tanto na estação de aquecimento como de arrefecimento. Para isso, foi necessário encontrar um período de três dias que contivesse um intervalo de valores de temperatura exterior parecido com o do período das medições, para aproximar ao comportamento medido in situ do terraço e assim validar as simulações.

Depois de elaborada a simulação, é determinado o erro para cada um dos cenários, de maneira a definir qual a simulação mais próxima da realidade para poder ser usada para simular as soluções para o projeto. Para o cálculo do erro determinou-se o ΔT das medições e das simulações a cada 3 horas, sendo depois calculada a diferença entre os dois para obter assim os valores em graus Celsius. No final é calculada a média das percentagens de erro obtidas.

A média de erro obtido foi de 5%, que corresponde a apenas 1,1°C.

3.4. A Proposta

Com as medições e simulações executadas anteriormente, foi possível determinar alguns parâmetros que vão ajudar a desenvolver o projeto de intervenção para o espaço dos terraços.

Antes de se começar a desenvolver uma intervenção para o espaço dos terraços foi necessário reavaliar se a restituição da ideia original dos arquitetos fazia sentido para o contexto atual do século XXI, sendo que a ideia original dos arquitetos consistia num terraço de grandes dimensões que podia ser usado para diversas atividades de lazer ao ar livre, sem ter de sair do próprio apartamento.

De acordo com as medições executadas anteriormente, é possível determinar que a ideia original funciona melhor termicamente do que a solução atual.

No entanto, durante uma análise ao contexto atual do Bloco da Carvalhosa, percebeu-se que o espaço dos terraços foi adaptado por cada um dos habitantes de maneira a que servisse as suas necessidades. Dos dez terraços existentes no Bloco da Carvalhosa, cinco estão a ser usados como lavandarias, três como escritório, um como quarto de brinquedos para as crianças e apenas um contém a configuração da ideia original dos arquitetos.

Deste modo, a solução não poderá seguir a ideia original dos arquitetos, pois assim os habitantes iriam perder um espaço que é já importante para o seu dia a dia. Em vez disso, a solução implementada no espaço tem de ser flexível de maneira a adaptar-se às diferentes necessidades dos habitantes do Bloco da Carvalhosa. Como tal, esta solução deve permitir abrir e fechar por completo o espaço, mas também deve permitir uma posição intermédia para que os habitantes do apartamento possam usar o espaço da mesma forma que o têm usado no seu dia a dia.

Durante a análise do projeto original do Bloco da Carvalhosa foi possível encontrar uma solução exclusiva deste edifício que contém a particularidade de abrir ou fechar completamente o vão: a janela de embainhar presente no quarto da empregada doméstica e na cozinha como se pode observar na figura 6.



Figura 6: Vão da cozinha

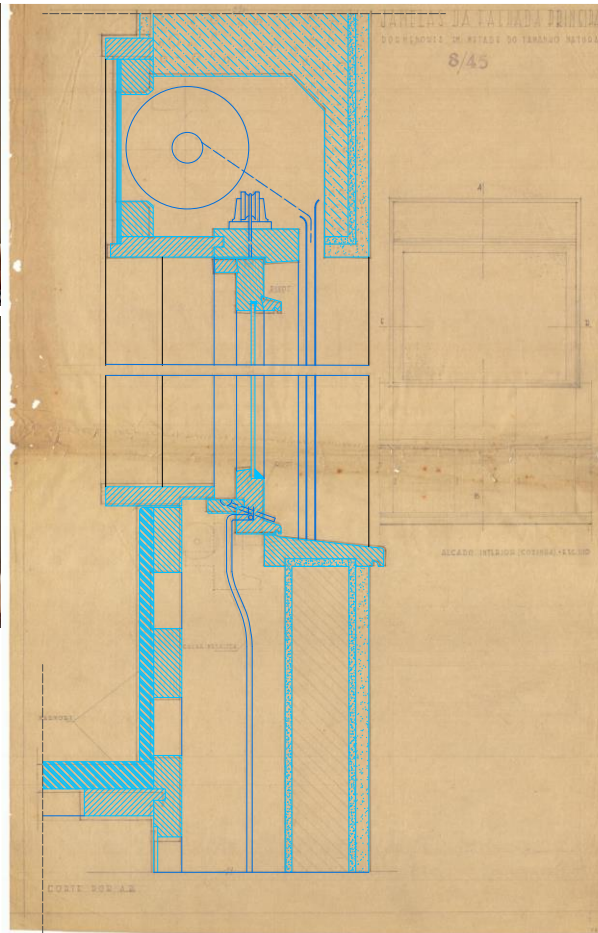


Figura 7: Redesenho Janela Embainhar

A janela de embainhar funciona da mesma forma que uma janela de guilhotina, deslizando num eixo vertical através de calhas e de pivots, com o auxílio de contrapesos para a fazer subir e descer (Fig. 7). A maior diferença desta solução para as janelas de guilhotina é a forma como a janela de embainhar fica embutida dentro da parede, abrindo por completo o vão.

No vão a Norte, também foi necessário acrescentar uma caixa de madeira para recolher a janela (Fig.10), mas dado o menor número de secções possibilitou ainda a adição de um espaço de arrumos por baixo.

As secções são dispostas de fora para dentro e de cima para baixo, como é possível observar no esquema, permitindo evitar a infiltração de água através das juntas que ligam as secções de janela.

A divisão do vão em várias secções cria a possibilidade de introduzir um carácter versátil aos terraços, permitindo diferentes cenários de uso do espaço, onde o utilizador pode escolher entre quatro tipos de configuração no lado Sul e três tipos de configuração no lado Norte.

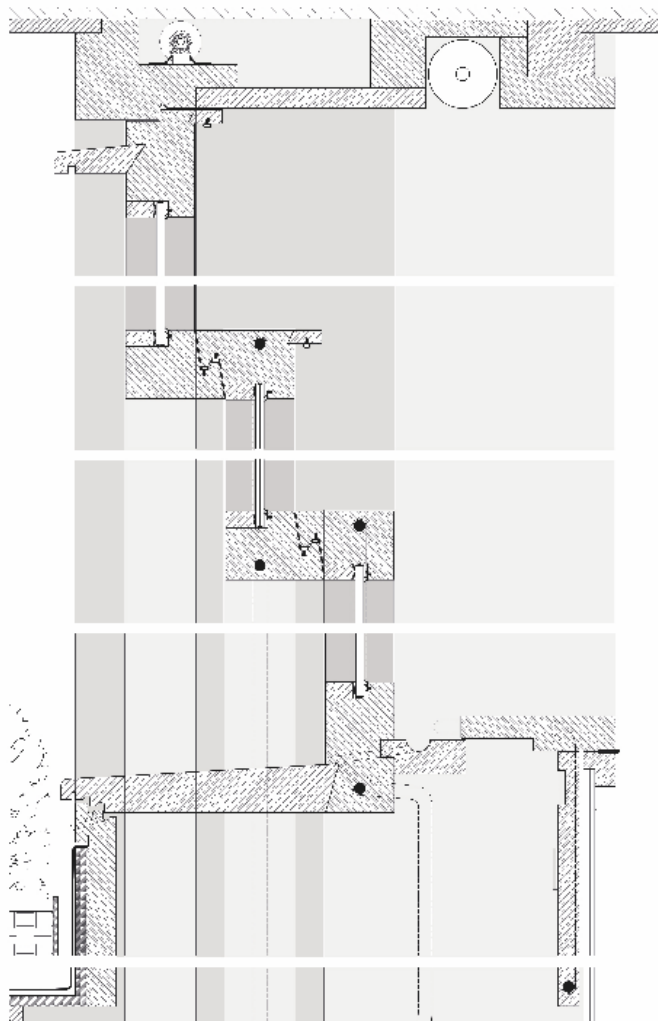


Figura 10: Corte Pormenorizado Caixilho Sul Fechado

Para a escolha dos diferentes materiais a constituir o caixilho, decidiu-se recorrer novamente às simulações de conforto térmico através do DesignBuilder.

Foram testados três tipos diferentes de caixilho, o de PVC, o de alumínio e o de madeira, para verificar qual o mais eficaz a manter a temperatura ambiente, e consequentemente o conforto térmico.

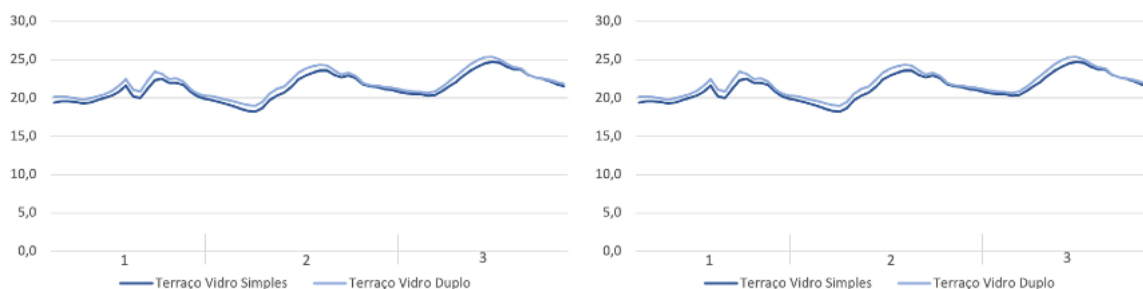


Gráfico 1: Comparação Caixilhos
(X - tempo (D), Y – Temperatura (°C))

Gráfico 2: Comparação Tipos Vidros
(X - tempo (D), Y – Temperatura (°C))

Ao analisar o Gráfico 1, verifica-se que não há diferenças no conforto térmico a nível dos caixilhos, tendo sido obtidos valores de temperatura interior exatamente iguais em todos eles. Assim, como não existe diferença entre nenhuma das soluções, para a constituição dos caixilhos optou-se pelo uso de madeira, pois o uso de materiais exteriores aos que são usados em projeto, podem gerar entropias e novas patologias [3].

Como os vãos para as secções da janela são de grande dimensão, a madeira que constituirá o caixilho não poderá ser a mesma que Arménio Losa e Cassiano Barbosa usavam nos caixilhos originais, a madeira de castanho do Minho, uma vez que é uma madeira pesada e com menos estabilidade dimensional. Para substituir o castanho do Minho optou-se pelo uso da madeira Accoya, uma madeira bastante leve que é sujeita a um tratamento de acetilação que modifica as propriedades da madeira, conferindo-lhe estabilidade e durabilidade dimensional. Estas propriedades fazem com que a madeira não necessite de tanta manutenção.

Foi também efetuada uma simulação para determinar o tipo de vidro a ser usado no caixilho, uma vez que constitui a maior área do vão. Optou-se por simular o espaço com dois tipos de vidro diferentes: o vidro duplo (mais pesado) e o vidro laminado (mais leve), para determinar se a diferença de temperaturas compensa a diferença de peso.

Com a análise do Gráfico 2, pode-se concluir que o uso de vidro duplo permite manter a temperatura do espaço 0,6°C mais alta do que com o vidro laminado. Contudo esta diferença não compensa a diferença de peso, uma vez que o vidro duplo de 5mm+4mm, representa uma massa de 22,5kg/m², enquanto o vidro laminado de 6mm representa uma massa de 15kg/m².

Para movimentar as secções de janelas, desenvolveu-se um sistema de fuso que permite operar todas as secções através de um manípulo localizado na ombreira do vão. A escolha deste sistema recaiu no facto da janela de embainhar necessitar que o utilizador tenha acesso a todas as secções de janela para as poder mover para a altura que quiser. Neste caso, o problema é que a secção de topo de ambos os vãos se encontra fora do alcance para uma pessoa de estatura média.

No entanto, o sistema de fuso é implementado apenas na secção de topo de ambos os vãos, enquanto as restantes secções usam o sistema tradicional de contrapesos de modo a facilitar o uso da janela. A janela de topo contém um batente que ao descer faz pressão nas outras secções obrigando-as a movimentar-se. Para subir, o batente em forma de gancho, desenvolvido por Arménio Losa, que prende as secções umas às outras, puxa-as para as posições pretendidas.

No sistema de contrapeso cada secção de janela corre num sistema de calhas através do uso de *pivots*, e a cada um dos extremos laterais está amarrado um peso, que somada a massa de cada contrapeso, equivale à massa da secção que está a auxiliar. Os pesos estão presos por cabos de aço e usam um sistema de roldanas que permitem desmultiplicar o movimento do contrapeso.

4. Conclusões: o redesenho, a reinterpretação, o conforto e a integridade

Para este trabalho, propôs-se estudar e desenvolver uma solução para o espaço do Bloco da Carvalhosa que foi alterado durante a construção do edifício, recorrendo ao conceito de conforto térmico para justificar essa intervenção no espaço.

Assim, foi necessário realizar um estudo aprofundado acerca do edifício que procurava entender a ideia original do projeto, desde a escala urbana até ao pormenor construtivo.

Deste primeiro estudo foi possível demonstrar o quão inovador foi o edifício do Bloco da Carvalhosa para a época em que foi projetado e construído. A implementação de elementos e soluções que visavam modernizar a forma de habitar das famílias ajudaram a melhorar a qualidade de vida dos habitantes.

Os terraços a Sul criaram um local de lazer incomum nos edifícios da mesma época e tipologia, permitindo ao habitante usufruir de um espaço ao ar livre resguardado do alvoreço da rua. No entanto, a adição de caixilhos impediu o funcionamento do espaço da forma como previsto em projeto, apesar de possibilitar o uso do mesmo durante todo o ano. Para além disso, a solução de caixilho escolhida para fechar os vãos, não é flexível o suficiente para se poder transformar os terraços num espaço completamente exterior e não se integra com o projeto original, alterando o desenho formal da fachada Sul.

Assim, esta análise e caracterização da obra do Bloco da Carvalhosa, complementado com a oportunidade de visitar recorrentemente o edifício, permitiu criar um paralelismo entre o passado e o presente para o desenvolvimento de uma solução construtiva que se adapta tanto ao contexto arquitetónico como ao próprio habitante do edifício.

Por outro lado, a crescente preocupação sobre o conforto térmico que tem vindo a ganhar ímpeto no contexto habitacional português, o que, sem a devida fiscalização, está a levar à intervenção dos edifícios sem qualquer tipo de planeamento ou estudo prévio. Este tipo de intervenção, é executado sem ter qualquer consideração pelo projeto original, aplicando soluções estandardizadas que alteram completamente o carácter e desenho do edifício.

Neste trabalho foi então apresentado o desenvolvimento de uma solução desde a ideia inicial até à sua adaptação ao espaço. Para a solução desenvolvida nos terraços, usou-se uma solução original desenvolvida pelos arquitetos para o Bloco da Carvalhosa e adaptou-se aos vãos dos terraços, obtendo assim um caixilho que se integra no espaço e não destoa do contexto arquitetónico em que se insere. Para justificar a aplicação desta solução de caixilho, recorreram-se às medições do Conforto térmico para perceber de que forma é que o espaço estava a funcionar termicamente e à forma de como os habitantes estavam a usar o espaço.



Figura 11: Render da Proposta de Intervenção

Assim, foi possível concluir que a solução desenvolvida neste trabalho, reinterpretada a partir do caixilho original desenhado pelos arquitetos para este mesmo edifício, não só cumpre as funções de ventilação e iluminação desenvolvidas no projeto original, mas também se adapta permitindo

aos habitantes usar o espaço dos terraços durante as várias estações do ano e de acordo com as suas necessidades (Fig.11).

Por fim, é de salientar que este trabalho não se propunha a desenvolver uma solução modelo para espaços semelhantes, mas sim demonstrar as etapas de desenvolvimento de uma solução que se integre harmoniosamente com o contexto arquitetónico do edifício e que considere sempre as necessidades do habitante.

Agradecimentos

Este trabalho tem o apoio do Lab2PT – Laboratório de Paisagem, Património e Território - UIDB/04509/2020 através FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Referências

- [1] Neves, António, “Arménio Losa e Cassiano Barbosa, Arquitectura no segundo Pós-Guerra Arquitectura Moderna, Nacionalismo e Nacionalização”, Porto: Tese Doutoramento em Arquitectura pela Faculdade de Arquitectura Universidade do Porto (FAUP), 2016;
- [2] Rosa, Edite – “ODAM - A Construção do Moderno em Portugal: Entre o Universal e o Singular. Proyecto Progreso Arquitectura: Arquitecturas en Común”. Sevilla: N°11, p.26-39, 2014.
- [3] Maia, C. “A ideia construída: Projeto de reabilitação do Apartamento José Soares do Edifício Vouga/Soares & Irmãos. Ensaio de metodologias e processos de intervenção sobre o Património Construído”. Guimarães: Tese Doutoramento em Arquitectura pela Escola de Arquitectura da Universidade do Minho, 2018.
- [4] Tostões, Ana, “Os Verdes Anos na Arquitectura Portuguesa dos Anos 50”, Porto: Faculdade de Arquitectura Universidade do Porto (FAUP), 1997.
- [5] Fernandez, Sérgio, “Percurso da Arquitectura Portuguesa 1930/1974”. Porto: Faculdade de Arquitectura Universidade do Porto (FAUP), 1989.
- [6] Rosa, Edite, “ODAM: Os valores Modernos e a Confrontação com a Realidade Produtiva”, Barcelona: Tese Doutoramento em arquitetura na Escola Tècnica Superior d’Arquitectura de Barcelona (ETSAB-UPC), 2005.
- [7] Gonçalves, José - Prédios de Rendimento. In Ferreira, Jorge; Providência, Paulo; Grande, Nuno - Porto 1901-2001, Guia de Arquitectura Moderna. Porto: Civilização, 2001.
- [8] Vale, Maria Clara, “Um Alinhamento Urbano na Construção Edificada do Porto - O Eixo da Boavista (1927-1999) - Contributo para a História da Construção em Portugal no Século XX”, Porto: Tese Doutoramento na Universidade do Porto, 2012.
- [9] Olgyay, Victor, “Design With Climate: Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism”. Oxfordshire: Princeton University Press, 2015.
- [10] Dias, Adalberto, Prédio de Habitação na Rua da Boavista - Porto. Revista Arquitectura. Vol.2 n°47, p.4 a 6. Lisboa: 1953.
- [11] Mendonça, Paulo, “Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados”. Guimarães: Tese Doutoramento, Escola Arquitectura Universidade do Minho, 2005.

Riuso adattivo come strategia per il superamento dell'obsolescenza: il Mercato dei Fiori a Pescia

Adaptive reuse as a strategy for overcoming obsolescence: the "Mercato dei Fiori" in Pescia

De Vita Maurizio – Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia, e-mail: maurizio.devita@unifi.it

Marchionne Laura - Università degli Studi di Firenze, Pisa, Italia, e-mail: laura.marchionne@unifi.it

Parrini Elisa - Empoli, Italia, e-mail: elisa.parrini@alice.it

Abstract: The objective of this paper is the adaptive reuse of abandoned modern architectures, with a focus on the “Mercato dei Fiori” in Pescia. Numerous markets have been built throughout Italy in the Twentieth Century; they represent a significant part of the building heritage. Many of them share a common destiny: from vibrant and colorful places, they often fell into disuse becoming urban voids. However, these abandoned buildings generally have good potential for recovery and reuse. Adapting them to new functions can guarantee a process of physical regeneration and conservation. The adaptive reuse strategy requires accurate preliminary considerations on numerous aspects. The first phase of this study is therefore a solid documentation and knowledge acquisition, regarding both the building and the environment, as well as the connection between them. Interpreting the relationship between an architectural monument and the urban contest is essential for the correct reconstruction of the events that led to a state of abandon, as the intention is to avoid the perseveration of this state. The reuse strategy represents a valid solution for the former flower market. It can once again represent an important landmark destination with a high social value, adding new attractions to the area.

Keywords: adaptive reuse, functional conversion, sustainable renovation, overcoming obsolescence, historical document

1. Introduzione: eccellenze del Moderno Toscano

Le questioni che qui di seguito vengono trattate si pongono in più punti e momenti della vasta intersezione di due aree importantissime della cultura e della pratica architettonica: la scuola ed il “filone” toscano del modernismo con le sue eccellenze e particolarità e le tematiche del “Restauro del moderno e del contemporaneo”. I temi restaurativi del moderno e del contemporaneo hanno fatto confluire nuove riflessioni sulle questioni culturali, concettuali e di principio proprie della disciplina e della pratica della conservazione verso un nuovo campo teorico e soprattutto operativo che ha fornito e sta fornendo dati e verifiche talvolta parziali, non necessariamente omogenee per campo d'azione, spesso sperimentali, che sono riferimento importante per la creazione di un archivio dinamico di esperienze delle azioni restaurative sul Patrimonio architettonico del Novecento fondato su una casistica ampia e verificabile.

La questione del restauro dell'architettura moderna e contemporanea è peraltro ascrivibile alle tematiche dei “Beni culturali internazionali” per la genesi stessa dei suoi caratteri, per la diffusione dei suoi aspetti formali e costruttivi, per la necessità di muoversi oggi in uno spazio senza confini anche ai fini della conoscenza e dell'analisi critica delle fonti. Lo è anche per il bisogno di confronto di dati oggettivi diversi, per l'inevitabile incrocio delle

esperienze fatte al momento della realizzazione di queste architetture ed oggi, nei diversi momenti in cui se ne propone la conservazione.

All'ampliamento del campo di azione si è sovrapposta l'estensione del concetto di tutela dell'architettura, con riferimento al moderno ed al contemporaneo, espresso principalmente attraverso due filoni normativi:

- le leggi sulla tutela vigenti che, applicandosi alle opere di ingegno che vanno strenuamente difese, debbono porsi il problema dell'unicità e dell'autenticità dell'opera moderna, quindi anche quello del suo degrado e della sua salvaguardia, problemi che si manifestano spesso anche in tempi più brevi dei cinquant'anni posti come limite minimo per un'attiva tutela dei beni architettonici
- le leggi e le norme dell'urbanistica ed edilizie che troppo spesso hanno incluso l'architettura del Novecento nel novero della produzione “impropria” se non delle “superfetazioni”, senza distinzione e giudizio di valore, spesso anzi agendo contro l'idea ed il rispetto per l'opera recente usando le norme come atto liberatorio per un rifacimento indiscriminato.

Le questioni di cui sopra ben si collegano al bellissimo mercato dei Fiori di Pescia, opera di straordinaria importanza per la storia dell'architettura moderna toscana, che vide lavorare insieme, fra il 1949 e il 1951, Maestri dell'Architettura del novecento quali Giuseppe ed Enzo Gori, Leonardo Ricci, Leonardo Savioli, Emilio Brizzi; un'opera a tutti gli effetti “Patrimonio architettonico internazionale” citata e riprodotta in decine di riviste internazionali, premiata alla II Biennale di architettura di San Paolo del Brasile del 1953 da una giuria composta da Alvar Aalto, Walter Gropius, Affonso Eduardo Reidy, Ernesto Nathan Rogers, Josep Lluís Sert.

Più avanti in questo stesso saggio si riprendono compiutamente tanto le circostanze ed i modi della realizzazione dell'opera quanto alcuni dei propositi di riutilizzazione di questa icona del modernismo toscano.

Un intervento volto esclusivamente ad accurate indagini conoscitive ed al restauro delle porzioni in cemento armato (gli speroni, le ghiere, le pensiline), quelle in cemento armato con nervature latero-cementizie (la straordinaria “volta sottile”), i paramenti perimetrali in pietra è stato progettato e realizzato fra il 2000 ed il 2002[1], con puntuali opere di idrolavaggio, asportazione di parti decoese o incongrue, pulitura e passivazione delle armature, adesivazioni e ricostruzioni minimali con malte idonee e compatibili, puliture e consolidamenti puntuali di parti in pietra, nuova impermeabilizzazione della volta. Un progetto ed un cantiere dunque solo indirizzati ad una necessaria manutenzione in attesa di una ineludibile ridefinizione del destino del “Vecchio Mercato dei Fiori di Pescia” ora avviato a riqualificazione con l'auspicio di una piena e compatibile riutilizzazione quale luogo ancora e sempre condiviso, aperto, emozionante grazie a quanto un sapiente progetto di architettura saprà proporre coniugando conservazione, creatività, predizione. In altre parole un progetto di restauro.

2. Contesto

La città di Pescia, situata nella provincia di Pistoia vicino al confine con Lucca, ha antiche origini medievali ed è da tempo immemorabile considerata il capoluogo della Valdinievole. A est del fiume Pescia si trova una parte del nucleo urbano caratterizzato dalla forma circolare derivata dalla presenza della Pieve di S. Maria, a ovest invece il paese si sviluppa con un caratteristico disegno longitudinale che rappresenta il nucleo della civitas di origini

medievali (Figura 1). A unire il polo religioso e quello civile, è il Ponte “Sdrucciolo” del Duomo.

A metà strada fra il Ponte del Duomo e la stazione ferroviaria, nei pressi degli ultimi isolati urbani edificati nell'anteguerra, fu edificato nel 1950 il Mercato dei Fiori. La realizzazione di questo edificio condizionò la successiva crescita urbana, dalla stesura del primo Piano Regolatore Generale nel 1958 alla costruzione nel 1969 del ponte Europa (detto anche "Ponte dei Fiori").

3. Il Mercato dei Fiori

A causa del tracollo economico degli anni Venti, l'attività produttiva dell'area pesciatina venne riconvertita negli anni Trenta quasi totalmente verso un'agricoltura specializzata dapprima nella produzione di piante di ulivo e successivamente di fiori recisi, per la distribuzione dei quali già nel 1925 era stata realizzata un'ampia tettoia ad uso di mercato coperto. Inizialmente questa attività era confinata e marginale, pertanto si svolgeva davanti alla loggia del palazzo del Vicario in piazza Mazzini, ma nel 1936 l'amministrazione comunale fece edificare una pensilina in cemento armato in piazza del Grano[2]. (Figura 2)



Figura 1. Pierre Mortier, Veduta di Pescia, 1663 (A. Spicciani, Pescia, città tra confini in terra di Toscana, Firenze, Silvana Editoriale, 2006)



Figura 2. Ufficio tecnico comunale, pensilina per il mercato dei fiori, 1936, piazza del Grano (archivio G. Michelotti)

3.1. Il concorso e la costruzione

Nel secondo dopoguerra la produzione floricola si era espansa ulteriormente dal centro del paese fino alla periferia sud. Visto il notevole sviluppo economico e commerciale[3], per accogliere le esigenze di una produzione in forte espansione, nell'agosto del 1948 il Comune bandì un concorso nazionale[4] per realizzare una piazza coperta, non distante dal centro, di almeno 2500 mq, da destinarsi a mercato orto-floro-frutticolo e all'occorrenza per eventi pubblici[5].

Il bando del 1948 individuava l'area di intervento di circa 10500 mq, ceduta da un privato a titolo gratuito, e riportava nel dettaglio le diverse funzioni necessarie, le loro relative metrature, i costi previsti, nonché la sistemazione urbanistica e della viabilità. Inizialmente era stato disposto anche l'impiego di una struttura di copertura in cemento armato ma in seguito venne eliminato il vincolo tecnologico e specificato che questa nuova costruzione dovesse essere predisposta per ulteriori ampliamenti[6].

Il progetto che venne proclamato vincitore fu quello del gruppo contraddistinto dal motto “Quadrifoglio” [7], composto dagli architetti Giuseppe Giorgio Gori, Enzo Gori, Leonardo

Ricci, Leonardo Savioli e l'ingegnere Emilio Brizzi. In quell'occasione la commissione stabilì anche un'importante quanto lungimirante raccomandazione all'Amministrazione comunale di Pescia, ossia quella di istituire nella zona del nuovo mercato un vincolo edilizio per impedire che venissero lì costruite “case troppo lontane da una pulita forma architettonica”[8]. I lavori, iniziati nel 1950, si prolungarono fino al 1953[9].

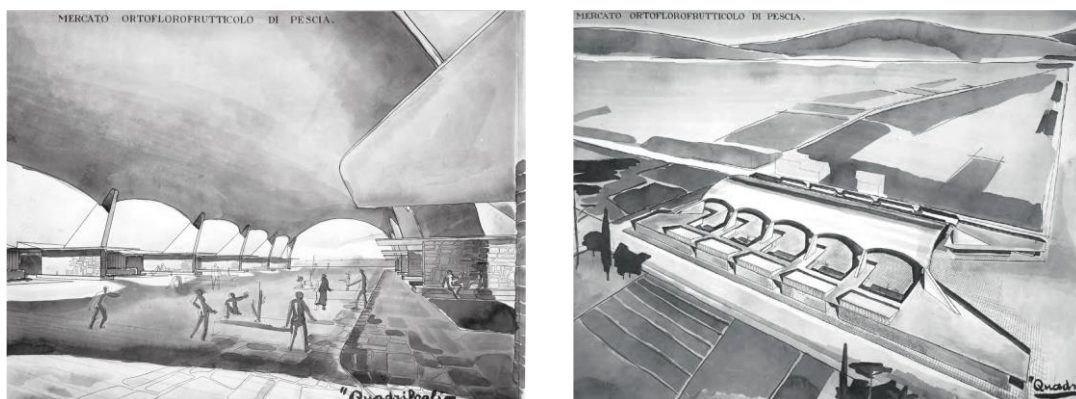


Figura 3. Motto Quadrifoglio, Gori e coll., progetto (archivio privato, Firenze)

L'opera architettonica si sviluppa in orizzontale lungo l'asse est-ovest e articola i suoi locali attorno al vasto salone delle contrattazioni, di circa 1700 mq, posto al centro e interamente coperto dalla maestosa volta sottile. Sul fronte è presente una cancellata a doppio battente sormontata da recinzioni metalliche eseguite nel 1952.

Questo particolare sistema di copertura permette l'illuminazione naturale degli spazi sottostanti attraverso i dodici archi parabolici e, vista l'assenza di elementi di sostegno verticali che ne ostacolerebbero la fruizione, rende la piazza funzionalmente flessibile.

La volta, che sembra quasi una “tenda” tesa dal vento[10], è realizzata con travetti di tipo SAP, di spessore in chiave di 15 centimetri, e scarica su 12 setti laterali in cemento armato. Questi si alternano con gli archi parabolici che costituiscono il bordo della volta stessa, e si presentano come speroni triangolari il cui profilo superiore è determinato dalla risultante dei carichi della volta[11]. Planimetricamente sono allineati in direzione nord-sud, paralleli alla volta in numero uguale su ogni lato, ad eccezione dei quattro angolari che si dispongono secondo le diagonali del lotto per svolgere un'opportuna funzione di controventamento. Per provare ulteriormente la fattibilità strutturale di questo progetto, venne realizzato un plastico in scala in celluloido che venne sottoposto a prove di carico presso il Politecnico di Milano (Figura 4).

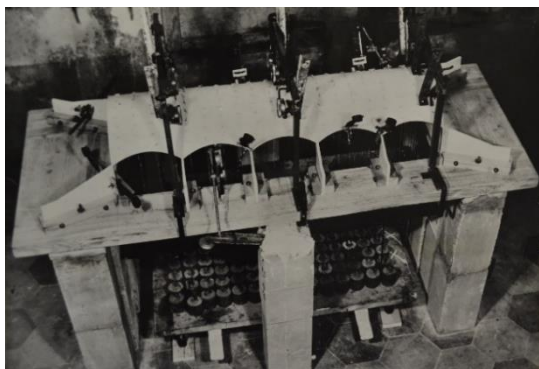


Figura 4. Le prove sul plastico di celluloido al Politecnico di Milano, 1950 (fotografia, Archivio del Comune di Pescia)



Figura 5. Gori e coll., veduta nord-ovest, 1951 (foto Bonini, Pescia)

Ai due lati maggiori si sviluppano trenta locali destinati al commercio, alla logistica e a vari uffici che appaiono come un basamento, quasi una “fortificazione”, ma non hanno una funzione strutturale; a differenza delle altre parti in cui il cemento armato è a vista con l'impronta visibile dei casseri in legno, esternamente sono rivestiti con bozze di pietra calcarea regolari, poste in opera a filaretto. La scelta di una cortina mono materica, oltre che accentuare la leggerezza della volta, sottolinea l'effetto plastico dei prospetti lunghi caratterizzati dall'alternarsi di volumi compatti e piccole aperture sulla strada. Questi stretti passaggi pedonali di accesso alla piazza coperta negano la vista dell'interno e costituiscono una sorta di richiamo alla geometria del tessuto urbano medioevale[12].

La struttura è caratterizzata da una geometria definita e precisa, ben analizzata e descritta da M. Ciampi, 2017[13]. (Figura 6)

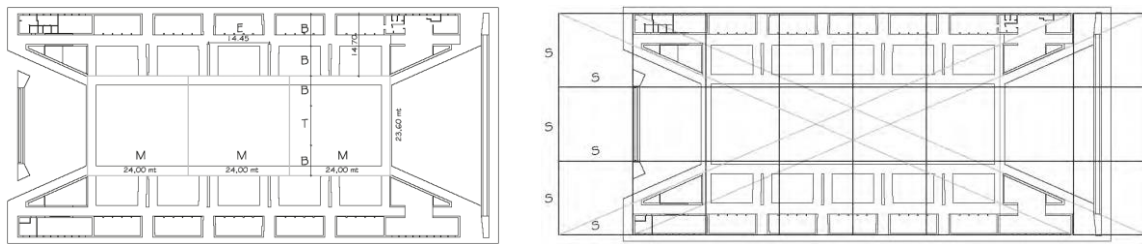


Figura 6. Lettura del progetto della piazza mercato dei fiori, M. Ciampi

Nel 1956 la struttura della volta veniva così descritta:

“Il profilo degli archi segue una curva spaziale anche se poco sensibile. Ne risulta una curva praticamente coincidente con una parabola.”[14]

L'impiego della morfologia parabolica richiama un fenomeno architettonico che andava diffondendosi in quel periodo grazie alla sua grande economicità, leggerezza e versatilità, ma ancora in gran parte sconosciuto[15].

La scelta di questa specifica tipologia di copertura per il Mercato dei Fiori costituisce una certa unicità e originalità se confrontato con altre coeve esperienze architettoniche internazionali destinate al commercio e alla compravendita.

3.2. Il Nuovo Mercato dei Fiori e l'abbandono

Il progetto del Mercato venne accolto molto positivamente dalla critica: riscosse successo e gradimento non solo tra i tecnici ma anche dai cittadini. Questo senso di soddisfazione generale durò poco: a causa dell'incremento esponenziale dell'attività produttiva[16] lo spazio per la contrattazione appariva nuovamente insufficiente; fu deciso quindi in via provvisoria di coprire le zone davanti ai magazzini con delle tende oblique ancorate agli speroni per sfruttare al meglio tutto lo spazio possibile. (Figura 8)

Questa soluzione riuscì ad arginare il problema solo per poco tempo. Nel 1967 una commissione tecnica nominata dal Comune analizzò le prospettive di sviluppo del settore della floricoltura pesciatina prevedendo una crescita incoraggiante, il che confermò l'inefficienza e inadeguatezza della struttura del mercato[17].

Si decise di costruire una nuova struttura consona alle aspettative e nel 1969 il Consiglio comunale approvò il bando di concorso per la costruzione del nuovo Centro di commercializzazione dei fiori dell'Italia Centrale[18,19,20]. La costruzione del progetto venne avviata nel 1975 e il nuovo mercato entrò in funzione nel 1988.

L'originario Mercato dei Fiori diventò quindi ipso facto il Vecchio Mercato dei Fiori. Utilizzato saltuariamente per alcune edizioni della Biennale del Fiore, andò via via a perdere

la sua funzione all'interno del tessuto urbano. Il repentino cambio di destinazione del fabbricato, da mercato brulicante di vita a rimessa di veicoli e magazzini di deposito, poco utilizzato dai cittadini e non più accessibile ad eventi della collettività, ha fatto sì che man mano l'interesse a mantenerlo efficiente e in buone condizioni sia andato diminuendo, destinandolo sempre più a versare in uno stato di abbandono, senza opere complete di manutenzione e di restauro.



Figura 7. Piazza Mercato, commercializzazione dei fiori (cartolina postale edita da Sandri nel 1954)



Figura 8. Copertura delle piazzole laterali con laminato plastico flessibile, contrattazione dei fiori, anni 1960 (archivio della Biennale del Fiore)

3.3. Progetti e interventi recenti

A partire dal 2005 si delinea l'intenzione da parte del Comune di ristrutturare e riqualificare l'area dell'ex Mercato. Viene redatto uno studio di fattibilità dagli uffici tecnici interni del Comune e vengono stilate delle linee guida con la previsione dell'inserimento nell'edificio di strutture terziarie e commerciali: sostanzialmente si prospettava la sua trasformazione in un centro commerciale. Nel 2007 il Comune di Pescia rende noto un Avviso Pubblico di Project Financing, e nel 2008 la giunta municipale dichiara di pubblico interesse la proposta formulata dal raggruppamento di imprese Consorzio Toscano Cooperative Soc. Coop. e CMSA Soc. Coop[21]. L'architetto Adolfo Natalini, incaricato dalla concessionaria dell'intervento CMSA, redige una variante al progetto preliminare del Project Financing a seguito delle indicazioni recepite dalla Soprintendenza:

“Il progetto è stato semplificato nella piazza interna per mezzo di pareti vetrate rettilinee [...]. Le grandi vetrate permettono la massima trasparenza e racchiudono in una sorta di teca le strutture originarie mettendole in risalto. [...] Lo spazio principale definito dalla parete verticale trasversale ha una copertura piana perforata da grandi oblò che rendono visibile la volta. Sottili colonne metalliche sostengono le coperture in tutti i nuovi spazi [...]. Le nuove strutture sono così indipendenti dalle esistenti. La piazza interna dovrà integrarsi col nuovo progetto per la piazza dei Fiori e i nuovi parcheggi sotterranei.”[22]

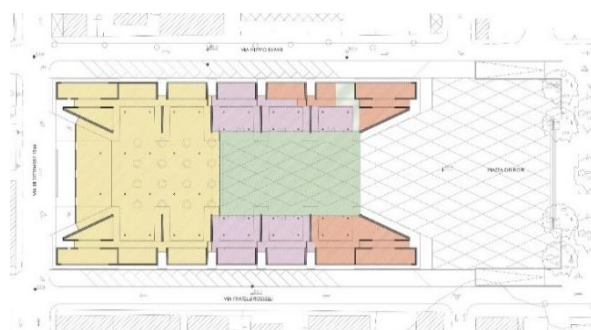


Figura 9. Pianta e vista prospettica interna, Natalini Architetti con CMSA Ufficio Progetti, Ristrutturazione Urbanistica e Riqualificazione dell'ex Mercato dei Fiori, Variante al Progetto Preliminare, 2010

3.4. Condizione attuale

Nel 2019 il Comune riacquisisce la titolarità degli interventi sulla struttura e approva un progetto esecutivo di riqualificazione funzionale dell'ex-Mercato dei Fiori di Pescia[23].

Il primo stralcio comprende il consolidamento della volta di copertura, degli speroni in cemento e delle coperture laterali, nonché l'illuminazione e l'installazione di un pavimento multiuso. È previsto faccia seguito un secondo lotto di lavori per l'esecuzione di opere impiantistiche specialistiche, finalizzate a rendere la struttura idonea ad un uso polifunzionale. L'obiettivo dell'intervento è il recupero della struttura per permetterne una futura fruizione come piazza coperta dedicata ad attività sportive e culturali. Vi è previsto lo svolgimento del mercato settimanale, nonché attività di promozione del territorio[24].

A inizio 2022 le opere che riguardano il primo lotto risultano realizzate per circa il 70%, con il risanamento strutturale della volta, della pavimentazione, dei solai laterali e l'illuminazione ordinaria[25].

Con l'approvazione nel 2019 di questo progetto viene scongiurata la possibilità della trasformazione del Mercato dei Fiori in centro commerciale prospettata dai progetti iniziali del Project Financing. Anche nella variante al Progetto Preliminare del 2010, redatta dall'architetto Natalini, veniva confermato l'inserimento di una media struttura di vendita, ovvero la Coop, di circa 1400mq, che di fatto avrebbe chiuso e dimezzato l'area della piazza coperta (Figura 9). Attualmente questa struttura di vendita non è più prevista e la piazza coperta rimarrebbe libera e fruibile.



Figura 10. Fotografia, 2018

4. Riuso adattivo dell'ex Mercato dei Fiori

L'ex Mercato dei Fiori per decenni è stato lasciato a subire il passare del tempo, privato della dovuta manutenzione e senza una nuova funzionalità in grado di renderlo accessibile e vivibile da parte della popolazione. Dall'analisi delle vicende più recenti tuttavia emerge chiaramente l'intenzione da parte del Comune di recuperare alla propria storia questo manufatto della modernità. Dai comunicati stampa viene sottolineata la volontà di sfruttare gli spazi aperti con funzione polivalente: si prevedono opere finalizzate al miglioramento del comfort acustico per rendere la struttura idonea a un ampio ventaglio di utilizzo, tra cui eventi musicali e convegnistica. Per il momento gli interventi eseguiti si riferiscono per lo più al consolidamento delle strutture in quota e al miglioramento delle finiture (pavimentazione).

L'ex Mercato dei Fiori senza dubbio rappresenta un momento significativo dell'architettura contemporanea toscana ad opera di grandi maestri dell'architettura, e costituisce una risorsa sociale culturale ed economica: il suo recupero permetterebbe ai cittadini di riappropriarsi di un luogo nevralgico della città. Risulta necessario garantirne la conservazione e il mantenimento fisico, operazione che il Comune sta già mettendo in atto con le opere avviate nel 2019. Emerge anche la necessità di considerare questo manufatto un patrimonio per la collettività che lo ha prodotto e per coloro che ancora potranno fruirlo in una rinnovata veste, mediante l'individuazione di strategie coerenti con il complesso di valori di cui è portatore. Garantire l'uso dei beni architettonici assicura la manutenzione ad esso connessa e quindi la salvaguardia dei presupposti fondamentali per la conservazione, e riporta all'attenzione della comunità l'evidenza di un valore sociale e culturale. Rappresenta inoltre la possibilità di ottenere una leva per la produzione di valore economico.

In questa prospettiva, il riuso adattivo della struttura del Mercato può svolgere un ruolo determinante non soltanto in termini di incremento del suo ciclo di vita, ma anche come strategia urbana capace di generare nuovi valori economici, culturali e sociali, supportando dinamiche di sviluppo locale.

4.1. Proposta progettuale

Intervenire su un edificio esistente è un'operazione che non può prescindere da una sua rilettura che tocca diversi ambiti: la storia e i cambiamenti subiti, la forma e la struttura dell'edificio, il contesto in cui si inserisce e i rapporti che ha con esso, le nuove funzioni possibili e compatibili. Va inoltre analizzato l'aspetto simbolico, per comprenderne i valori che rappresenta per la memoria collettiva.

L'obiettivo che ci si pone è quindi l'elaborazione di una strategia di riuso per l'ex Mercato dei Fiori: trasformarlo da edificio dismesso a luogo di incontro vissuto dalla comunità, attraverso l'inserimento di nuove funzioni compatibili e in grado di salvaguardare i valori intangibili di identità e tradizioni che esso veicola.

Prendendo come base la caratteristica geometricità del manufatto, si può ritrovare in pianta una scansione spaziale modulare, ampliabile sulla Piazza dei Fiori antistante (Figura 11). All'interno di questa maglia geometrica possono trovare spazio diverse funzioni, sia negli ambienti coperti che nelle aree aperte (Figura 12).



Figura 11. Matrice geometrica progettuale



Figura 12. Inserimento delle funzioni nella matrice geometrica

La rifunionalizzazione degli spazi segue il concetto di compatibilità con il contesto urbano e sociale in cui il manufatto è inserito, nonché con la vocazione del manufatto stesso. L'obiettivo è garantire un uso e una fruizione quotidiana e continuativa, in modo da donare una nuova vitalità a tutta l'area circostante arricchendola con elementi capaci di funzionare da catalizzatori sociali. Si prevedono quindi attività commerciali di piccole dimensioni, quali botteghe di produttori e artigiani locali; nonché funzioni ricreative, quali una scuola di musica, una zona ristoro, e aree esterne attrezzate.

Per le chiusure verticali e orizzontali delle nuove attività inserite ai lati del mercato si prediligono materiali e soluzioni leggeri, in modo da non agire in maniera invasiva nei confronti delle preesistenze ma al contrario cercando di sottolineare e mettere in risalto le strutture degli speroni e della volta.

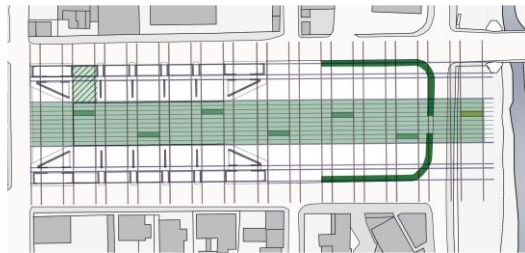


Figura 13. Sviluppo progettuale del verde nella matrice geometrica

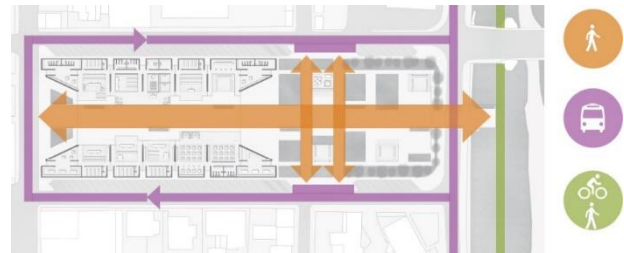


Figura 14. Schema di viabilità di progetto

Data l'origine della struttura come Mercato dei Fiori, è risultato opportuno un collegamento filologico con la tradizione del settore orto-floro-frutticolo, prevedendo tra le funzioni anche l'inserimento di un punto vendita dedicato alla floricoltura.

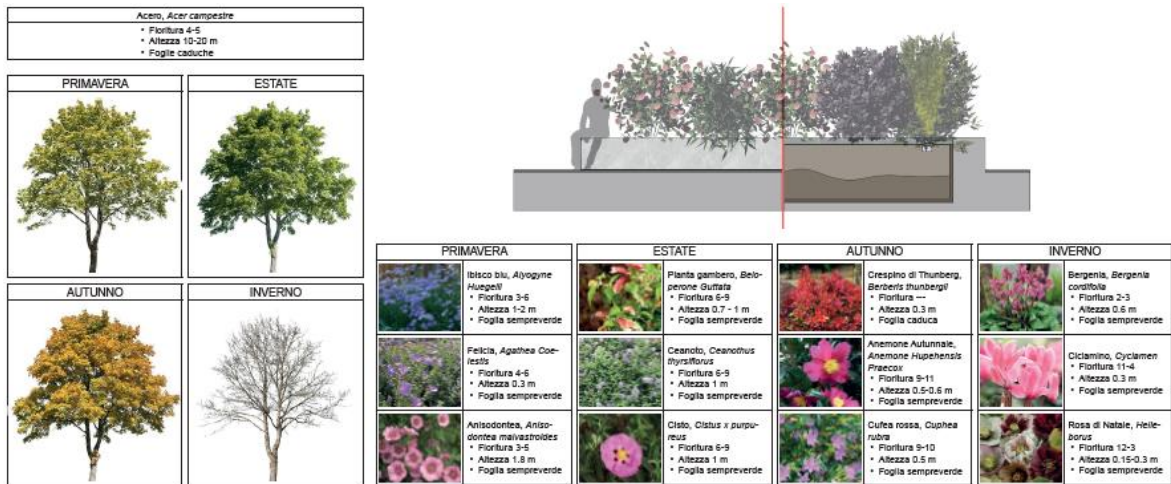


Figura 15. Studio delle essenze arboree e arbustive



Figura 16. Particolari in prospettiva delle zone ricreative esterne

Sempre tenendo in considerazione l'origine funzionale del manufatto e volendo mantenere un forte legame con la storia e la tradizione, si è ritenuto necessario uno studio del verde per la previsione di essenze arboree e arbustive per ottenere un'area verde sempre fiorita in ogni stagione, selezionando alcune specie arbustive in base al loro periodo di fioritura, sistemate in fioriere modulari con incorporata una seduta. Viene inoltre proposto l'inserimento di essenze arboree lungo il perimetro di Piazza dei Fiori, con l'obiettivo di creare una barriera visiva, acustica e contro lo smog tra l'area pedonale della nuova piazza e il fronte stradale. (Figura 13 e Figura 15)

La rinnovata Piazza dei Fiori e la piazza coperta del mercato si configurano quindi come un'unica passeggiata continua, e la grande volta torna ad assumere la funzione di “cannocchiale prospettico” verso il fiume Pescaia.

Gli ampi spazi, sia all'aperto che sotto la storica volta, rimangono liberi e fruibili anche in chiave polivalente per eventi di varia natura, caratteristica che va incontro alle volontà del Comune chiaramente espresse nel progetto esecutivo che sta attuando.

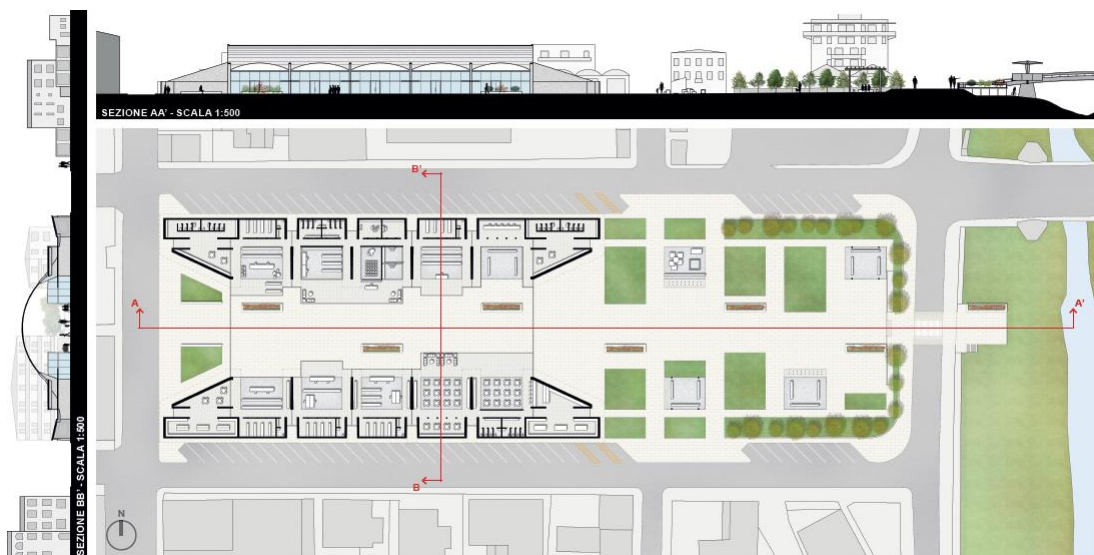


Figura 17. Pianta e sezioni di progetto

5. Conclusioni

Quando si acquisisce la consapevolezza necessaria a dichiarare che un edificio di qualsiasi genere e di qualsiasi epoca vada recuperato, è implicita un'ulteriore presa di coscienza: questo manufatto ha valore per un'intera comunità che si riconosce nei valori culturali che esso esprime e lo considera parte della propria storia.

Il presente studio ha cercato di dare una risposta il più possibile completa e coerente all'esigenza della comunità pesciatina di recuperare uno dei suoi edifici monumentali, l'ex Mercato dei Fiori, dimenticato sotto un fitto strato di solitudine e degrado per anni e solo recentemente interessato da interventi di recupero.

L'iniziale analisi dei processi storici e urbanistici che hanno portato alla costruzione e alla situazione attuale del complesso architettonico è servita ad analizzare e comprendere non solo l'evoluzione dell'oggetto in sé ma anche del pensiero umano riguardante la progettazione dei propri spazi di lavoro e di aggregazione. La storia inoltre fa comprendere ciò che è stato in passato per dare senso alle nuove scelte, per un futuro che rispetti le memorie storiche.

Una sistematica analisi conoscitiva del caso studio fa sì che il processo di valutazione delle indagini generi delle successive scelte progettuali mirate, realizzabili e in grado di soddisfare i bisogni dei committenti. Non tutto il patrimonio architettonico trae giovamento dall'essere musealizzato o dal tornare a svolgere le originali funzioni, ma può, invece, eccellere grazie al recupero, alla riqualificazione e all'adattamento a nuovi usi nel rispetto della memoria storica del sito e dell'impianto architettonico. La soluzione del riuso adattivo è una scelta sostenibile, pone un limite al consumo di suolo, rivitalizza un edificio e trova soluzioni al fenomeno del degrado urbano, rinnova la città partendo dal suo stesso tessuto e ovvia alla mancanza di nuovi spazi per la collettività.

L'ex mercato dei fiori di Pescia è un esempio emblematico del fatto che, anche a seguito di un periodo di degrado e inutilizzo, una struttura votata al lavoro possa di nuovo rappresentare un punto focale della vita cittadina, offrendo attività e servizi per tutti, diventando un nuovo polo sociale, commerciale e aggregativo all'interno di un monumento che rappresenta un vero e proprio documento della storia locale e non solo.



Figura 18. Viste prospettiche di progetto

Riconoscimenti

Il capitolo introduttivo è stato scritto dal Prof. Maurizio De Vita, i seguenti capitoli sono stati redatti da Laura Marchionne e Elisa Parrini. Questo lavoro nasce come sintesi e aggiornamento del materiale prodotto in occasione del corso “Laboratorio di Recupero” tenuto dai proff. Ulisse Tramonti, Riccardo Renzi, Marta Berni, A.A. 2018-2019 presso il Dipartimento di Architettura, Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio, Università degli Studi di Firenze.

Referenze

- [1] Progetto e Direzione dei lavori di Maurizio De Vita (all'epoca Studio Gurrieri De Vita Gurrieri) con C. Anzilotti, G. Biagini. R.U.P. Franco Filippelli, Alta Sorveglianza Soprintendenza BB.AA.P. Valerio Tesi. Gli esiti di tali opere di restauro sono in M. De Vita, Considerazioni sul Restauro del Moderno: il caso dell'ex Mercato dei Fiori di Pescia, in *Architetture in cemento armato, orientamenti per la conservazione* a cura di R. Ientile, Milano 2008
- [2] Sezione Archivio di Stato di Pescia, Comune di Pescia, Postunitario, 413, fasc. XI, relazione, Sistemazione della piazza del grano e costruzione di tettoia per mercato
- [3] G. Magnani, Appunti sull'evoluzione della floricoltura e del vivaismo a Pescia, in G. Magnani (a cura di), *Floricoltura e vivaismo a Pescia. Passato, presente, futuro*, Firenze, Etruria, 2001, pp. 55-71
- [4] Comune di Pescia, Relazione sull'opera svolta dalla Civica Amministrazione dal periodo susseguente la Liberazione (8 settembre 1944) al maggio 1951, Pescia, *Arte tipocartotecnica Valdinievole*, 1951, p. 33
- [5] C. Massi, Le strutture architettoniche per il commercio dei fiori a Pescia, in G. Magnani (a cura di), *Floricoltura e vivaismo a Pescia*, cit., pp. 116-131

- [6] Biblioteca di Scienze Tecnologiche, Architettura, Università degli Studi di Firenze (da ora in poi BST) Fondo Papini, 709; infra, appendice documentaria, Chiarimenti al bando di concorso, 20 novembre 1948
- [7] Archivio Comune di Pescia, Mercato dei fiori, disegni; infra, appendice documentaria, Relazione della commissione giudicatrice, 11 febbraio 1949
- [8] Ibidem
- [9] L'importo del progetto, comprese le spese impreviste e la direzione dei lavori, fu di circa 40 milioni, contenuto in Comune di Pescia, Relazione sull'opera svolta dalla Civica Amministrazione dal periodo susseguente la Liberazione (8 settembre 1944) al maggio 1951, Pescia, Arte tipo-cartotecnica Valdinievole, 1951, p. 36
- [10] A. Belluzzi, C. Conforti, Architettura italiana 1944-1984, Roma-Bari, Laterza, 1985, 19892; nuova edizione riveduta e ampliata, Architettura italiana 1944-1994, Roma-Bari, Laterza, 1994
- [11] A. Belluzzi, C. Conforti, Architettura italiana 1944-1984, Roma-Bari, Laterza, 1985, 19892; nuova edizione riveduta e ampliata, Architettura italiana 1944-1994, Roma-Bari, Laterza, 1994
- [12] G.K. Koenig, Architettura in Toscana 1931-1968, Torino, ERI, 1968
- [13] Interpretazione ottenuta grazie alla consulenza di Alberto Bove, professore di Scienza delle Costruzioni, del Dipartimento di Architettura di Firenze, contenuto in M. Ciampi, Lettura del progetto della piazza mercato dei fiori, in C. Massi (a cura di), Mercati dei fiori a Pescia, Pisa, Edizioni ETS, 2017
- [14] Il mercato dei fiori di Pescia, "Casabella", n. 209, gennaio-febbraio 1956, pp. 28-33
- [15] Modica M., Santarella F., Paraboliodi, un patrimonio dimenticato dell'architettura moderna, 2015
- [16] G. Gori, Mercato dei fiori a Pescia, «Modelli di Firenze», n. 2, 1959, pp. 53-56
- [17] Archivio Comune di Pescia, Relazione della commissione tecnica di studio per il mercato dei fiori, 1967
- [18] Archivio Comune di Pescia, Consiglio Comunale del 18 ottobre 1969, provv. n. 98
- [19] Archivio Comune di Pescia, Deliberazione d'urgenza della Giunta comunale n. 914, 31 luglio 1969
- [20] Comune di Pescia, Bando del concorso nazionale per la progettazione di massima del nuovo mercato dei fiori di Pescia. "Centro di commercializzazione dei fiori dell'Italia Centrale", p. 1-9, 1969. Archivio Comune di Pescia
- [21] Delibera 33 del 19/02/2008 Proposta di finanza di progetto per la ristrutturazione/riqualificazione dell'ex mercato dei fiori pronuncia di pubblico interesse
- [22] Documenti Artemisia - 0904 Mercato dei Fiori Pescia - Nota Illustrativa del 01/12/2009
- [23] La giunta approva il progetto esecutivo del primo stralcio dei lavori di riqualificazione dell'ex Mercato dei Fiori, Comune di Pescia, comunicato stampa 15 luglio 2019
- [24] Sempre più vicino il recupero dell'ex mercato dei fiori di Pescia, Comune di Pescia, comunicato stampa 14 febbraio 2020
- [25] Morelli: vicini alla restituzione alla città dell'ex mercato dei fiori. Puntiamo a realizzare una biennale del fiore 2.0, Comune di Pescia, comunicato stampa 17 gennaio 2022

Una metodologia per il miglioramento del comfort e la gestione del microclima nelle chiese: un caso di studio

A methodology for the comfort upgrading and the microclimate management: a case study

De Vita Mariangela - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy; 67100, Italy, e-mail: mariangela.devita@guest.univaq.it

Marchionni Chiara – Freelance Engineer, Giulianova, Italy, ing.chiaramarchionni@gmail.com

Rotilio Marianna* - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: marianna.rotilio@univaq.it (corresponding)

Di Cresce Giovanna - Freelance Engineer, Roma, Italy, giovanna.dicresce92@gmail.com

De Berardinis Pierluigi - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: pierluigi.deberardinis@univaq.it

Abstract: The Architectural Heritage performance upgrade is an extremely interesting topic, due to the impact on the energy saving and the comfort management of the historical buildings. The ways of using the built heritage are paramount, in order to contain both the fuel consumption and the CO₂ emissions of valuable artefact on the occasion of their rehabilitation. As the way of using of the historical environment changes over time, a compatible performance upgrade is more often than not required. In particular in religious buildings, the change of intended use through the installation of new heating system has a greater impact on the conservation and on the original microclimate of the indoor environment. This work illustrates the case-study of the S. Vito Church in L'Aquila (Italy) for which, due to reuse needs, an energy performance update has been hypothesized, following the restoration interventions that took place in Abruzzo after the 2009 earthquake. This paper shows a design methodology for the restored Architectural Heritage that has to adapt the comfort management according to the changes in the structure method of use. In this project, the technological solutions, compatible with the restoration interventions recently applied, are hypothesized and a plant-based update is introduced with the aim of achieving a more comfortable and flexible use of the liturgical hall.

Keywords: Architectural Heritage, Conservation, Non-Destructive Diagnostic Techniques, Energy simulations, Indoor Comfort

1. Introduzione

Per secoli il clima è stato il fattore che ha maggiormente influenzato le condizioni termoigrometriche degli edifici di culto [1], spesso sprovvisti di impianti performanti, se non del tutto assenti, il cui utilizzo indiscriminato diveniva spesso un elemento di criticità per la conservazione e la tutela dei valori architettonici e del pregio [2]. Gli ambienti liturgici delle chiese sono solitamente caratterizzati da grandi volumi e da sistemi costruttivi massivi ad elevata inerzia termica, che pur assicurando un discreto comfort termico estivo vedono assai critiche le condizioni in regime invernale.

Con la diffusione delle tematiche inerenti le necessità di contenimento dei consumi energetici e di miglioramento delle condizioni di comfort, anche gli edifici di culto sono divenuti oggetto di interesse da parte della comunità scientifica internazionale in relazione a tali ambiti di ricerca, e ciò soprattutto nei Paesi dove questi edifici sono numerosi e dunque impattano sul conseguimento degli obiettivi di sostenibilità (SDGs) dell'Agenda 2030. Ad esempio in Italia, che possiede il 4,7% del patrimonio architettonico mondiale, il quale rappresenta il 46% dell'intero Paese, ed anche in molti altri Paesi del bacino del Mediterraneo [3].

Negli ultimi anni, il tema del comfort ambientale del patrimonio culturale è stato associato con forza alla necessità di miglioramento prestazionale degli edifici, in relazione al contenimento del consumo di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento. Ciò nonostante, è opportuno considerare che non sempre impianti termici efficienti sono in grado di garantire al tempo stesso il comfort dell'utenza ed il risparmio di energia: la modalità di fruizione dell'ambiente è, infatti, la variabile determinante da controllare e gestire a tal scopo, soprattutto considerando i cambiamenti della destinazione d'uso che le architetture storiche subiscono nel tempo. Oltre questo, sono ancora molti altri gli aspetti da considerare e le criticità da risolvere [4]. Tra le principali è possibile annoverare le problematiche inerenti il mantenimento del microclima interno per finalità conservative, la mancanza di conoscenza delle proprietà degli elementi di involucro - spesso caratterizzati da elementi costruttivi anisotropi [5] rimaneggiati negli anni, l'assenza di specifici software di calcolo per la progettazione e la gestione del patrimonio, dedicati quasi esclusivamente ad edifici di nuova realizzazione [6]. Il tema dunque è particolarmente sentito nella comunità scientifica internazionale con una crescita dell'interesse dei ricercatori proprio negli ultimi anni. [7] studiano come migliorare le prestazioni energetiche di una delle partizioni di una chiesa storica mirando a ridurre il degrado costruttivo dell'elemento e, allo stesso tempo, a mantenere il microclima interno appropriato per finalità conservative. [8] individuano le strategie di miglioramento delle prestazioni energetiche di un edificio storico a Zakopane (Polonia) effettuando analisi non invasive, individuando gli elementi di criticità ed introducendo un layer di isolante termico sull'interfaccia interna dell'involucro. [9] verificano l'applicazione di strategie passive selettive in due edifici ecclesiastici poiché ritengono necessario dare priorità a tali sistemi rispetto a quelli di condizionamento meccanico per il conseguimento di un ambiente interno sostenibile e confortevole. Per quanto argomentato, è evidente come la ricerca inerente il miglioramento delle condizioni di comfort negli ambienti liturgici non risulti conclusa, poiché molti sono i gap da colmare, gli approfondimenti da svolgere ed i risultati da conseguire. Con il presente articolo si intende contribuire al superamento delle criticità rilevate mediante l'elaborazione di una metodologia volta all'ottimizzazione della gestione del comfort ambientale e del microclima interno delle chiese in seguito ad interventi di restauro, riuso e rifunzionalizzazione.

2. Comfort e fruizione

Nel passato il principale “diaframma di regolazione” del comfort degli edifici storici era l'involucro: grazie alla peculiare proprietà di modulare lo scambio termico tra ambiente

interno ed esterno, le murature massive in pietrame concorrevano in maniera dominante alla definizione del microclima interno delle architetture, essendo queste prevalentemente sprovviste di impianti termici per il riscaldamento [10].

L'adeguamento prestazionale e impiantistico, spesso spregiudicato, che ha interessato il patrimonio culturale negli ultimi decenni del XX secolo non ha investito con la stessa velocità e voracità i manufatti a "fruizione discontinua" come gli edifici di culto, per motivazioni legate prevalentemente alla scarsa efficienza degli impianti termici in relazione agli importanti volumi e, dunque, all'effettiva convenienza in termini di costi e benefici degli investimenti. A causa di questo processo, il microclima negli ambienti liturgici può considerarsi generalmente poco alterato rispetto all'originario, e ciò ha consentito una più agevole conservazione delle opere di pregio in essi presenti [11].

Negli ultimi decenni, anche grazie all'attenzione verso il monitoraggio dello stato di conservazione dei manufatti storici in relazione al modificarsi della fruizione degli ambienti, è stato possibile sperimentare l'applicazione di sistemi di riscaldamento contemporanei - ad esempio i pannelli radianti a pavimento, già molto utilizzati per la climatizzazione di abitazioni e uffici - anche nei luoghi di culto, riscontrando un discreto successo in termini di impatto sulla conservazione dei valori storico artistici, considerate le basse temperature di esercizio dei fluidi termovettori impiegati [12].

Di contro, nei manufatti che non hanno subito recenti restauri e ristrutturazioni, per contrastare il discomfort si riscontra un diffuso utilizzo di split elettrici o di lampade ad infrarossi che, pur garantendo estrema flessibilità, reversibilità, basso costo di installazione e gestione e una messa a regime immediata, presentano numerose controindicazioni legate al discutibile impatto estetico, al rilascio di gas nell'ambiente, al rischio di incendio e di compromissione delle superfici investite dalla sorgente di calore [13, 14].

3. La metodologia

Il comportamento energetico di un edificio è fortemente legato al funzionamento del suo involucro, che rappresenta un elemento potenzialmente dinamico e capace di integrare molteplici aspetti legati alla prestazione ambientale: termici, igrometrici, luminosi, igienici, ecc.

Rappresentando il confine tra l'ambiente esterno e quello interno, l'involucro edilizio svolge, tra le altre, l'importante funzione di garantire la qualità dell'abitare: esso governa i flussi energetici nelle diverse stagioni, controlla gli scambi termoigrometrici, garantisce la ventilazione e l'illuminazione naturale, riduce la trasmissione del rumore negli ambienti interni. E' quindi fondamentale conoscerne le caratteristiche e le prestazioni originarie, al fine di impostare poi un corretto processo di efficientamento prestazionale [15].

Per tale motivo, per un progetto di riqualificazione energetica coerente e compatibile, sarebbe opportuno affiancare all'analisi del rendimento degli impianti quella del comportamento dell'involucro, al fine di combinare nel retrofit interventi orientati sia alla

riduzione dei consumi che al miglioramento delle proprietà termoigrometriche di murature, aperture e coperture.

Pertanto in questo lavoro le fasi del progetto di ottimizzazione prestazionale coinvolgono le analisi dello stato di fatto e, in particolare, un'approfondita diagnosi energetica effettuata per mezzo di una campagna di monitoraggio eseguita con metodi di analisi non distruttiva, quali la tecnica termografica [16] e quella termoflussimetrica [17]. Entrambe di natura non invasiva, la prima permette l'analisi qualitativa delle criticità presenti, la seconda l'analisi quantitativa delle prestazioni termiche dell'involucro attraverso l'individuazione dei valori di trasmittanza termica reali degli elementi di fabbrica. Sulla base dei dati ottenuti, sono state individuate le principali criticità prestazionali del manufatto a cui si è conseguentemente associata una soluzione progettuale fissando, come obiettivo di retrofit prioritario, un'ottimizzazione del comfort attraverso interventi che garantiscono una continuità materiale con la struttura - recentemente restaurata - e con il suo attuale utilizzo.

Gli step del processo progettuale possono essere sintetizzati come segue:

- Step 1. Analisi delle fonti d'archivio e indagini in situ finalizzate ad un'approfondita conoscenza delle caratteristiche dell'esistente e alla diagnosi energetica dello stato di fatto.
- Step 2. Analisi critica dei dati raccolti, evidenziando potenzialità e limiti dello stato di fatto, in particolare del sistema involucro-impianti.
- Step 3. Individuazione di soluzioni conformi sulla base dei criteri di minima invasività, adeguamento alla tipologia di fruizione, raggiungimento del comfort attraverso l'ottimizzazione del sistema impiantistico e l'aumento prestazionale dell'involucro.
- Step 4. Verifica dei risultati: gli step precedenti vengono validati su casi applicativi reali. Nel presente contributo, la metodologia proposta è stata sviluppata sul caso di studio della Chiesa di San Vito, sita a L'Aquila, in Italia.

4. Caso di studio: la Chiesa di San Vito, L'Aquila, Italia

La Chiesa di San Vito, a pianta rettangolare con aula unica, fu edificata nella seconda metà del XIII secolo nel caratteristico Borgo Rivera – originariamente Borgo di Acculi, per l'abbondanza delle acque del fiume Aterno che giustificano anche la presenza della prospiciente Fontana delle 99 Cannelle. Il borgo medioevale è parte del Quarto di S. Giovanni e la città di L'Aquila vede qui la sua fondazione, databile intorno alla seconda metà del 1200. La costruzione della piccola chiesa, ad opera di Corrado IV di Svevia, dopo pochi anni dalla sua edificazione subì gravi danneggiamenti a causa del terremoto che colpì la città nel 1259. La prima ricostruzione del manufatto avvenne nel XV secolo, mantenendo l'assetto a monoaula, il portale unico, l'oculo centrale e la cornice di coronamento in facciata. Annessa alla Collegiata di S. Marciano, con la successiva cessione ai frati Bonfatelli vi furono fondati un convento e un ospedale per infermi, entrambi edificati in adiacenza al prospetto sud-ovest [18, 22].

Con il terremoto del 1703 parte della struttura venne distrutta e in sede di ricostruzione la parte adibita a convento fu trasformata in mattatoio – attualmente sede del Museo Nazionale D’Abruzzo. Pochi anni dopo la chiesa venne abbandonata come sede religiosa e solo nel 1858 Monsignore Luigi Filippi eresse nuovamente San Vito a parrocchia.



Figura 1. Valori storico costruttivi della Chiesa di San Vito

Risalgono alla prima metà del ‘900 l’innalzamento del timpano e la costruzione, sul fondo della navata, di un muro divisorio tra chiesa e sacrestia, sistemata poi a casa canonica [23,24]. Il terremoto del 2009 ha compromesso nuovamente la struttura in muratura, determinando il crollo di parte della facciata principale, oltre a danni diffusi sui maschi murari. A seguito degli interventi di restauro svolti negli anni tra il 2014 ed il 2017, la chiesa oggi si presenta in ottimo stato di conservazione, essendo lieve il degrado delle murature e limitato a fenomeni di esfoliazione ed efflorescenza, mentre è assente il danno alle strutture. La copertura a padiglione presenta capriate lignee con orditura secondaria e terziaria di arcarecci e correnti a sorreggere pianelle in cotto decorate che, ad eccezione dei prospetti esterni arricchiti dal portale scultoreo con lunetta affrescata e imbotti in pietra per le finestre, risaltano come elemento di pregio nella spazialità essenziale dell’aula caratterizzata dall’assenza di un apparato decorativo (Figura 1).

4.1 La gestione del comfort in relazione al nuovo modo d’uso

Con l’analisi dello stato di fatto, nella chiesa di S. Vito è stata riscontrata una gestione singolare degli impianti termici: l’aula è infatti attualmente dotata sia del nuovo e funzionante sistema di riscaldamento a pavimento applicato in seguito ai recenti lavori di ristrutturazione, sia di lampade ad infrarossi, queste ultime le sole effettivamente utilizzate per migliorare il comfort invernale nell’aula (Figura 2). Infatti, la discontinuità di fruizione della chiesa - che rimane inutilizzata per lunghi periodi dell’anno e, quando in uso, è adibita ad accogliere celebrazioni con cadenza settimanale - non consente ai pannelli radianti di operare in efficienza, determinando il discomfort dell’utenza e un eccessivo dispendio economico per la proprietà.

In questo scenario, la metodologia proposta viene applicata al caso di studio con lo scopo di ottimizzare la gestione del microclima e del comfort della chiesa attraverso l’ipotesi dell’applicazione di interventi poco invasivi sull’involucro edilizio e dell’integrazione di sistemi impiantistici a bassa domanda di energia e ridotto impatto ambientale. Le strategie

progettuali sono state determinate nel rispetto del progetto di efficientamento energetico già applicato in fase di restauro che, come si evince dalla diagnosi energetica dello stato di fatto, ha contribuito ad un miglioramento prestazionale dell'intero complesso architettonico [25, 26].

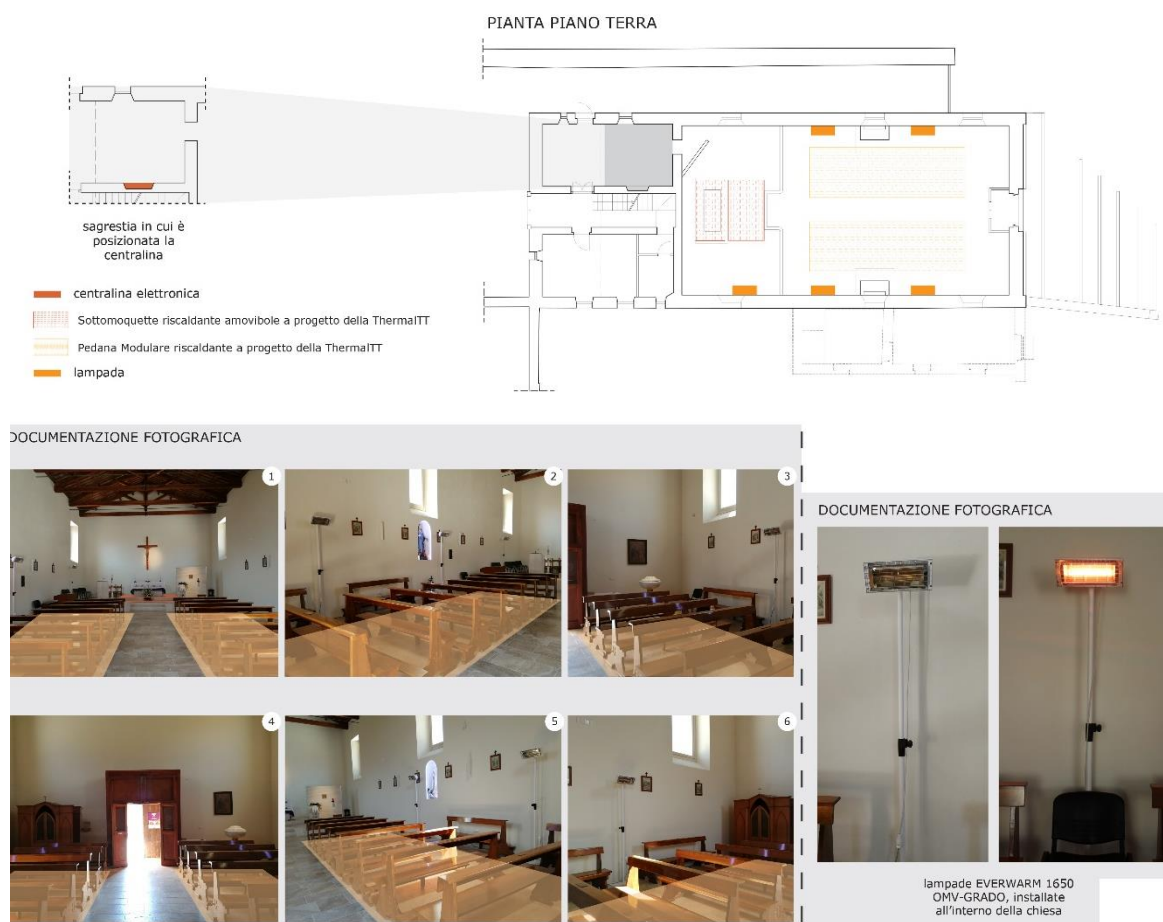


Figura 2. Analisi del sistema impiantistico

4.2 Analisi non distruttive dell'involucro della Chiesa di San Vito: la campagna termografica e termoflussimetrica

Quando si interviene sull'edilizia storica, è nota la carenza di dati relativi alla conoscenza delle prestazioni igrotermiche pre-intervento, così come tutta una serie di vincoli che rendono difficile l'individuazione di strategie compatibili [27,28]. Intervenire sulle murature storiche, soprattutto quelle vincolate come nel caso delle chiese, impone particolare attenzione nel salvaguardare le caratteristiche originarie dell'involucro: è quindi fondamentale il progetto della fase conoscitiva, che in questi casi si basa sull'utilizzo di metodi di indagine del tipo non-distruttivo.

Nel caso della Chiesa di San Vito, le prestazioni delle chiusure verticali, caratterizzate prevalentemente da conci di natura calcarea di elevato spessore (70-80 cm), sono state indagate attraverso i seguenti metodi di indagine non distruttivi:

- ricostruzione della storia evolutiva dell'involucro, basata su ricerche d'archivio e analisi visive in situ, finalizzate all'individuazione delle caratteristiche degli elementi di fabbrica e del degrado;
- campagna termografica [29], condotta in diversi momenti della giornata e con diverse modalità di acquisizione (attiva e passiva) [30], che ha permesso di individuare le principali cause del degrado tra cui la presenza di ponti termici, di dispersioni termiche, di risalita capillare (in particolare sul prospetto nord) oltre che anomalie strutturali sulla facciata principale.
- campagna termoflussimetrica, costituita da misurazioni non distruttive regolate dalla normativa ISO 9869-1:2014 [32], la quale fissa condizioni di prova molto stringenti al fine di avere risultati attendibili [33] riguardo al comportamento energetico delle murature storiche e ai loro valori di trasmittanza [31]. Prima di svolgere la misurazione è stato effettuato un sopralluogo durante il quale è stata scelta la stanza adibita a sagrestia per il posizionamento dello strumento. Ciò perché dotata di porzione di muratura omogenea oltreché equidistante da elementi costruttivi (porte, finestre, nodi di angolo). Come da norma, la misurazione si è protratta per più di 72 ore. Estrapolati i dati, è stata eseguita la loro verifica ed analisi applicando poi il metodo della media progressiva per ricavare il valore della trasmittanza della muratura indagata (Figura 3).



Figura 3. Analisi termografica eseguita sul prospetto principale della Chiesa di San Vito

5. Risultati e discussione

L'iter metodologico seguito in questo lavoro ha suggerito, a valle delle analisi conoscitive (step 1) e delle valutazioni critiche delle stesse (step 2), di progettare l'ottimizzazione del comfort ambientale intervenendo, in via prioritaria, sulla sostituzione dell'impianto termico esistente a pannelli radianti a pavimento con due tipologie di riscaldamento localizzato, su panca per l'aula e a moquette per l'area dell'altare (step 3). Tali tipologie di riscaldamento hanno il vantaggio di avere un basso impatto sul microclima, di evitare la stratificazione verticale della temperatura e di garantire il riscaldamento individuale, a

fronte, però, di una potenza termica limitata. Per questo motivo è stato necessario verificare l'efficienza del nuovo sistema impiantistico (step 4) utilizzando un software di simulazione energetica, EnergyPlus, attraverso l'interfaccia grafica Design Builder. Per una corretta costruzione del modello di simulazione si sono impiegati i dati della campagna di monitoraggio con termoflussimetro, che hanno consentito di inserire il valore effettivo della trasmittanza della muratura del caso di studio all'interno del modello di calcolo (Figura 4).



4- MONITORAGGIO

| | | | | | | |
|--|----------------------------|--|----------------------------|--|--|--|
| OGGETTIVO: | misurare la U della parete | | Documentazione fotografica | | | |
| CARATTERISTICHE MURARIE: | muratura in pitrame | | | | | |
| SPESSORE: | 70cm | | | | | |
| DATA INIZIO PROVA: | 23/02/2020 | | sonda esterna | | | |
| ORA INIZIO PROVA: | 10.00 di mattina | | | | | |
| DATA FINE PROVA: | 26/02/2020 | | piastra interna | | | |
| ORA FINE PROVA: | 11.00 di mattina | | | | | |
| DURATA: | circa 72ore | | | | | |
| NUMERO DI MISURAZIONI: | 440 | | | | | |
| TEMPERATURA MEDIA DIURNA ESTERNA: | 14°C | | | | | |
| TEMPERATURA MEDIA NOTTURNA ESTERNA: | 7.5°C | | | | | |
| TEMPERATURA MEDIA DIURNA INTERNA: | 15°C | | | | | |
| TEMPERATURA MEDIA NOTTURNA INTERNA: | 15°C | | | | | |

| | | Unità di misura | Intervallo di calcolo | Valore minimo | Valore massimo | Valore medio |
|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|
| Trasmittanza | U | W/m²K | notte tra 23/02 e 24/02 | 0.502 | 3.004 | 1.766 |
| Temperatura interna | T_i | °C | notte tra 24/02 e 25/02 | 14.4 | 16.2 | 15.2 |
| Temperatura esterna | T | °C | notte tra 25/02 e 26/02 | 2.5 | 12.3 | 7.4 |

Figura 4. Analisi termoflussimetrica svolta: le fasi operative e i risultati ottenuti

Al fine di simulare in regime dinamico il comfort degli utenti a seguito dell'intervento di ottimizzazione ipotizzato, è stato necessario individuare e analizzare nel modello solo i volumi d'aria effettivamente riscaldati dal nuovo sistema di riscaldamento localizzato, separandoli con partizioni virtuali dal resto dell'aula (Figura 5).

Lo stesso modello è stato poi utilizzato per confrontare le due tipologie di riscaldamento: quello dello stato attuale a pannelli radianti e quello localizzato dello stato di progetto. La valutazione è stata effettuata attraverso il confronto degli indici di Fanger per le due condizioni descritte: gli output riportano un aumento del comfort per lo stato di progetto, riscontrabile in tutto il periodo di simulazione scelto (un intero anno, Figura 8). Per mezzo

delle stesse simulazioni è stato inoltre stimato un risparmio in termini di CO₂ prodotta pari al 61,8%.

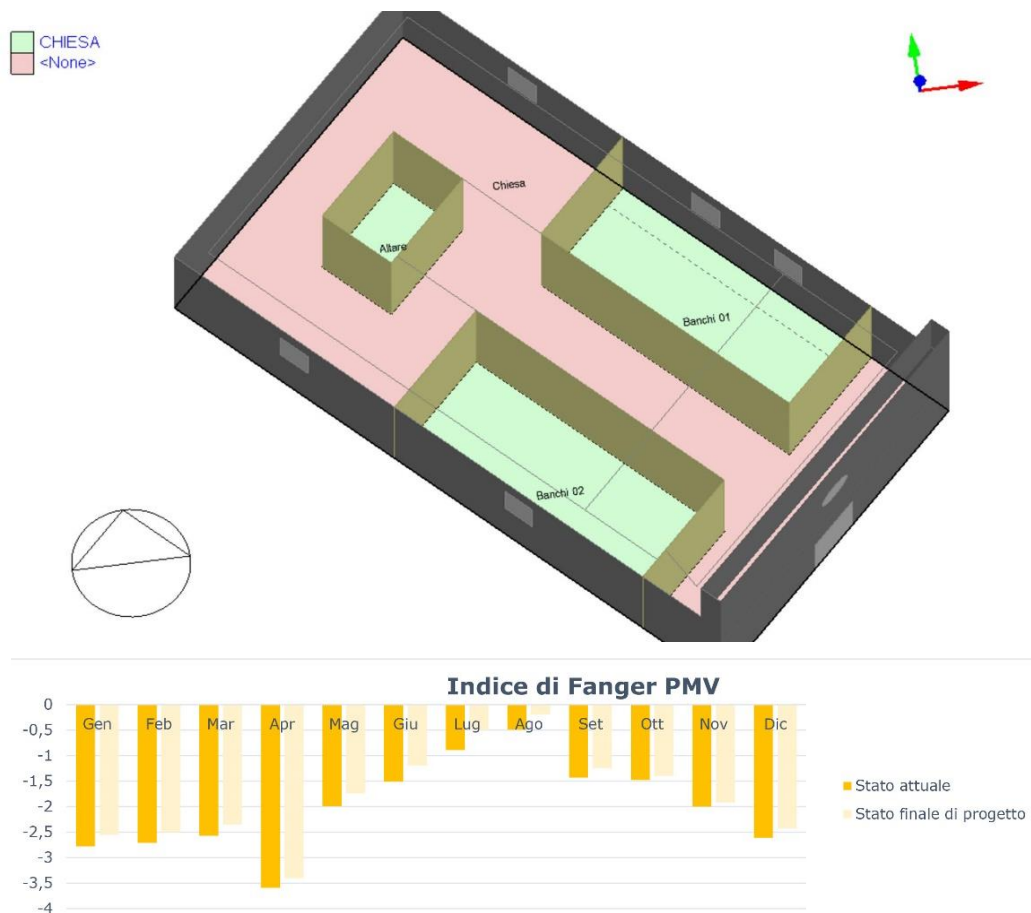


Figura 5. La costruzione del modello di simulazione della chiesa di S. Vito e l'analisi dei consumi pre e post intervento

6. Conclusioni

La lotta ai cambiamenti climatici ha portato i decisori politici e la comunità scientifica ad occuparsi prioritariamente dei temi inerenti il contenimento dei consumi, il miglioramento delle condizioni di comfort e la promozione dell'efficienza energetica degli edifici. Tale attenzione è stata recentemente rivolta anche agli edifici di culto, con un focus particolare sul tema del comfort ambientale e la gestione del microclima interno. Lo studio dello stato dell'arte ha mostrato come le sfide da superare ed i gap di ricerca da colmare sono numerosi e complessi. Pertanto il presente articolo ha inteso contribuire all'individuazione di una metodologia per il superamento di alcune delle criticità legate al comfort dell'utenza e ai consumi energetici ed evidenziate in relazione ai cambiamenti della modalità di fruizione delle chiese in seguito ad interventi di riuso e di restauro. Tale metodologia è stata poi validata mediante l'applicazione al caso di studio della chiesa di San Vito in L'Aquila. I risultati mostrano come le modalità d'uso degli ambienti siano determinanti

nella corretta individuazione degli interventi di miglioramento prestazionale da applicare, consentendo di definire soluzioni specifiche e ottimizzate per il contesto di intervento.

Author Contributions: Conceptualization, M.D.V.; Methodology, M.D.V, C.M. and M.R.; Formal analysis and data curation M.D.V., C.M. and G.D.C.; Writing original draft preparation and editing, M.D.V., C.M. and M.R.; Supervision, P.D.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

References

- [1] M. Varas-Muriel, R. Fort, (2014), Monitoring the thermal-hygrometric conditions induced by traditional heating systems in a historic Spanish church (12th–16th C), in *Energy Building*, 75, 119–132.
- [2] D. Camuffo, *Church Heating and the Preservation of the Cultural Heritage. Guider to the Analysis of the Pros and Cons of Various Heating Systems*; Electa: Milano, Italy, 2006; ISBN 88-370-5034-8.
- [3] Małgorzata Fedorczyk-Cisak, Elżbieta Radziszewska-Zielina, Andrzej Białkiewicz, Aleksander Prociak, Tomasz Steidl, Tadeusz Tataara, Maria Żychowska, Damian Piotr Muniak (2022) Energy efficiency improvement by using hygrothermal diagnostics algorithm for historical religious buildings, *Energy*, 252, 123971, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123971>.
- [4] L. Mazzarella, Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view. *Energy Build* 2015; 95:23e31.
- [5] V. Annibaldi, F. Cucchiella, P. De Berardinis, M. Rotilio, V. Stornelli, Environmental and economic benefits of optimal insulation thickness: A life-cycle cost analysis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 2019,109441, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109441>.
- [6] C. Balocco, A. Colaianni, Assessment of energy sustainable operations on a historical building. The Dante Alighieri High School in Florence. *Sustainability* 2018, 6, 2054.
- [7] L. Mazzarella, Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view. *Energy Build* 2015; 95:23e31.
- [8] Fedorczyk-Cisak M, Radziszewska-Zielina E, Orlik-Koźdoń B, Steidl T, Tataara T. Analysis of the Thermal Retrofitting Potential of the External Walls of Podhale’s Historical Timber Buildings in the Aspect of the Non-Deterioration of Their Technical Condition. *Energies*. 2020; 13(18):4610. <https://doi.org/10.3390/en13184610>.
- [9] Vella, R.C.; Yousif, C.; Martinez, F.J.R.; Hernandez, J.M.R. Prioritising Passive Measures over Air Conditioning to Achieve Thermal Comfort in Mediterranean Baroque Churches. *Sustainability* 2022, 14, 8261. <https://doi.org/10.3390/su14148261>
- [10] V. Pracchi, “Efficienza energetica e patrimonio culturale: un contributo alla discussione alla luce delle nuove linee di indirizzo”, in *Proceedings of 32th International Conference on Scienza e Beni Culturali*: Bressanone, Italy, June 28-July 1, pp. 717-726, 2016.
- [11] Aste, N., Adhikari, R. S., Buzzetti, M., Della Torre, S., Del Pero, C., & Leonforte, F. (2019). Microclimatic monitoring of the Duomo (Milan Cathedral): Risks-based analysis for the conservation of its cultural heritage. *Building and Environment*, 148, 240-257.

- [12] Zhang, Y., Zhao, C., Olofsson, T., Nair, G., Yang, B., & Li, A. (2022). Field measurements and numerical analysis on operating modes of a radiant floor heating aided by a warm air system in a large single-zone church. *Energy and Buildings*, 255, 111646.
- [13] M. Pretelli, A. Ugolini, K. Fabbri, “Historic plants as monuments” preserving, rethinking an re-using historic plants, *Journal of Cultural Heritage*, 14S, 538-543, 2013
- [14] M. Pretelli, K. Fabbri, New Concept of Historical Indoor Microclimate – Learning from the Past for a More Sustainable Future, *Procedia Engineering*, 161, 2173-2178, 2016
- [15] E. Lucchi, (2014) Riqualficazione energetica dell’involucro edilizio. Diagnostica e interventi, Dario Flaccovio Editore
- [16] UNI EN 13187:2000 - Prestazione termica degli edifici - Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi - Metodo all'infrarosso
- [17] UNI ISO 9869-1:2015 - Isolamento termico - Elementi per l'edilizia - Misurazione in situ della resistenza termica e della trasmittanza termica - Parte 1: Metodo del termoflussimetro.
- [18] Archivio arcidiocesano dell’Aquila, Volume 1290, pagg. 20-2.
- [19] Archivio arcidiocesano dell’Aquila, Volume 878/1, pagg. 301-302.
- [20] Archivio arcidiocesano dell’Aquila, Volume 893, pagg. 181-184.
- [21] Archivio arcidiocesano dell’Aquila, Fascicolo 3062.
- [22] Archivio arcidiocesano dell’Aquila, Fascicolo 586/7.
- [23] Archivio di stato, Orlando Antonini, Architettura religiosa aquilana.
- [24] Archivio di stato, Orlando Antonini, Chiese dell’Aquila- Architettura religiosa e struttura urbana.
- [25] Tesi di Laurea “Riqualficazione energetica e impiantistica della Parrocchia San Vito Martire alla Rivera”, a. a. 2018-2019. Università degli Studi dell’Aquila, Laurea in Ingegneria Edile-Architettura. Tesista: G. Di Cresce, relatore: P. De Berardinis, correlatori: M. De Vita, C. Marchionni.
- [26] A. Magrini, G. Franco, (2016) The energy performance improvement of historic buildings and their environmental sustainability assessment. *J. Cult. Herit.*, 21, 834–841.
- [27] P. De Berardinis, M. Rotilio, C. Marchionni, A. Friedman (2014) Improving the energy-efficiency of historic masonry buildings. A case study: A minor centre in the Abruzzo region, Italy, *Energy and Buildings*, 80, 415-423, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.05.047>.
- [28] C. M^a Muñoz-González, Á. L. León-Rodríguez, R. C. Suárez Medina, C. Teeling (2018) “Hygrothermal performance of worship spaces: preservation, comfort, and energy consumption”, in *Sustainability*, 10
- [29] C. Marchionni, M. Rotilio, P. De Berardinis (2020) Un protocollo di indagine per la gestione del patrimonio edilizio esistente. La termografia a supporto della diagnostica, negli atti del Congresso “Colloqui.AT.e 2020”, S.M. Cascone, G. Margani, V. Sapienza (Eds.), *New Horizons for Sustainable Architecture – Nuovi orizzonti per l’architettura sostenibile*, pagg. 1084-1097, ISBN 978-88-96386-94-1

[30]G. Roche (2012) La termografia per l'edilizia e l'industria, Maggioli Editore, Sant'Arcangelo di Romagna (RN), ISBN: 978-8838768873.

[31]UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo
UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
UNI/TR 11552 Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici, Parametri termofisici.

[32]ISO 9869-1:2014 Titolo: Thermal insulation — Building elements — In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance — Part 1: Heat flow meter method

[33]M. Rotilio, F. Cucchiella, P. De Berardinis, V. Stornelli (2018) “Thermal Transmittance Measurements of the Historical Masonries: Some Case Studies”. *Energies* 2018, 11, 2987

Methodological proposal for the analysis of the heritage values of buildings for intervention decisions

Benchenni Fatima - Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem, Algeria, fatima.benchenni@univ-mosta.dz

Monjo-Carrió Juan - Polytechnic University of Madrid, Spain, juan.monjo@upm.es

Abstract: To know how to intervene in existing buildings to ensure their authenticity, integrity, and use, we have developed a decision sheet based on the evaluation of heritage values as a criterion for intervention decisions. The objective was to propose a “value sheet” model for decision support based on an analysis of values and interventions that allow maximum recovery of each parameterized, weighted, and normalized value. This scientific research enabled us to identify the main values and sub-values in question, follow the process of estimating the values identified, and find each intervention action adapted to the recovery of each sub-value. Values and sub-values are grouped into four categories: historical-artistic values, technical values, use values, and contextual values. We have confirmed the hypothesis that it’s possible to estimate qualitatively and then quantitatively the heritage values and sub-values of any existing building, which made it possible to know whether and how to intervene by prioritizing possible actions. The decision-making reports the result of quantified values. The proposed method constitutes a new scientific tool to help in the decision-making process of architectural intervention which can be applied to real cases.

Keywords: Heritage Values, Parameterization, Decision Making Process, Recovery of the Built Heritage, Architectural Intervention.

1. Introduction

In an atmosphere where intervening on buildings has a sustainable impact, the recovery of already existing and often abandoned, or poorly exploited buildings represents the main concern of this research work. Many specialists intervene on existing buildings after they have decided on their future, each of them opts for a sometimes objective and often subjective choice facing the multiple theories and philosophies in this field without there being a consensus or rather an exhaustive judgment as a result of scientific research based on key criteria; precise, effective, and widely shared.

We believe that the decision to intervene in architectural heritage must be based on scientific and cultural criteria, which can be based on the values of the said heritage. Moreover, all the international and national recommendations have reacted to the perceived bad practices on the intervention on the built; hence the establishment of charters, declarations, laws, codes, and standards that encouraged its protection and improvement through respect for heritage values. Also, the main classical, modern and recent theories have debunked the problems of interventions related to the recovery of heritage values.

The Faro Convention (2005) [3] promotes the recognition of human values and puts them at the middle of a broader and more transversal concept of cultural heritage, and manages them as a resource for sustainability and quality of life in a constantly changing society. It promotes all values-based actions to preserve cultural heritage. It encourages the

participation of stakeholders in the process of identification, study, interpretation, protection, preservation, and enhancement of cultural heritage and its values.

To do this, we consider it necessary to determine what these values might be, order them appropriately, and then we can determine what actions are appropriate to recover each value.

This work enabled us to draw up a value sheet, which takes into account the sub-values, and their evaluation parameters estimated qualitatively and quantitatively. The estimated values: parameterized, weighted, and normalized, can help in the decision to intervene in the built heritage. In this text, the values, as well as the appropriate intervention actions, have been identified and grouped through a chronologically studied critical analysis of existing proposals and debates on the subject of heritage values and intervention decision-making, according to international and national agreements and recommendations (heritage charters), national heritage laws and with the support of scientific research that has been published since the beginning of the 19th century; through the historical and chronological evolution of the notion of values and intervention until the present.

Once the values are estimated, the decision-making goes through two steps: each one is evaluated by a corresponding decision matrix; Matrix-1 to know whether to intervene or not; Matrix-2 to know how to intervene and what the actions are to do by priority. Measuring values and ranking them according to their weight (weighting) further facilitates decision-making in an intervention project.

It's a work in development as part of the preparation of a doctoral thesis in which a case study is conducted as a comparison.

2. Methodology

This decision sheet is based on the estimation of values as a key criterion for intervention decisions; the result obtained is achieved through the recognition of values, and the identification of intervention actions corresponding to each of the identified values. It's intended to be used, through its parameterization, to suggest an objective and correct intervention when making decisions.

The values and sub-values have been previously obtained from a chronological analysis of the international recommendations (heritage charters and declarations: Athens Charter, 1931; Venice Charter, 1964; Dresden Declaration, 1982; Nara Document, 1994; Krakow Charter, 2000), of the national heritage laws of several countries (Germany, England, France, Italy, Spain, Algeria), and of the theories and the scientific publications related to values since the 19th century. (*Benchenni et al., 2022*) [1]

To understand the process followed in the method of elaboration of the "value assessment form" model, we have to go through the identification of values and intervention actions.

2.1. Identification of values

The identification of the main heritage values is followed by a qualitative and then quantitative assessment of all values and sub-values: Qualitative assessment through the evaluation of value parameters, and quantitative assessment using quantitatively estimated, standardized, and weighted evaluation parameters. To judge the work objectively concerning its scientific and cultural evaluation and the emotion, it gives off, felt by the participants and users, we have tried to visualize the set of values, grouped into four main groups: historical-artistic (formal and spatial), technical (technological and integrity),

functional (habitability and adaptability) and contextual (physical, social and economic), taking into account that for the intervention decision, none of these values can be forgotten. The following table identifies all significant values and represents the result of the critical analysis of the state of the art.

Table 1. Assembly of a demonstrative and estimated table of heritage values (Benchenni et al. 2022) [1]

| Values | Sub-values | Criteria/Indices/Justification of Assessment | Type of intervention affected by these values and subvalues | |
|-----------------------------|----------------------------|---|---|----------------------------|
| Historical | Historical Associations | —Thematic signification —Events/historical story —Persons/Designer | Restoration | |
| Architectural | Artistic- <i>Venustas</i> | Formal Aesthetics | | Formal composition & style |
| | | Spatial Aesthetics | Spatial composition/distribution & harmony (space/texture/structure/light...) | |
| | Technical- <i>Firmitas</i> | Technological Innovation | New materials/innovative technical solutions | Repair |
| | | Construction Integrity | State of conservation of Materials/Details/Construction systems | |
| Functional- <i>Utilitas</i> | Habitability | Typologies/Conditions of occupation | Rehabilitation | |
| | Adaptability | New-uses/non-use scenarios included accessibility | | |
| Contextual | Physical-Context | Natural location (place/views/surroundings/climate, ... etc.) | Rehabilitation | |
| | | Urban/Rural implantation (configuration/typology/integration, ... etc.) | | |
| | | Built Environment (associated objects/places) | | |
| | Social-Context | Ethno-anthropological Origins (Authenticity/Singularity) | | |
| | | Added Current Social Focus (Spiritual Identity): —Administrative/Political Recognition —Cultural Recognition (symbolic/artistic) —Social Recognition (of memory/contemporaneity) | | |
| | Economic-Context | —Of the property (intrinsic quality) —Attributed/Acquired (Technical-Legal management) —Generated (sociocultural management impact) | | |
| —Of Market | | | | |
| Valid-Values | | Moral/Subjective/Emotional... Other | | |

2.2. Identification of interventions and intervention actions

The identification of the possible interventions according to the value criterion allowed us to know which actions to apply to recover each value of the sheet (form).

According to our analysis, the 21st century is witnessing contemporary theories of intervention; with the emergence of several trends of intervention on existing monuments and buildings, which we consider objective and comprehensive. Contemporary architects and engineers promote light intervention to ensure compatible conservation. Conservation goes through Repair, then Restoration, and arrives at Rehabilitation; these actions of intervention include Consolidation.

Regarding to the divergent views of specialists in the choice of intervention; historicist, functionalist, or others, the terminology relating to intervention on historical buildings remains somewhat confused and excessively verbose, with different terms for the same actions. This is why, after analyzing the historic evolution of architectural interventions, from classical to contemporary theories of intervention, we have tried to group the different possible interventions into three main actions:

- Interventions that seek to restore integrity and technical values through the repair of the envelope (roofs and facades) and structural consolidation: **Repair**;

- Interventions that attempt to recover historical-artistic values: **Restoration**;
- Interventions that attempt to recover the functional values and use of buildings, by maintaining or rehabilitating the use of improved comfort of the building and its context: **Rehabilitation**.

Of course, any intervention in architectural heritage requires the contemplation of all three actions simultaneously, since its integrity and functionality must be ensured, and its historical-artistic value must be recovered or confirmed.

It is also worth recalling the need to always take into account the physical, social, and economic context that provides values to be preserved or recovered during any architectural intervention on the built heritage.

In order for the intervention to achieve its optimal degree of recovery of the building by its values, it is necessary, according to contemporary theories of intervention, to combine intervention actions simultaneously. In this sense to be objective and exhaustive, these actions should be prioritized according to the estimated values.

On the other hand, any intervention must meet the criteria of compatibility, authenticity, reversibility, and cost-effectiveness to ensure the correct reading of the property and ensure its longevity.

Finally, intervention is not necessary if the stability and integrity of the building are adequate, its historical and artistic values are not altered, the functionality is correct, and maintenance remains sufficient; it concerns *preventive conservation* (ICOM-CC, 2008) [2] which avoids damage or minimizes threats to the building without leading to further complications.

2.3. Explanation of the Evaluation Sheet of heritage values

Based on the values and intervention actions identified and grouped into categories, we set up a value assessment sheet to be used through its parameterization to achieve the intervention proposal.

The sheet consists of two parts: The first part evaluates *the values and sub-values set* parameterized (using the SAATY method), weighted and normalized: The second part refers to the decision phase of the intervention, using two matrices. The first matrix helps determine the need for intervention, by analyzing and adding all the values. The second matrix helps to prioritize possible actions. To do this, these actions are compared with each other through the analysis of the integrity value of the object to be intervened, trying to ensure its integrity. (See the model table2 below.)

Parameterization is the quantitative evaluation of each parameter for each of the sub-values; it is done through the answer to the questions asked, and it remains necessary and exhaustive. Each sub-value will be normalized and weighted in order to be able to compare them. Normalized weights are given by the expert decision-maker for each sub-value from the most to the least important. The weight results reinforce the quantity values obtained by parameterization. The estimation of values and sub-values will define the nature and degree of the proposed interventions.

The answer to the question of whether or not to intervene presented by the Matrix-1 is through the estimation of values grouped into three categories; interest, need, and feasibility to intervene:

- The values of the *interest* to intervene include historical, artistic (formal aesthetics, spatial aesthetics), technical (integrity, stability), functional (habitability), physical (site) contextual, and social-anthropological contextual values;
- The need-to-intervene values relate to the *integrity* values;
- The values of the *feasibility* of intervention include values of integrity, adaptability, and economy.

If the first category of values is very high and there is no need for intervention, only maintenance is required. If the three categories of values are very low, non-intervention is the logical decision. If they are changing and there is a need to intervene, the intervention can be either *complete*, *by priorities*, or *partial*.

If an intervention is required (Matrix-1), a decision must be made on how to intervene through Matrix-2. It is an estimation and prioritization of actions among them, based on estimated values (quantified; normalized, and weighted) taking into account the results of the parameterization of the physical elements that compose the building by analyzing their integrity value. In the end, it is a question of prioritizing actions for repairs (and structural consolidation), Restoration, and Rehabilitation. Maintenance can precede these actions; it comes in the first degree as preventive intervention and before the appearance of pathology in any building with important values.

Table2. Table of Values Assessment Method for Intervention Decision Making. Authors 2022

| Values | Sub-Values | Evaluation parameters for sub-values | | Parameterization of sub-values | Normalization of sub-value parameterizations | The weighting of normalized values; Assignment of Weights | Final result normalized and weighted parameterization for sub-values | | | | | |
|--|---|---|--|--------------------------------|--|---|--|---------------|--------------------|--------------------|-------|---------------|
| Historic | 1. Historical Associations | 1. Thematic | 0-1-2 | From 0 to 7 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] | | | | | |
| | | 2. Important Event(s) | 0-1-2 | | | | | | | | | |
| | | 3. Important Person(s) | 0-1-2 | | | | | | | | | |
| | | 4. Important Designer(s) | 0-1 | | | | | | | | | |
| Venustas | 2. Formal Aesthetics | 1. Architectural Style(s) | 0-1 | From 0 to 3 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] | | | | | |
| | | 2. Meaningful Formal Composition | 0-1 | | | | | | | | | |
| | | 3. Artistic and architectonic details | 0-1 | | | | | | | | | |
| Firmitas | 3. Space Aesthetics | 1. Spatial composition | 0-1 | From 0 to 1 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] | | | | | |
| | | 4. Technical Value | 1. Building systems (Foundations, structure, facades, roofing, exterior and interior finishes, interior distribution system) | | | | | 0-1-2 | From 0 to 5 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] |
| 5. Integrity value | 2. Constructive/decorative details | 0-1 | | | | | | | | | | |
| | 3. Installations | 0-1 | | | | | | | | | | |
| | 4. Of execution and use of building materials | 0-1 | | | | | | | | | | |
| | 1. Foundations | 0-1 | | | | | | | | | | |
| | 2. Of structure | 0-1-2 | | | | | | | | | | |
| 6. Habitability value | 1. Type of occupation/use | 3. Facades (envelope) | 0-1 | From 0 to 4 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] | | | | | |
| | | 2. The usefulness of this use now | 0-1-2-3-4 | | | | | | | | | |
| Contextual value | 7. Adaptability value | 1. The adaptability of the building to a new use | 0-1-2-3 | From 0 to 3 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] | | | | | |
| | | 8. Site value | 1. Location and elements of nature | | | | | 0-1-2 | From 0 to 5 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] |
| | | | 2. Building and urban/rural setting | | | | | 0-1-2 | | | | |
| | 3. Existing facilities around the building | | 0-1 | | | | | | | | | |
| | 9. Socio Anthropological value | 1. Ethno-Anthropological' of origin | 2. Social focus/Spiritual identity added "current" | 0-1 | From 0 to 6 | [0-1] | [1-3] | [0-1] x [1-3] | | | | |
| | | | 3. Current' enhanced social focus | 0-1-2-3 | | | | | | | | |
| | | | 10. Economic value | Before Intervention | | | | | 0-1 | From 0 to 4 | [0-1] | [1-3] |
| 1. The value of the property now | 0-1 | | | | | | | | | | | |
| 2. The economic return value of the building | 0-1 | | | | | | | | | | | |
| | 3. If there is an intervention | Predictable cost of intervention when making a decision | 0-1 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|--|---|------------------------|---|------------------|-----------------------|----------------------|
| | | After intervention 4. Predictable maintenance costs after intervention | 0-1 | | | | |
| Any other valid value (ecological, time ... or others): case by case | | | | | | | |
| Decision-making to intervene or not: Matrix-1 | | | | | | | |
| Opportunities for intervention | Interest (21) | No Need (3) | Feasibility (9) | Result-1 | | | |
| | | | | Proposed: From Decision-Maker 1 | | | |
| Possibility 1 | ≥ 11 | ≥ 2.5 | | Maintain only | | | |
| Possibility 2 | ≥ 11 | <2.5 | ≥ 4 | Complete intervention | | | |
| Possibility 3 | ≥ 11 | | <4 | Intervene by priorities | | | |
| | 7 ≥ interest <11 | | ≥ 4 | | | | |
| Possibility 4 | 7 ≥ interest <11 | | <4 | Intervene partially | | | |
| | <7 | | ≥ 4 | | | | |
| Possibility 5 | <7 | | <4 | Not to intervene | | | |
| Decision-making on how to intervene: Matrix-2 | | | | | | | |
| | | | | Result-2: Decision proposed by Decision Maker-1: | | | |
| Actions | Building elements | | | Very necessary | Necessary | Less necessary | Not necessary |
| Maintenance | General | | | | | | |
| Consolidation | Foundation | | | | | | |
| | Structure | | | | | | |
| Repair | Façade(s) | | | | | | |
| | Roof(s) | | | | | | |
| | Internal Distribution and finishings | | | | | | |
| | Installation(s) | | | | | | |
| Rehabilitation | Adaptability; changing use | | | | | | |
| | Habitability: Maintaining use and improving... | Comfort facility (ies) | | | | | |
| | | Universal accessibility | | | | | |
| | | Access and layout of physical context | | | | | |
| Restoration | Architectural (decorative) details (integrity value) | | | | | | |
| | Formal aesthetics (includes details) | | | | | | |
| | Spatial Aesthetics | | | | | | |

3. Results and Discussion

The suggested method, through the development of the value assessment form for intervention decision-making, will be applied to a series of case studies to verify its reliability and measure its usefulness and effectiveness. It is a work in development as part of the preparation of a doctoral thesis in which a case study is conducted as a comparison. And the results of the study will be verified by other methods of decision-making.

We believe it is important to highlight the following aspects:

- Intervention actions are determined according to the values assessed by parameterization; estimated qualitatively and quantitatively.
- It should be mentioned that, through the proposed sheet, the decision-making is done by a single decision-maker as an expert, with the consideration of all actors in the parameterization, an advantage to have a useful, complete, and objective decision.
- The value sheet can allow prioritizing of intervention actions based on the evaluation of parameterized, standardized, and weighted values. The decision to intervene or not is defined by three (3) phases, interest-need-feasibility; all three are based on well-defined values/sub-values that help in decision-making, they also define the degree of intervention: full, prioritized, or partial, i.e., non-intervention or maintenance only. The decision on how to intervene is defined by the parameters that are not positive/good and that require improvement (consolidation, repair, restoration, rehabilitation) of their physical material integrity; each reduced value requires strong action; the value is defined by the responses to the parameters that determine it; each action resolves a weak or absent parameter (issue), and also determines its degree of urgency to intervene (very necessary/urgent/entire, necessary, less necessary, not necessary).
- Architectural intervention decision-making based on the parameterization (qualitative and quantitative evaluation and assessment) of heritage values is an essential approach for the

responsible and efficient management of architectural heritage and the future of existing buildings (their physical and functional recovery), it is part of a perspective of the sustainability of the built heritage.

In short, we have developed a Value Assessment Sheet as a decision-making model; it is useful for making the decision to intervene objectively and effectively on architectural heritage; applicable to all existing buildings, in the face of the absence of recognized property management tools; the absence of a method for analyzing properties and involving all the decision-makers; the existence of gaps between laws, administrative regulations (urban legal and normative instruments) and the technical conditions of the specifications and implementation, which may call into question the right decision to be taken.

4. Conclusions

Through this paper, we confirm that, in this complex cultural environment, the protection of values is seen as a unifying principle for implementation in existing architecture and, therefore, necessary to decide on possible interventions in the architectural heritage; by prioritizing possible intervention actions, to be taken into account simultaneously when making decisions.

In this work, we have shown how to objectively decide to intervene in the architectural heritage. For efficient management of our existing inheritances, we need to recover them through the maximum recovery of all values of each asset; through the identification and measurable assessment of its potentialities; to repair/consolidate its technical and integrity values, to restore its historical-artistic values and to rehabilitate its use value and adaptability.

The demonstrative model is a measurable scientific method based on value assessment for more efficient management of heritage resources in a perspective of sustainability and insurance; by maintaining or improving the quality of life of the intervention object.

References

- [1] F. Benchenni, A. Mebrouki, J. Monjo-Carrió (2022) "A Demonstrative and Estimated Model of the Values of Built Heritage from a Collection of Existing Models," *Civil Engineering and Architecture*, Vol. 10, No. 5, pp. 2144-2156, 2022. DOI: 10.13189/cea.2022.100533.
- [2] The XVth ICOM-CC (2008) Triennial Conference; defining the terminology of conservation-restoration of tangible cultural heritage, New Delhi.
- [3] The Faro Convention (2005) The Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society, Faro.

Circular approach for deep renovation of historic building heritage. The case of a manor villa in Argelato, Bologna

Cecilia Mazzoli – DA - Department of Architecture, Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Bologna, Italy, cecilia.mazzoli@unibo.it

Lorna Dragonetti – DA - Department of Architecture, Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Bologna, Italy, lorna.dragonetti2@unibo.it

Rachele Corticelli – DA - Department of Architecture, Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Bologna, Italy, rachele.corticelli2@unibo.it

Annarita Ferrante – DA - Department of Architecture, Alma Mater Studiorum – University of Bologna, Bologna, Italy, annarita.ferrante@unibo.it

Abstract: Buildings are responsible for about 40% of the European energy consumption and 36% of greenhouse gas emissions from energy. As stated by the European Renovation Wave, effective actions - both at the policy-legislative and academic and corporate research level – are crucial to making Europe climate-neutral by 2050. In this framework, the “DRIVE 0” European Horizon 2020 project is aimed at developing innovative solutions for energy refurbishing the existing buildings, based on a circular approach. The circular solutions developed in cooperation between universities and factories are intended to be prototyped and implemented in real pilot cases in order to test their feasibility. This paper presents the specific Italian demo case located in Argelato, constituted of a manor villa included in the “Corte Palazzo” building complex. Two different envelope solutions – a traditional ETICS system and an innovative Plug&Play solution - are applied to the building in order to compare their circularity. The results of the analyses, which consider not only the Embodied Energy and Embodied CO₂, but also parameters linked to the Design for Disassembly, Materials Origin, and Re-Usability of materials and components, bring out some important reflections on the actual lack of application of a circular approach to historic buildings.

Keywords: Circularity, historic buildings, deep renovation, environmental impact, circularity indicators

1. Introduction

The Horizon 2020 European project “DRIVE 0 - Driving decarbonisation of the EU building stock by enhancing a consumer centred and locally based circular renovation process” (G.A. no. 841850) [1] deals with the promotion of decarbonisation strategies of the existing building stock through the implementation of deep renovation interventions. The project intends to encourage the adoption of a circular approach within the renovation processes that, in order to be attractive and effective, must be based on the actual needs of the end-user. According to the DRIVE 0 approach, circular renovation is based on the use of energy from renewable sources and the use of materials from biological or technical cycles, in which waste production is minimised and end-of-life strategies with a positive impact on the environment (*Cradle to Cradle*) are envisaged [2]. The project, in which the Department of Architecture of the University of Bologna (UNIBO) is involved in carrying out the present research, identified several case studies located in the partners' home countries on which to apply a deep renovation intervention based on the implementation of circular strategies. Among these cases, UNIBO contributed with a demo case located in Argelato (Bologna, Italy), owned by a private foundation.

After a critical analysis of the building, the paper presents a description of the interventions that are currently underway, whose project was developed by the study commissioned by the foundation in cooperation with UNIBO with the aim of renovating the building complex according to the adoption of an approach that is as circular as possible. In particular, the building envelope was analysed in-depth, through the performance of Life Cycle Assessment (LCA) and analysis of circularity indicators defined in the framework of DRIVE 0 [3], aimed at identifying circular intervention strategies. The principle of circularity pursued is based on the promotion of the use of local materials, the reuse of existing materials, and the installation - where possible - of Plug&Play, prefabricated, and dry-assembly building components with reduced environmental impact throughout their life cycle.

2. Description of the case study

The Italian demo case is located in Argelato, a small Municipality near Bologna. It consists of a building complex constructed in the early 1900s and partially demolished and rebuilt over the decades, composed of a manor villa, a hayloft/stables, and a small animal shelter (Figures 1, 2). In 2021, when the private foundation decided to intervene in the building complex, it was compromised and damaged in terms of seismic safety, architectural and conservative quality, and energy and mechanical performances. In fact, the residential complex has been abandoned for so many decades. It needed deep renovation interventions to adapt the spaces to new current functions and make them again habitable and comfortable. At the end of the renovation process, the Municipality of Argelato will dispose of the renovated “Corte Palazzo” building complex: while the manor villa will be transformed into a multi-user social residence for disadvantaged families and disabled people, the former barn-stable will host social services for the use of residents and citizens, surrounded by a park of great landscape value.



Figure 1. (Left) Aerial photo of the building complex located in a garden of ecological importance, constituted of a hayloft/stables and a manor villa (© 2020, Mazzoli, C.), and (right) zoom on the two street fronts of the buildings (© 2020, Cioni, M.).

The buildings are subjected to a historical-documentary constraint, and the regulations in force (the Urban Planning Regulation *RUE – Regolamento urbanistico Edilizio* of Argelato, Bologna, art. 20 [4]) do not allow for deeply intervene on façades, but just on the roof. In particular, given the historical-documentary constraints on these buildings, the regulations allow realising a “*Restoration and conservative renovation of type A (RC-A)*” on the manor villa (that is classified as building “A2” for the RUE), with the possibility of using the entire recoverable surface area within the building outline and in compliance with the conditions of eligibility in respect of the type of intervention.



Figure 2. External view of the villa (left) and the hayloft/stables (right) (© 2020, Mazzoli, C.).

A procedure for verifying the presence of an additional architectural constraint on the building complex (Legislative Decree no. 42 of 22/01/2004 [5]) was developed and, in October 2020, it gave the following outcome: the villa and the hayloft are not subjected to an architectural constraint, and therefore it is possible to softly intervene on the façade and on the other architectural elements. However, it is mandatory to preserve the typological-constructive characters of the buildings by realising interventions that do not alter the historical-testimonial character of the buildings. Furthermore, the complex is inserted within a park extended for 1.20 ha that is protected as a garden of ecological importance. This issue represents another important boundary condition to be considered for the design of the renovation interventions.

This paper is focused on the manor villa, representing the Italian pilot case selected by the DRIVE 0 project (Figure 3). The manor villa consists of a load-bearing masonry building in solid bricks. A brief description is provided below for all building components to highlight the before-intervention state of the building, in terms of construction elements description and conservation conditions, and with reference to the high seismicity of the Italian territory.



Figure 3. 3D model representing the current state of the villa: cross-section (left) and longitudinal section (right) (© 2020, Habitat Plus).

The foundation is composed of load-bearing masonry in solid common bricks jointed with mortar, and it presents a thickness of 50 cm and a depth of 40 cm. The diagnostic analysis developed showed that the conservation of the foundation and its dimensions are not even adequate for the safety of the building at the current stage: therefore, it was necessary to integrate the foundation with compatible brick materials in order to increase its dimensional extension and its mechanical performances.

The external walls are constituted of load-bearing masonry in solid common bricks jointed with mortar (two layers of bricks for a 29 cm of total thickness), externally finished with a coat in lime-based plaster and a finishing paint coat, and internally with a coat in gypsum

plaster. The mechanical analysis showed that the external walls were not even adequate for the safety of the building at the current stage; therefore, it was necessary to integrate them with compatible brick materials in order to increase their dimensional extension and mechanical performances. Furthermore, the addition of an external thermal insulating layer was necessary to meet the regulatory energy requirements. The same integration intervention was also implemented for the internal load-bearing partitions.

The ground floor slab and the internal floor slab between the ground and first level are composed of unidirectional floor slabs in steel beams IPE 160 and hollow bricks (*volterrane*) for lightning. The internal floor slab between the first and second levels is composed of a unidirectional floor with wooden primary and secondary beams. The wooden floor slabs were partially destroyed, and in general, all the slabs were very damaged (Figure 4); therefore, all the slabs were reconstructed in the absent portions and were reinforced in order to guarantee seismic safety. It is important to note that the structural elements had to be preserved since the building is subject to a historical-documentary constraint.

The roof frame was composed of wooden beams and joists, on which a layer of hollow tiles was placed, covered by a wooden planking layer and then by traditional imbrex ceramic tiles. The state of conservation of the roof was completely compromised in terms of structural performance, seismic safety, thermally insulating, and waterproofing terms. The analyses showed that it was necessary to completely remanufacture it. However, due to the historical-documentary constraint, shape and dimensions had to be preserved, and so the new construction system had to use materials compatible with the original structure.

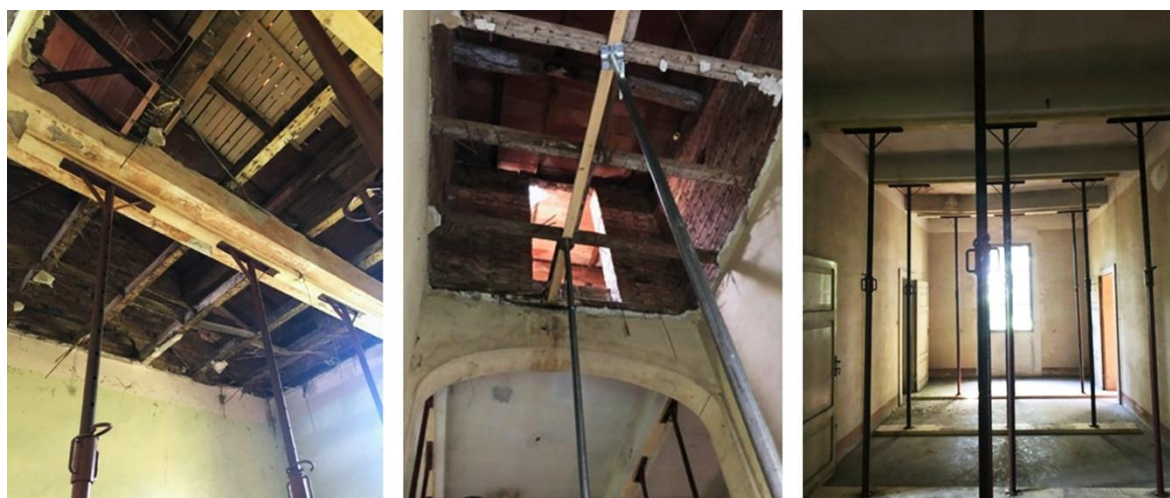


Figure 4. Internal views of the wooden roof structure and floor slabs (© 2020, Mazzoli, C.).

3. Deep renovation intervention

The Italian pilot represents a typical rural residential commonly widespread in different rural territories of Southern Europe and Italy. This specific case study represents an example of renovation and refurbishment of historical buildings, fostering a cycle of requalification of this architectural typology according to a circular approach, which is completely innovative in the field of protected heritage. The interventions concern the implementation of reconstruction and renovation interventions through the reuse of original materials and new sustainable and partially prefabricated components. Indeed, the existing and territorial construction materials are reused, respecting the traditional and regional architectural standards. After the retrofit, this rural building stock will meet a high level of energy efficiency based on the circular use of materials

and building components with high technological solutions for energy efficiency improvement (Figure 5).



Figure 5. Renderings of the executive design project of the villa: the building complex (left), the East façade (middle), and the West-South view of the villa (right) (© 2021, Habitat Plus).

Once all permits were obtained, the construction works began in July 2021, and the end of the works is scheduled for the mid of 2023. Due to the Covid-19 pandemic, there have been some significant delays, especially in the process of obtaining permits from local authorities to carry out the intervention on the protected building complex and in the obtainment of raw materials and products. This deep-renovation demonstrator is based on the circular actions described below.

The four-pitched roof was totally reconstructed. The prefab circular solution originally planned was based on the innovative technology consisting of prefab modular panels with a structural wooden frame and different wooden thermal insulating layers. Unfortunately, it was not possible to realise the originally planned system because of the significant economic barriers consequently to the Covid-19 pandemic situation and the ministerial incentive measure *Superbonus 110%* [6] that, starting from May 2020, enormously inflated prices in the construction sector and considerably lengthened delivery times. Hence, the roof was rebuilt using a construction technique similar to the original one, through a wooden structure and on-site thermal insulation layers in glass wool (24 cm) and external high-density wood fibre (4 cm). Furthermore, 90% of the original ceramic roof tiles has been reused in the new roof, thus reducing the environmental and economic impact of the deep renovation intervention. Photovoltaics (PV) panels will be installed on the South oriented portion of the roof. The PV panels will be integrated into the building roof to respect the constraints of compatibility of the interventions with the original historical system.

Regarding the opaque building envelope, after a deep structural reinforcement of the external load-bearing walls, the four façades will be refurbished by implementing the different systems. For the South and East oriented façades, a traditional External Thermal Insulation Composite System (ETICS) in EPS (20 cm thickness) will be implemented, fixed and glued to the existing façades. An innovative façade technology designed by an Italian local factory will be implemented on the North and West oriented façades: it consists of 2D Plug&Play prefab panels, filled in with an internal glass wool layer and an external sandwich panel in rock wool, for a total thickness of 20 cm, equal to that of the ETICS used for the other façades. The adoption of prefabricated components in the field of protected building heritage is very complex: it must be compatible with the existing context (after a precise laser scanning metric survey) and fit in coherently with it, also from a construction point of view, in accordance with the requirements of the authorising entities. The implementation of two different solutions – one traditional and the other more innovative - allowing to achieve the same thermal transmittance value ($0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$), according to legislation, is aimed at testing the technical feasibility and energy performance of the two solutions (Figure 6).

Regarding the transparent building envelope, the new windows will be integrated within thermal insulated prefabricated frames (*monoblocchi*), which also include the related window shading systems.

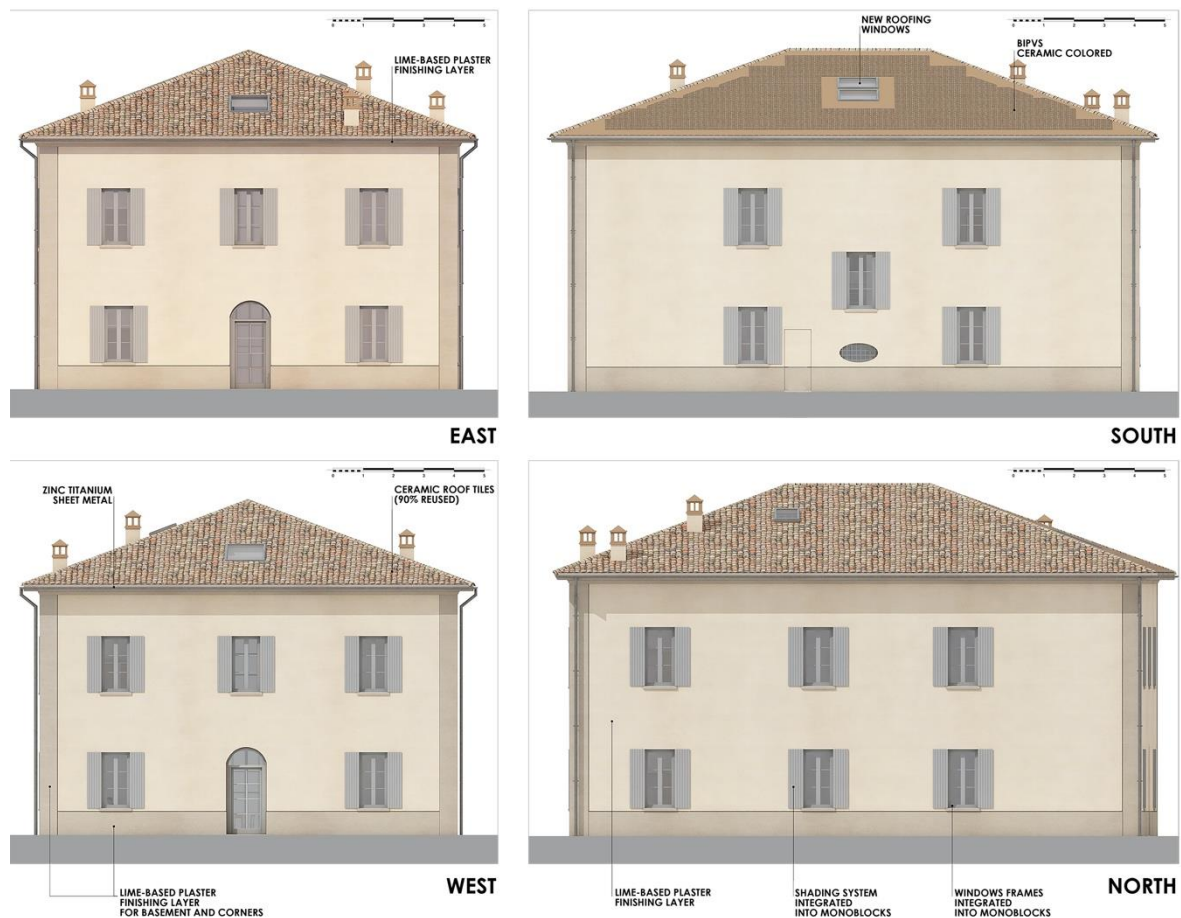


Figure 6. Design project of the façades of the villa: East and South façades (top) and West and North façades (down) (© 2021, Habitat Plus).

4. Circularity assessment

The concept of Circular Economy (CE) has been evolving since the 1970s when the idea of *Regenerative Design* was introduced by the American Professor John Tillman Lyle [7]. Subsequently, other schools of thought were born, up to the concept of *Cradle to Cradle* proposed in 2002 by Michael Braungart and William McDonough [8], which proposes a way of designing products that have a positive impact on the environment. These schools of thought are often based on the idea of creating an economic model similar to biological cycles. It must be specified that these models tend to simplify a concept in order to create new positive habits in the industrial economic system, and, for this reason, they cannot reach the actual complexity of real biological systems.

The reliability of a model is based on its ability to best describe the phenomenon being analysed, making appropriate simplification operations that do not distort its meaning. The transition to the CE is led by the multidisciplinary corporation Ellen MacArthur Foundation, which published a series of reports to promote and spread the application of the CE. It states that a CE “is based on the principles of designing out waste and pollution, keeping products and materials in use, and regenerating natural systems”. [9] The CE is an industrial and economic model that proposes a regenerative and restorative design. Its scope is to redefine products and services and design

them with the aim of keeping them in the circle of usability. In other words, the objective is to eliminate the “waste” phase of the linear economy and keep the product alive as long as possible in order to completely eliminate the waste and minimise negative impacts on the environment and the consumption of raw materials. Therefore, it is of fundamental importance to tend towards this direction as much as possible and try to develop the technologies and know-how to really achieve this goal or get there as close as possible.

In this chapter, a circularity analysis - both quantitative and qualitative - is presented, taking into account all these aspects, with reference to the four different façade solutions analysed for the building under study (Figure 7).

4.1. LCA Analysis

Within the framework of DRIVE 0, the assessment of Embodied Energy (EE) and Embodied Carbon (EC) values is developed through the compilation of the Material Passport, which contains the list of all materials and components constituting the building, classified according to Brand’s “6S” theory, i.e. the 6 layers (from the most to the least durable): Site, Structure, Skin, Services, Space Plan, Stuff [10]. Each material is associated with an EE and EC value, taken from Hammond’s Inventory of Carbon & Energy (ICE) database [11], which considers the impacts during the *Cradle to Gate* process, i.e. from the moment the raw materials are extracted until they leave the factory.

However, in this paper, the results obtained from a more in-depth - albeit simplified - LCA analysis carried out through the use of *OneClick LCA* software are presented in order to assess the environmental impact of the four different envelope solutions considered for energy refurbishing the building (Tables 1, 2).

The results are expressed according to the different categories of the impact that the product generates in the various environmental sectors. In this particular case, two parameters have been considered:

- the EC, which represents the Global Warming Potential (GWP), that is the increase in the anthropic greenhouse effect, measured on the basis of the number of emissions of CO₂eq in the atmosphere generated by the consumption of energy and materials;
- the EE, which represents the use of primary energy expressed in MJ, including all the direct and indirect energy used to transform the raw materials in the product.

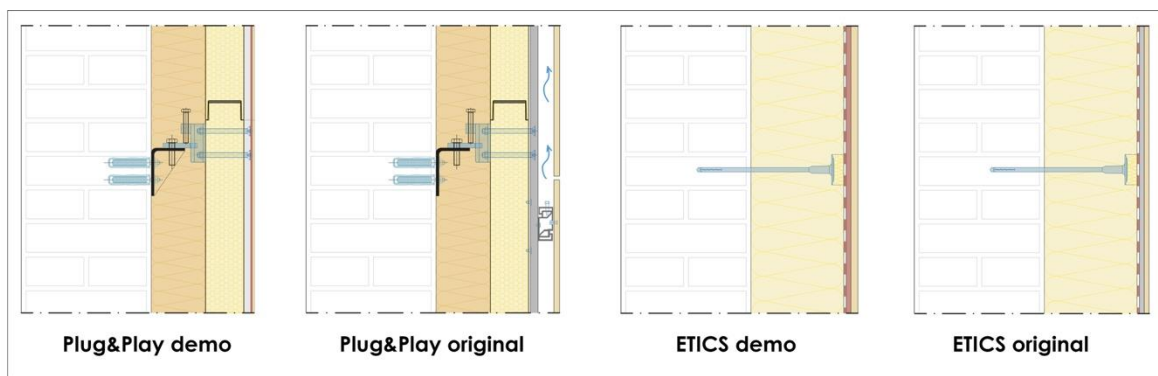


Figure 7. Stratigraphy of the four façade solutions analysed (© 2022, Mazzoli, C.).

Table 1. *Plug&Play façade solutions: list of materials/components and related quantity per functional units*

| Plug&Play demo | | Plug&Play original | |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|
| Resource (from inside to outside) | Quantity [kg/m ²] | Resource (from inside to outside) | Quantity [kg/m ²] |
| Glass wool insulation (120 mm) | 2.29 | Glass wool insulation (120 mm) | 2.29 |
| Sandwich panel in rock wool (80 mm) | 17.50 | Sandwich panel in rock wool (80 mm) | 17.50 |
| Fiber cement board | 16.90 | Steel brackets | 2.42 |
| Steel brackets | 2.42 | Cladding in gres porcelain tails | 24.00 |
| Gypsum plaster | 2.25 | Aluminium structure (80% secondary and 20% primary) | 2.49 |
| External finishing | 1.60 | | |
| Total | 42.96 | | 48.70 |

Table 2. *ETICS façade solutions: list of materials/components and related quantity per functional units*

| ETICS demo | | ETICS original | |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Resource (from inside to outside) | Quantity [kg/m ²] | Resource (from inside to outside) | Quantity [kg/m ²] |
| Adhesive cementitious layer | 11.32 | Adhesive cementitious layer | 7.26 |
| EPS insulation (200 mm) | 3.50 | EPS insulation (200 mm) | 3.50 |
| Steel brackets | 0.19 | Steel brackets | 0.16 |
| Fiber glass mesh | 0.18 | Fiber glass mesh | 0.16 |
| Plastic disk dowel (Fischer type) | 0.05 | Plastic disk dowel (Fischer type) | 0.05 |
| Gypsum plaster | 2.55 | Primer coat | 0.13 |
| External finishing | 1.60 | External acrylic finishing layer | 1.28 |
| Total | 19.39 | Total | 12.54 |

OneClick LCA allows seeing the impacts divided by phases of the life cycle, by material, and by categories of the building, producing graphs that allow an immediate reading of the result, in order to see which resource has the major contribution to the impact.

The results reported below regard the analysis of a functional unit (1 m²) of façade surface, during the whole life cycle, from the extraction of materials until the 25 years of the life of the building: A1-A3 Materials; A4 Transportation; A4-leg2 Transportation leg 2; A5 Construction; B1-B5 Maintenance and replacement; B6 Energy; B7 Water; C1-C4 End of life.

Table 3. *Use of Primary Energy (EE) [MJ] in the life different phases for the analysed façade solutions*

| Façade solution | A1-A3 | A4 | A4- leg2 | A5 | B1-B5 | B6 | B7 | C1-C4 | Total EE |
|--------------------|----------|-------|-------------|----|-------|--------|----|-------|----------|
| Plug&Play demo | 787.00 | 13.10 | - | - | 6.74 | - | - | 11.50 | 818.34 |
| Plug&Play original | 1,360.00 | 16.80 | - | - | - | 314.00 | - | 5.58 | 1,696.38 |
| ETICS demo | 263.00 | 5.65 | - | - | 28.40 | - | - | 7.17 | 304.22 |
| ETICS original | 247.00 | 4.67 | - | - | 62.40 | - | - | 6.28 | 320.35 |

In terms of EE, the two ETICS solutions are quite equivalent to each other, producing less than one third of the energy compared to the prefabricated solution (*Plug&Play demo*). Comparing the two prefabricated solutions, on the other hand, the originally designed circular solution (*Plug&Play original*) turns out to be significantly more impactful than *Plug&Play demo*, both considering the initial phase A1-A3, as well as considering the entire life cycle. Maintenance and replacement phases B1-B5 are, of course, only present in the two demo solutions, as the other two originals have maintenance times exceeding 25 years. On a larger scale, considering

a longer period, this would imply benefits on the environmental impact of more prefabricated façade systems.

Table 4. Global Warming Potential (EC) [$\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2$] in the life different phases for the analysed façade solutions

| Façade solution | A1-A3 | A4 | A4-leg2 | A5 | B1-B5 | B6 | B7 | C1-C4 | Total EC |
|--------------------|--------|------|---------|----|-------|-------|----|-------|----------|
| Plug&Play demo | 70.90 | 0.46 | - | - | 4.66 | - | - | 1.13 | 77.15 |
| Plug&Play original | 101.00 | 0.60 | - | - | - | 18.80 | - | 0.38 | 120.78 |
| ETICS demo | 19.10 | 0.20 | - | - | 5.94 | - | - | 9.38 | 34.62 |
| ETICS original | 15.70 | 0.17 | - | - | 2.90 | - | - | 9.32 | 28.09 |

In terms of EC, the two ETICS solutions are less impactful than the prefabricated solutions and, among them, the more impactful one is the *ETICS demo* since it includes a gypsum plaster and a lime-plaster external finishing consistent to the original one. Among the two Plug&Play solutions, on the contrary, considering phases A1-A3, the prefabricated solution actually applied to the case study (*Plug&Play demo*) presents a lower impact compared to the prefab solution (*Plug&Play original*) which was originally designed but was not applicable due to the constraints to which the historic building is subjected. However, when considering phases B1-B5, the *Plug&Play original* system does not require maintenance (phases B1-B5) over a 25-year life span and therefore, considering a longer life span, it can be assumed that for Plug&Play systems the CO₂ emitted in phases A1-A3 is amortised by the reduced CO₂ emissions in phases B1-B5.

In conclusion, when analysing EE and EC values, prefabricated circular solutions are more impactful than traditional ETICS solutions. However, as mentioned earlier, this paper also wants to put focus on the other aspects of circularity, which are explained in the next section.

4.2. Potential for reuse and recycling of materials and waste

Within the framework of DRIVE 0, the term “circularity” does not only refer to environmental impact in terms of Embodied Energy (EE) and Embodied Carbon (EC) values, but also to other criteria. In line with what was developed within the framework of DRIVE 0 [12], based on extensive research in the literature [13], UNIBO developed a simplified method to quickly assess the level of circularity of a building component or an entire building, by an overall numerical index, which was obtained by means of certain circularity parameters. This is not the context to explain in-depth the methodology developed by UNIBO, called “EASY- Express ASsessing tool for CircularitY” [14]. It is sufficient to know that this methodology was conceived with the aim of simplifying the assessment of the level of circularity of interventions on existing buildings, where - contrarily to what happens in new constructions - it is not possible to know the Environmental Product Declarations (EPD) or a similar certification of environmental impact for each material used. By identifying a Building Circularity Indicator (BCI), the method can provide an easily understandable and accessible tool for all operators involved in the building process.

For the identification of a single overall circularity indicator, it is necessary to identify a set of parameters that are actually meaningful for the assessment of circularity. The starting point for the selection of relevant criteria developed by DRIVE 0 is based on “LEVEL(s)”, the European framework for sustainable buildings [15]. In particular, the most relevant for DRIVE 0 is macro-objective 2 “Resource-efficient and circular material cycles”. From these and other significant contributions, a set of parameters for the circularity analysis were selected and defined, which can be grouped into three categories:

- i) Design for Disassembly (DfD): measures the disassembly capacity of a product, derived from four of the numerous criteria proposed by Alba Concept [16] and van Schaik [17]: type of connections; accessibility of connections; overlaps; form containment. These four parameters are related to the conformation and demountability of construction elements and the average of their values can be considered as a single DfD parameter that identifies, precisely, the product's ability to be disassembled. The closer the parameter is to 1, the easier the product is to disassemble.
- ii) Materials Origin (MO): provides an overview of the origin of the materials, products, and components used. It is intended to attribute a weighted value referring to the source of origin of the material examined. The parameter can be chosen from various options: material already in use, present in the analysed building; locally repaired material, reused materials and components; reconditioned/recycled material; virgin material of organic origin; virgin material of inorganic origin. The closer the parameter is to 1, the more circular the material is as it has a high percentage of reused or recycled material.
- iii) Re-Usability (RU): represents a fundamental aspect that indicates the potential for reuse of materials at the end of their life. Again, this is a parameter introduced to promote the choice of products that are as reusable as possible and to discourage, on the other hand, the choice of products with low circularity. The closer the parameter is to 1, the greater the ability of the material to be readapted for future use.

For each of these parameters, a value is assigned ranging from 0 (zero degree of circularity) to 1 (maximum degree of circularity), which is then weighted by formulas to arrive at the EBCI.

It is evident that the *Plug&Play original* solution, analysed in terms of these parameters, is the one with the highest degree of prefabrication and reversibility and therefore the highest level of circularity. In fact, this solution provides a first layer of glass wool insulation, fixed by dowels, followed by a layer of rock wool sandwich panels anchored by steel brackets to the existing façade, and covered by a ceramic cladding system anchored to an aluminium substructure. All components are dry-assembled and, in case of repair or replacement, are easily accessible and removable (DfD value close to 1). Each component already includes a percentage of recycled material: the rock wool, the glass wool of the sandwiches, and the aluminium of the substructure (MO value close to 1). At the end of its life, each component can be reused or recycled again, thus reducing the environmental impact of the building envelope (OR value close to 1). According to the parameters identified in DRIVE 0, this prefab solution is highly circular but, unfortunately, it was not applicable due to the historic-documentary constraint which imposed the use of the original lime-based plaster as the finishing layer.

Finally, some considerations were made from the point of view of waste generation and the possibility of reuse of the materials constituting the façade systems at the end of their life. ETICS systems cannot be recycled as they are assembled using an adhesive layer in addition to mechanical anchors. This implies some critical issues regarding the selective disposal of the components and therefore their reuse. On the other hand, the *Plug&Play* systems, which have a high level of circularity in terms of DfD and MO, are highly circular in terms of waste. In fact, as can be seen from the table below, for the latter there is a percentage of reusable material. When comparing the two systems, the *Plug&Play original* system, with its recyclable ceramic cladding and metallic structure and anchoring, produces almost half as much waste as the *Plug&Play demo* system, with its non-recyclable lime-based plaster finish. So, in terms of waste, the *Plug&Play original* system also has less impact on the environment.

The issues related to waste and recovering potentials of materials and components are crucial in relation to the new Circular Economic Action Plan (CEAP) adopted by the European Commission, whose objective is also to ensure that waste is prevented, and the resources used are kept in the EU economy for as long as possible [18]. Based on the analyses conducted, it is possible to definitely assess that the *Plug&Play* systems are more circular than traditional ETICS systems.

Table 5. Percentages of recyclable material at the end of life for the two prefabricated solutions

| Façade solution | Waste | Reusable materials |
|--------------------|--------|--------------------|
| Plug&Play demo | 95,35% | 4,65% |
| Plug&Play original | 40,63% | 59,36% |

5. Results and conclusions

The analysis developed is focused not only on the EE and EC values but also on the other parameters that have been considered in DRIVE 0 to assess the level of circularity of a construction system. In the academic context, further research activities are still in progress to reach an even better degree of precision for assessing the level of circularity in all its facets. In this framework, UNIBO is also working to contribute to this purpose. In particular, the above-mentioned methodology for easily assessing the level of circularity is currently under development, thanks to the cooperation between the partners and factories involved in the project.

Based on the results obtained, it can therefore be said that a comprehensive analysis of all circularity parameters is crucial to raising awareness and understanding how to contribute to decarbonisation in the building sector. It is important that this awareness is spread at all levels, from the customer who must make the final decisions to the designer who develops the project and the regulatory institutions that define the laws and authorise the projects. This specific case of the historic villa in Argelato, which represents a large part of the highly consolidated built context in Italy, shows that the regulatory framework is often a major obstacle to the diffusion of highly circular innovative technological solutions that could contribute to decarbonisation. The legislative constraints attributed to the existing buildings, especially those with architectural and historic-documentary interest, represent a significant barrier to the adoption of a circular approach to deep renovation interventions.

Acknowledgements

The authors would like to thank Fondazione Cassa di Risparmio di Bologna (Carisbo) for providing such an interesting and complex case study to be analysed within the DRIVE 0 project. They thank the ALIVA company (part of the IVAS Group), partner of the DRIVE 0 consortium, for its cooperation in the development of the Plug&Play façade solution to be implemented. A special thanks to all the designers involved in the form of a Temporary Professional Grouping, and in particular the general coordinator of the project Eng. Mirko Cioni, for having constantly dialogued with UNIBO and ALIVA in order to develop a circular project.

Funds

The research project received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under grant agreement No 841850.

References

- [1] “DRIVE 0” Horizon 2020 EU Project. Available online: <https://cordis.europa.eu/project/id/841850/it> (accessed on 18 July 2022)
- [2] M. Braungart, W. McDonough (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Vintage Books, London
- [3] “DRIVE 0” Horizon 2020 EU Project, Deliverable 6.1 Report on benchmarking on circularity and its potentials on the demo sites. Available online: https://www.drive0.eu/wp-content/uploads/2020/08/DRIVE0_D6.1.pdf (accessed on 18 July 2022)
- [4] Urban Planning Regulation *RUE – Regolamento urbanistico Edilizio of Argelato*, Bologna. Available online: [http://dru.iperbole.bologna.it/pianificazione?filter=Regolamento%20Urbanistico%20Edilizio%20\(RUE\)](http://dru.iperbole.bologna.it/pianificazione?filter=Regolamento%20Urbanistico%20Edilizio%20(RUE)) (accessed on 18 July 2022).
- [5] Legislative Decree no. 42 of 22/01/2004. Available online: <https://leap.unep.org/countries/it/national-legislation/legislative-decree-no-42-laying-down-code-cultural-heritage-and> (accessed on 18 July 2022).
- [6] Legislative Decree “Rilancio” no. 34 of 19/05/2020. Available online: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/05/19/20G00052/sg> (accessed on 18 July 2022).
- [7] J. Tillman Lyle (1994) *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons, Inc. New York
- [8] M. Braungart, W. McDonough (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Vintage Books, London
- [9] Ellen MacArthur Foundation (2015) *Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition*, Report December 2015. Available online: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition> (accessed on 18 July 2022).
- [10] S. Brand (1995) *How Buildings Learn: What Happens After They’re Built*. Penguin
- [11] G. Hammond, C. Jones, F. Lowrie, P. Tse (2011) *Embodied carbon: The Inventory of Carbon and Energy (ICE)*. BSRIA
- [12] D. Cottafava, M. Ritzen (2021) *Circularity indicator for residential buildings: Addressing the gap between embodied impacts and design aspects*. *Resources, Conservation & Recycling*, 164, 2021, 105120: 1-13
- [13] J. Verberne (2016) *Building circularity indicators - an approach for measuring circularity of a building*. Eindhoven University of Technology, Eindhoven
- [14] “DRIVE 0” Horizon 2020 EU Project, Deliverable 2.3 A Set of circular prefab 3D case specific solutions. Available online: <https://www.drive0.eu/wp-content/uploads/2022/07/Set-of-circular-prefab-3D-case-specific-solutions.pdf> (accessed on 18 July 2022).
- [15] “Level(s)” European framework for sustainable buildings. Available online: https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels_en (accessed on 18 July 2022).
- [16] M. van Vliet, J. van Grinsven, J. Teunizen (2019) *Circular Buildings Meetmethodiek Losmaakbaarheid*, Alba Concepts
- [17] C.W. van Schaik (2019) *Circular Building Foundations*. Delft University of Technology, Delft
- [18] 10.02.2021. “European Parliament resolution of 10 February 2021 on the New Circular Economy Action Plan (2020/2077(INI))”

The use and the conservation of historic buildings Case studies in the Alentejo region, Portugal

Fernandes, Maria - CEAACP and DGPC (Centre for the Archaeological Studies, Arts and Heritage Sciences, General Directorate of Cultural Heritage), Coimbra and Lisboa, Portugal, arqmariafernandes@gmail.com: Architect/Researcher, <https://ceaacp.uc.pt/>, <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/>

Costa, Maria João – DRCALEN and CCDR (Regional Directorate of Culture of Alentejo, Alentejo Regional Coordination and Development Commission), Évora, Portugal, mjoao.costa@cultura-alentejo.gov.pt: Civil Engineer, <https://www.cultura-alentejo.pt/>, <https://www.ccdr-a.gov.pt/>

Abstract: The conservation of historic buildings is directly related to their use, maintenance and management. The continuity and permanence of historic buildings depend on this cycle - use, maintenance, management. In Portugal, in the last twenty years there have been numerous institutional and political changes that have directly affected the way in which historic buildings had been managed and maintained, especially during the 20th century. It took years, for those responsible for the management of historic buildings to adapt to the new rules and funding. The paper aims to present some examples of intervention in historic buildings since 2017-2022, which reflect these changes. The paper falls under the topic of the conference – Reuse and restoration concepts, current orientations and future trends.

Keywords: Historic buildings, conservation, reuse, continuity, Alentejo.

1. Introduction

In 2006, the Government Institutes that since the mid-twentieth century were responsible for the conservation and management of Portuguese Historic Buildings (Monuments) were extinguished – The General Directorate of National Buildings and Monuments (DGEMN) and the Portuguese Institute of Architectural and Archaeological Heritage (IPPAR). Since then, the management and conservation of mainly historic buildings, owned by the Portuguese State, were handed over to the Municipalities, associations and private organizations that occupied them, without there being a historical and local tradition dedicated to this effect [1]. Only a small list of Monuments was left to the Government through the Ministry of Culture - DGPC and DRCs (General Directorate of Cultural Heritage and Regional Directorate of Culture).

This change had very negative repercussions. It took years before the Municipalities and the other associations managed to organize themselves to recover and guarantee the maintenance of historic buildings. The transfer of Monuments to Municipal management was not peaceful, as well, the decision of who would be the associations responsible for the maintenance of several historic buildings. The direct consequences of these political decisions were the closure of numerous historic buildings, the abandonment of others, and only a few continued to be used without any maintenance, or with the management and funding guaranteed by the Ministry of Culture.

The solution found for the problem, in the Alentejo region, were public partnerships established between the Government (Ministry of Culture - DRCALEN), the Municipalities and other organizations, for the elaboration of projects, execution of interventions and financing through European Union funds. The DRCALEN was

responsible for the projects and technical support, while the other organizations, Municipalities included, were responsible for the financing and implementing the interventions.

The case studies to be presented are located in the Alentejo region and resulted from projects developed by DRCALEN and the management of Municipalities and private organizations responsible for the use: *Igreja de Santo Antão* and *Ermida de São Brás* (Évora), *Capela da Boa Nova* (Alandroal) and *Convento de São Bento de Cástris* (Évora).

2. *Igreja de Santo Antão* (Évora Historic Centre, World Heritage) and *Ermida de São Brás* (Évora, next to the Buffer Zone of World Heritage).

The two Catholic temples in use and open to the public are managed by a lay Commission that works directly with the *Paróquia* (catholic organization responsible for the church). The aforementioned commissions are called *Comissão Fabriqueira* and the priest responsible for the church is member of it.

Both churches have been classified as National Monument *São Brás* since 1910 and *Santo Antão* since 1986 (after the classification of the Historic Centre as World Heritage), before it was classified as Property of Public Interest since 1970 (the second degree of classification in Portugal). The conservation of these churches has been in charge of the DGEMN since 1929.

2.1. *Igreja de Santo Antão*

The church of *Santo Antão* is located in the Square of *Giraldo* in one of the most emblematic public spaces in the Historic Centre of Évora, World Heritage.



Figures 1, 2, 3, 5 and 6 – Church of *Santo Antão*. Before, during and after intervention. Credits: Maria Fernandes 2017 and 2018.

The Church was built in the 16th and 17th century, with great architectural value and extremely interesting interior and exterior architectural surfaces. The aforementioned decorations were practically hidden under layers of lime paint and render and the exterior intervention was used for restoration work on architectural surfaces hitherto unknown. Historic buildings are the best informers of what happened to them in the past. Therefore, samples of renders and plaster were removed, analysed by the *Laboratório Hércules* from the University of Évora, and layers of lime paint were removed by restorers who uncovered architectural surfaces, *Stuccos* that were later restored [2].

The work was managed by the *Comissão Fabriqueira*, which was responsible for applying for European Funds in close collaboration with the DRCALEN project team. The works included the repair of the tile roofs that had not been maintained since 2002, when the DGEMN last intervened in the church [3].

2.2. *Ermida de São Brás*

The *Ermida de São Brás* is a particular case in the context of the city. The 15th century property has always had major conservation problems due to the type of Mudejar architecture that characterizes it. The roofs with drainage in gutters that need constant cleaning, as well as the walls plastered and whitewashed facades need permanent maintenance so that the church is aesthetically and functionally in good condition. Not always possible for the managers. Added to this is the fact that there is a curse in Bandarra's prophecies (16th century) that referred to it as a disgrace for the city whenever the church of São Brás was white [4]. This meant that locally the community never looked favorably on the maintenance of plasterwork and exterior whitewashing, preferring the church's dilapidated state. For all those motifs, the church was often closed due to the bad state of conservation in which it was. This was the situation that, at the end of the 19th century, led the couple Fernandes/Ramalho and Fernandes/Barahona, bourgeois liberals, to take the initiative to restore the chapel [5]. There is not much documentation on what really took place in this restoration, but from the beginning of the 20th century onwards, the *Ermida* began to be used again. Coincidentally, both husbands, Ramalho and Barahona, died at the beginning and at the end of the restoration, leaving Mrs. Inácia Fernandes as a widow twice. According to the local community, because they dared to paint the church white. We could also mention other coincidences that occurred throughout the 20th century. At the end of the 20th century, the Orthodox and Catholic churches came to an agreement and in the case of Évora, the *Ermida de São Brás* is used by both Christian communities for their rituals. The chapel is widely used and despite the different rituals, Catholic and Orthodox, the manufacturing commission made efforts to intervene and solve the problems of infiltration and degradation of coatings that greatly affected the building. During 2019-2021, in a situation similar to what happened with the church of *Santo Antão*, conservation work was carried out on the roof on the facades and the exterior was painted with potassium silicate paint, with ochre pigment in order to calm public reactions by avoiding the white colour and the curse [6].

3. Capela da Boa Nova

The *Capela da Boa Nova* is located in an isolated place about 3 km from the village of Terena, in the Municipality of Alandroal. The Boa Nova is a fortress chapel, with a Greek cross plan, very unusual in the Portuguese architectural context. The building is managed by a brotherhood that organizes the Pilgrimage and the feast on *Pascoela* (weekend after the Easter). It is a Catholic Sanctuary built in the 14th century with traditions of Pagan origin and classified as a National Monument since 1910 [7]. The historic building was always been conserved by the DGEMN, since 1929, and the local community. The church was adapted in the 18th and 19th centuries, we believe in the latter already with restoration criteria. Examples of which are the altars placed inside and the windows in stained glass with a clearly French influence.

The project was developed by DRCALEN and the intervention was financed and under the responsibility of the Municipality of Alandroal. The reasons that led to this partnership were the poor state of conservation in which the *Capela* was and the successive requests from the *Confraria* to solve the problems. In this first phase it was only possible to intervene on the outside, coverings, facades and windows. In this case, it was necessary to balance the aesthetic and physical aspects of conservation since the exterior plasters were removed over the years by successive interventions.



Figures 7, 8, 9 and 10 – *Capela da Boa Nova*. Before, during and after intervention. Credits: Maria Fernandes and Dora Silva 2020, 2021 and 2022.

The solution found was a hybrid between exterior plaster and stone masonry joint filling, to which earth was added to the lime mortar to recover the initial fortified image. This solution was highly appreciated by the local community and solved the problems of infiltration in the interior. The roofs were initially in a terrace and despite the insistence of historians who would like to recover this terrace, it was decided to restore it to a tile roof since this modification, carried out over a hundred years ago, solved the ineffectiveness of

the stone terrace that is underlying [8]. The Municipality intends to develop projects for the surrounding area and for the interior (electrical installations and restoration of the wall paintings), in the future.

4. Convento de São Bento de Cástris

The convent has been under the responsibility of DRACLEN since 2009 and has been classified as a National Monument since 1922. The whole complex of the Church, convent, monastic fence and various buildings was extensively modified in the 20th century and adapted to different uses since it ceased to be a Cistercian Female monastery, at the end of the 19th century [9]. The interventions in this monument were designed by DRCALEN as well as the interventions and partially financed by European Funds. Two programs were designed by DRCALEN - SPHERA CASTRIS and MAGALLANES MAGALHÃES, ICC [10], which through partnerships and applications for funding made it possible to recover the convent, which was in a very advanced state of degradation.



Figures 11, 12, 13 14 and 15 - *Convento de São Bento de Cástris*. Before and during the interventions.
Credits FAUL 2016 and Mari Fernandes 2022, 2018, 2021, 2019 and 2021.

A monument very modified and adapted, in the 20th century, for the installation of Casa Pia, an institution of education and residence, with numerous contemporary reconstructions of parts that had collapsed at the beginning of the 20th century, had to be analyzed from the point of view of the existing one, taking advantage of what had been adapted in the past, prioritizing the resolution of conservation problems.

That was the method found by the project team. At the beginning, a project was outlined with the accesses and areas in the convent building. The area for teaching and training (in the former classrooms of *Casa Pia*), the future auditorium (in the former library), the residences (in the former dormitories), the support pantries (in the former service areas),

the rooms for events in the convent's monumental rooms, the administration area (in the former secretariat and management of *Casa Pia*), the creative industries in the empty compartments without specific use and the historic compartments such as the refectory, church, cloister and chapter room to be restored to exceptional visits or events. The much-changed monastic cuisine was proposed as an exhibition area, taking advantage of what was still left of the historic. At two opposite poles of the building, toilets and changing rooms were placed, taking advantage of the convent's historic drainage areas and the location of the pre-existing bathhouses of the Casa Pia [11].

In order to recover the identity of the building, the main access to the building is made through the old Monastic Ordinance, the remaining accesses to the different defined areas, teaching, residences and creative industries, through autonomous, secondary and existing entrances in the convent. Only about 50% of the available area was still possible to rehabilitate, because it was primarily necessary to guarantee the electrical infrastructure, communication, water supply and drainage, as well as security for the building. In order to complete the entire project and rehabilitate the convent, funding is needed, which to date have been difficult to obtain in a systematic way.

5. Conclusions

Despite the changes made to historic buildings, their use and reuse was always possible due to the spatial malleability existing in the buildings due to their architectural quality.

Projects must respect buildings and take advantage of their potential to adapt existing spaces in the least intrusive way. This must be the priority of the designers who must know and know how to interpret the Monuments before designing.

This care was verified in the middle of the 20th century in the *Ermida de S. Brás* whose use, due to intrinsic conservation problems, questioned its reuse throughout history. Although the use remains, it is actually more dynamic since two Christian communities use it for different rituals.

The *Capela da Boa Nova* and the *Igreja de Santo Antão* are two examples of historical continuity, although they have been slightly adapted, with infrastructures, which allow their use in the present. Management issues seem to have found a solution or a way of conserving in the future these Monuments that were previously, the exclusive preserve of the Portuguese State through Governmental Institutions.

Finally, the *Convento de São Bento de Cástris*, the most altered and destroyed Monument, but which, despite everything, still retains its identity. Merit went to DRCALEN, which found the program that best adapts to the existing altered space, worrying about the future and sustainability of the Property. The partnerships that will guarantee the intended use of the building must also guarantee the continuity of the monument in the future, without abandonment and degradation taking over again the building again.

Acknowledgements

The authors are grateful for the support of the members of the *Comissão Fabriqueira da Igreja Paroquial de Santo Antão*, members of the *Comissão Fabriqueira da Ermida de S. Brás*, Engineer Dora Silva from Municipality of Alandroal and project team of S. Bento Cástris Monastery.

References

- [1] CUSTÓDIO, Jorge (2010). 100 Anos de Património: Memória e identidade. Portugal 1910-2010. .2ª edição, Lisboa: IGESPAR, ISBN 978-989-8052-20-9.
- [2] DRCALEN (2017-2018). Igreja de Santo Antão, Évora – Obras de Conservação. Projeto.
- [3] SIPA (2006). Igreja Paroquial de Santo Antão de Évora/ Igreja de Santo Antão. [on line], available WWW: <URL: http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPASearch.aspx?id=0c69a68c-2a18-4788-9300-11ff2619a4d2.
- [4] SIPA (1993). Ermida de S. Brás. [on line], available WWW: <URL: http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=3854
- [5] FERNANDES, Maria da C. Lopes Aleixo (1998). Os “restauros” e memória da cidade de Évora (1836 – 1986). Dissertação de mestrado em Recuperação do Património Arquitetónico e paisagístico. Universidade e Évora. Texto policopiado.
- [6] DRCALEN (2019-2021). Ermida de S. Brás, Évora – Obras de Conservação. Projeto.
- [7] SIPA (1999). Santuário de Nossa Senhora da Assunção/ Capela da Boa Nova [on line], available WWW: <URL: http://www.monumentos.gov.pt/site/app_pagesuser/SIPA.aspx?id=4442
- [8] DRCALEN (2019-2020). Capela da Boa Nova de Terena, - Obras de conservação. Projeto.
- [9] SIPA (1998). Convento de S. Bento de Cástris [on line], available WWW: <URL: http://www.monumentos.gov.pt/site/app_pagesuser/SIPA.aspx?id=6511
- [10] SPHERA CASTRIS Southwest Park for Heritage and Arts. Centre for arts, science and technology – research, innovation and sustainability. MAGALLANES – MAGALHÃES ICC, Espanha-Portugal. Centro Magalhães para o empreendimento de indústrias culturais e criativas. Available WWW: <URL: <http://www.poctep.eu/pt-pt/2014-2020/centro-magallanes-para-el-emprendimiento-de-industrias-culturales-y-creativas>
- [11] DRCALEN (2017-2022). Convento de S. Bento de Cástris, Évora. Pano geral e Processo de empreitadas.

L'edificio della Gioventù Italiana del Littorio di Forlì diventa Museo della Ginnastica e Auditorium. Restauro e riuso di una architettura dissonante

Andrea Savorelli - Atrium, Cultural route of the Council of Europe, Forlì, Italia, info@atriumroute.it.

Chiara Atanasi Brilli - Comune di Forlì, Forlì, Italia, chiara.atanasibrilli@comune.forli.fc.it

Abstract: This paper addresses the restoration and reuse of the GIL (Gioventù Italiana del Littorio, English: Italian Youth of the Lictor) building erected in Forlì by Cesare Valle in 1933-35. The building is part of a common European architectural and urban heritage, which can be defined as “dissonant” or “inconvenient”, realized by totalitarian and authoritarian regimes in the mid-20th century. We will focus on the project of the second section, involving the construction of the City Auditorium. We aim to present a restoration intervention on the “modern” in its implications related to the “dissonant” characteristics that distinguish the former GIL building. It will introduce the criteria used in the design and the project results. This work is a case study of particular interest and complexity for its guiding principles, design, and technical choices, all of which can potentially be future trends for interventions on the dissonant architectural heritage.

Keywords: Dissonance, totalitarian regimes, restoration, modern.

1. Introduzione

Gli edifici realizzati dai regimi totalitari e autoritari, durante i decenni centrali del XX secolo fanno parte il patrimonio architettonico e urbano comune in Europa, che può essere definito “dissonante” o “scomodo”. Queste architetture sono portatrici di riferimenti ideologici dei regimi che le hanno realizzate ma anche, in molteplici casi, di una qualità architettonica meritevole di essere salvaguardata e valorizzata in un’ottica di riqualificazione e riuso. Il restauro del moderno, applicato a questo patrimonio, è soggetto a principi, filosofie, metodi e modalità operative, che lo rendono particolarmente complesso e oggetto di un articolato dibattito nazionale e internazionale. Molte sono le domande che riguardano lo studio di queste architetture, alcune con risposte “aperte” o con “soluzioni variabili”, ne proponiamo una “fondamentale”: “Did the creators of material structures consciously submit to the ideological prescriptions – an if so, to what extent? Or did they follow the dominant urban-planning and architectural trends of their epoch?”[1]. I segnali che questo patrimonio “dissonante” manda al presente sono spesso complessi e contrastanti, in quanto hanno a che fare con il complesso rapporto fra lascito architettonico ed urbanistico e utilizzo in un presente democratico. “Cosa fare con questo patrimonio, rimasto a lungo in disuso e che spesso presenta una urgente necessità di interventi di restauro nemmeno ancora programmati?” questa è la domanda rivolta ancora agli amministratori, ai professionisti, agli studiosi del settore ed ai cittadini [2]. Sono ancora frequenti molte proposte operative ma anche polemiche nazionali e internazionali sull’opportunità di intervenire o di come restaurare queste architetture dissonanti. Le argomentazioni, spesso autorevoli, spaziano dalla totale opposizione al restauro, a volte comprensiva della proposta di distruzione, delle stesse [3] al favore per la loro valorizzazione, restauro e riuso [4] [5] [6]. Questo patrimonio è stato oggetto, e in parte lo è ancora di una damnatio memoriae che se applicata alle architetture del passato più antico, ordinate da committenze o regimi non democratici,

dittatoriali o autoritari, poco si sarebbe salvato e ancora meno restaurato e recuperato. L'associazione internazionale ATRIUM [7], Rotta Culturale del Consiglio d'Europa, che ha come obiettivi principali di studio e ricerca queste architetture inquadrando non solo negli aspetti architettonici ma anche in quelli culturali e sociali in cui sono sorte ha dettato proprie linee operative per il restauro con il "Manual of wise management preservation reuse an economic valorisation of architecture of totalitarian regimes of the 20th century" (2013) e "Guideline for the restoration of modern architecture" (2015). A questo si aggiunge una vasta letteratura tecnica di riferimento fra cui è necessario ricordare, soprattutto negli inserimenti di elementi tecnologici di nuova costruzione negli edifici oggetto di restauro, il testo di G. Carbonara [8]. In considerazione della estrema ricchezza dei materiali impiegati nelle architetture del ventennio, è opportuno anche ricordare che "in quel particolare e difficile periodo, nel quale si assistette a un forte rinnovamento culturale e artistico, ma soprattutto tecnologico" [9] molti e innovativi furono i materiali impiegati di cui è necessario conoscere le caratteristiche per restaurarli in modo adeguato.

I risultati raggiunti con il restauro e riuso dell'importante e pregevole edificio dell'Ex G.I.L. vengono qui presentati ritenendo che filosofia, metodo, tecnologie e tecniche di restauro impiegate possano essere proponibili potenzialmente come tendenze utilizzabili in futuro per gli interventi sul restauro del moderno e in particolare sul patrimonio architettonico dissonante.

2. Note storiche

Nel 1926 fu fondata l'O.N.B. (Opera Nazionale Balilla, Ente per l'assistenza e l'educazione fisica e morale della gioventù) con l'obiettivo di formare fin dalla giovane età, politicamente e fisicamente il "cittadino-soldato" inquadrandolo in una organizzazione paramilitare estesa in tutto il territorio. La creazione di questo ente era nata anche per ostacolare lo sviluppo delle esistenti associazioni giovanili della Associazione Cattolica e degli Scout. Renato Ricci (Carrara 1896 – Roma 1956), fedelissimo di Benito Mussolini, ne fu il presidente. I progetti degli edifici destinati a tali attività sportive e alla loro promozione erano sotto la sua giurisdizione e patrocinio in tutto il territorio nazionale.

La progettazione delle case del Balilla aveva come riferimento di base il manuale dell'architetto Enrico Del Debbio (Carrara 1891 – Roma 1973) [10] incaricato da Ricci di curare gli aspetti architettonici, compositivi e realizzativi delle case O.N.B.. Ricci si era comunque riservato le scelte principali di indirizzo e il coordinamento generale. Nell'arco di un decennio furono costruite diverse centinaia di case del Balilla su tutto il territorio nazionale, anche in piccoli comuni, con oltre tre milioni di giovani iscritti. Nel 1937 l'O.N.B. a seguito di una esigenza di maggiore militarizzazione confluita nella G.I.L. (Gioventù Italiana del Littorio) istituita da Achille Starace segretario del P.N.F., controllata direttamente dal partito fascista e sempre fondata sui principi dell'ideologia del regime.

3. L'incarico a Cesare Valle per la realizzazione della Casa dell'O.N.B. di Forlì

Il delicatissimo incarico della realizzazione della casa O.N.B. (Opera Nazionale Balilla) di Forlì, città di Benito Mussolini, fu affidato all'ingegnere Cesare Valle (Roma 1902 - Roma 2000) grazie all'interessamento di Renato Ricci. Il giovane ingegnere, all'epoca dell'inizio della costruzione aveva 35 anni, fu allievo prediletto di Gustavo Giovannoni (Roma 1873 – Roma 1947). La scelta del giovane di Valle faceva parte di una prassi ricorrente di Ricci in cui gli incarichi erano affidati ai neo laureati con il massimo dei voti della Facoltà di Architettura o di Ingegneria di Roma, che gli venivano consigliati soprattutto da Del Debbio

che, conoscendo Valle tramite Giovannoni, poté entrare in contatto con lui. La scelta di professionisti non affermati era anche conseguenza che progettisti affermati oscurassero i meriti di Ricci e anche per paura che chi aveva troppi incarichi finisse per trascurare le opere dell'O.N.B. che erano pagate pochissimo. Anzi il più delle volte non erano neppure pagate.

Cesare Valle, nell'intervista rilasciata nel 1995, afferma che fece molte versioni del progetto dell'edificio G.I.L. seguendo gli indirizzi di Ricci e che gli erano sempre piaciuti gli edifici netti, l'architettura "Moderna" italiana e poi l'esperienza tedesca e quella olandese che aveva conosciuto grazie all'architetto Minnucci. Valle puntualizza che Ricci pretendeva che l'edificio presentasse sempre una torre "ben visibile come si trattasse di una grande insegna pubblicitaria di tipo americano". Valle che si ispirò, come da lui stesso dichiarato nella citata intervista, alle architetture dell'architetto olandese W.M. Dudok, ricorda come non fosse stato il compenso a fargli accettare l'incarico perché a fronte del prestigio del progetto non vi era alcun compenso per il progetto [11].

4. Caratteristiche dell'edificio

L'edificio era composto da tre blocchi principali costituiti da palestra, piscina e cinema teatro. A questi era aggregato un quarto blocco destinato a biblioteca, uffici e doposcuola. Una torre alta 30 metri rappresentava il simbolo visibile a distanza del potere che aveva commissionato l'intero complesso. Due ingressi distinti davano accesso rispettivamente al reparto sportivo e a quello culturale/teatrale.

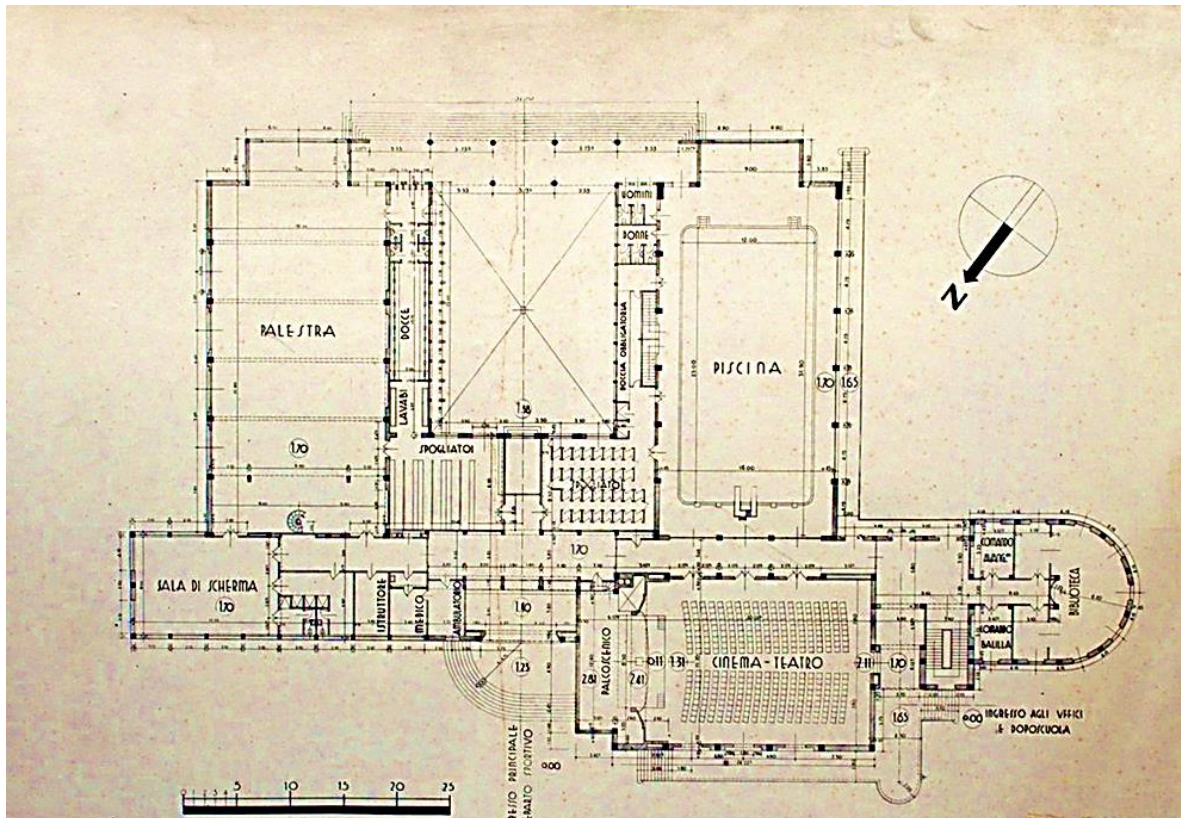


Fig.1 Pianta del piano rialzato (1933)

La sezione sportiva, costituita dai due volumi della palestra e della piscina è caratterizzata da un cortile interno e da un porticato di collegamento con il grande campo sportivo all'aperto destinato ad attività sportive ed adunate. La palestra di 500 mq era dotata di ampie vetrate, di



Fig. 3 Vista del complesso dal campo sportivo (anno 1935)

5. Il degrado progressivo dell'edificio nel dopoguerra



Fig. 4 Vista del prospetto su viale della Libertà (ex viale Mussolini) (anno 2001)

Dopo la caduta del fascismo molti fabbricati che durante il regime erano stati costruiti per destinarli a istituzioni pubbliche venivano identificati con esso e la sua ideologia e furono lasciati ad un destino di decadenza, degrado e, a volte, abbandonati o distrutti. L'edificio della G.I.L. è esempio emblematico di un edificio di elevato pregio architettonico che assume il ruolo di identità stessa del regime che lo ha prodotto con la conseguenza di vedere condizionata e sottovalutata la sua valenza monumentale meritevole di essere consegnata alle generazioni

future. Nel dopoguerra ha mantenuto principalmente la sua destinazione a centro per le attività sportive. Il pregiato cinema teatro così accuratamente progettato da Valle nei dettagli di geometrie, arredi e decori, è stato “nascosto” dietro tessuti di velluto rosso, e banali arredi, della sala cinematografica del cinema Odeon. Anche il palcoscenico e il golfo mistico del cinema-teatro originario, sono stati resi inaccessibili e inutilizzabili. La piscina è stata eliminata. Un solaio intermedio posto alla quota del bordo vasca, in luogo della piscina, ha creato due palestre, una al piano seminterrato l'altra al piano rialzato. Le strutture in calcestruzzo armato erano gravemente ammalorate e presentavano dissesti ed evidenti fenomeni di corrosione per carbonatazione. Gli intonaci, le tinte, le finestrate erano i componenti edilizi che maggiormente hanno risentito della mancanza di manutenzione e il loro degrado ha caratterizzato per lunghi anni la fatiscenza e l'estetica dell'edificio. Nella torre, gravemente deteriorata erano rimaste solamente parte delle impronte delle lettere in rilievo del giuramento del Balilla.

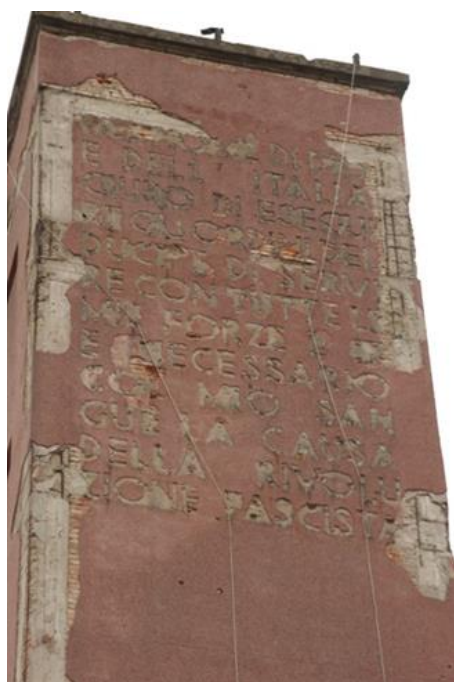


Fig. 5 Torre e lacerti del giuramento del Balilla (2001)



Fig. 6 Particolare del fronte sud (anno 2001)

6. Il primo stralcio del restauro e riuso: Il Museo della Ginnastica

L'edificio fu acquistato dal Comune di Forlì nel 1999. Il grave degrado dell'edificio, ubicato in zona centralissima nel viale della Libertà di accesso alla stazione, la sua parziale inutilizzazione (nel 2007 fu chiuso anche il Cinema Odeon realizzato negli spazi dell'originario cinema-teatro), un importante contributo del Ministero per i Beni e le attività culturali, conducono l'amministrazione comunale alla decisione di realizzare il progetto di “Restauro e risanamento conservativo edificio ex G.I.L. (Casa Stadio) per realizzazione di infrastrutture sportive e Museo della ginnastica”. Questo rappresenta il primo stralcio funzionale di un più ampio intervento generale programmato su più annualità del bilancio comunale.

Il progetto di restauro del primo stralcio [12], descritto di seguito come indicato nella relazione di progetto, che definisce anche le scelte progettuali dei successivi stralci, ha l'obiettivo primario di recuperare la originaria caratteristica di unitarietà funzionale e distributiva fra zone sportive e zone culturali propria dell'edificio con particolare riguardo ai luoghi più significativi (ingresso Sala Teatrale, ingresso Zona Sportiva, atrii della Scala Elicoidale; scala interna alla Zona

Sportiva). Per giungere a questo obiettivo si sono eliminati gli elementi che hanno portato alla segmentazione dei vari assi di distribuzione interni all'edificio, in particolare dei corridoi longitudinali al piano rialzato e piano primo. Sono stati anche recuperati i rapporti originari fra vuoti e pieni nei prospetti, eliminando chiusure e tamponamenti incongrui che modificavano il sapiente equilibrio compositivo delle facciate. Per questa componente si sottolinea particolarmente che, sebbene non si sia potuto ripristinare la piscina, per motivi strutturali e sismici, si sono ripristinate le aperture della grande vetrata che la illuminava eliminando le tamponature in mattoni che avevano chiuso tutto il primo livello finestrato. Grande attenzione è stata dedicata anche al complesso consolidamento strutturale. La quasi totale mancanza degli intonaci in grande parte delle pareti esterne ha condotto alla scelta del rifacimento degli intonaci con miscele idonee e compatibili con le originarie atte a riproporre gli interessanti effetti cromatici e di lucentezza, dovuti alla additivazione di cariche micacee che, all'epoca, costituirono una soluzione ricercata ma comunque di "produzione industriale" degli intonaci degli "Stabilimenti Terranova". La conservazione dei componenti di finitura originali quali i pavimenti in graniglia con pattern ottenuti con diverse forme geometriche a cromie variabili, gli infissi in legno e ferro, di cui è stato possibile il restauro è stata effettuata con grande cura e attenzione. Questi materiali sono stati considerati quale affermazione decisa che il valore della costruzione sta anche nella memoria storica oltre che nel suo significato stilistico. Una prima azione propedeutica allo stralcio progettuale successivo è stata dedicata alla "ripulitura" delle superfici interne della Sala Teatrale dai rivestimenti insonorizzanti e dall'arredo della sala cinematografica Odeon che avevano totalmente nascosto le più significative caratteristiche formali ed hanno completamente alterato la percezione prospettica interna del cinema teatro.



Fig. 7 Foto piano stato attuale e materico (anno 2008)

6.1. Il trattamento della iscrizione con il “Giuramento del Balilla”

Nell'ambito degli interventi previsti per l'edificio si è sviluppato un ampio dibattito sul trattamento e restauro della iscrizione del giuramento del Balilla nelle facciate della torre. Il dibattito non ha interessato solamente i progettisti ma anche associazioni culturali e politiche e generato accese polemiche. Le modalità del restauro dell'iscrizione ha visto varie posizioni, alcune sottendevano un velato tentativo di recupero “nostalgico” (ad esempio riproporre il testo in lettere di bronzo e per esteso), altri richiedevano la totale eliminazione anche dei lacerti di testo. La complessità del restauro di una architettura “dissonante” era emersa ancora una volta in modo critico e problematico in suo aspetto tecnicamente “secondario”. Al fine di individuare una scelta corretta e condivisa, sia sotto l'aspetto del restauro sia sotto l'aspetto “politico” fu nominata una commissione. La commissione decise quella che, a nostro avviso fu la scelta più corretta, decidendo di lasciare i lacerti del testo come il tempo li aveva fatta giungere a noi. Fu

semplicemente fissato l'intonaco per evitare ulteriori distacchi e i lacerti del testo non furono ne ripristinati ne demoliti.



Fig. 8 e Fig. 9 Torre con la facciate con il giuramento restaurate (anno 2017)



Fig. 10 Vista dal campo sportivo dopo il restauro (anno 2017)



Fig. 11 Vista dal campo sportivo della palestra dopo il restauro (anno 2017)

7. Il secondo stralcio del restauro e riuso: L'Auditorium Città di Forlì

Dopo la conclusione dei lavori del primo stralcio si è proceduto al progetto del secondo stralcio [13] che prevede la realizzazione dell'Auditorium città di Forlì negli spazi del cinema teatro progettato da Valle e negli spazi attigui ad esso funzionali. Il progetto prevede la riorganizzazione funzionale e distributiva di un settore dell'edificio Ex G.I.L. al fine di creare un Auditorium al servizio della musica utilizzabile anche come sala conferenze. Le opere in progetto prevedono il completamento edilizio e impiantistico, la predisposizione degli arredi, della sala di spettacolo dell'auditorium, costituita da platea, galleria, palcoscenico, golfo mistico, degli ambienti accessori per il pubblico, degli ambienti accessori per le attività di spettacolo e degli ambienti per gli impianti tecnici.



Fig. 12 Cinema teatro (anno 1939)



Fig. 13 Cinema dopo la rimozione degli arredi (anno 2019)

7.1. Percorsi e connettivo

Percorsi separati e funzionalmente autonomi regolano gli accessi degli spettatori, degli artisti e degli addetti alle attività di spettacolo o di servizio, sia internamente che esternamente all'edificio, sono previsti accessi per le persone a ridotte capacità motorie, sia alla sala e agli spazi per il pubblico, sia agli spazi ad uso dei musicisti, camerini, sale prove, spazi tecnici.

7.2 La sala di spettacolo

La sala principale dell'auditorium, è dotata di una platea con la capienza di 324 posti e di una galleria di 76 posti per una capienza complessiva di 400 posti. Il palcoscenico, dotato di boccascena, ha la superficie di mq 50,00. Un pregevole golfo mistico ha possibilità di accogliere 35 strumentisti. La platea è configurata con una curva visuale strutturale realizzata nel progetto di Cesare Valle, di efficace funzionalità rapportata ai dislivelli esistenti fra sala, palcoscenico e parete-schermo. Anche la galleria a più gradoni è configurata con una inclinazione funzionale alla visione del palcoscenico e con due ali laterali che si protendono verso il palcoscenico con una parte terminale arrotondata. Il progetto sarà rivolto ad ottenere una alta qualità acustica ambientale specifica per le sale da concerto e un elevato livello estetico, per realizzare uno spazio altamente rappresentativo anche sotto l'aspetto estetico formale. Si otterrà così uno spazio di eccellenza prestazionale e di rappresentatività estetica di alto valore.

Il mantenimento di alcuni aspetti strutturali pregevoli della sala, inclinazione della platea, il palcoscenico e boccascena, la presenza del golfo mistico, la galleria con forme stondate, la soffittatura con la sua curvatura originaria, fanno parte delle caratteristiche architettoniche e funzionali con caratteristiche storico documentali che, integrandosi con le nuove scelte tecnologiche ed estetiche, valorizzeranno l'ambiente su cui si opererà ed il contenitore storico in cui esso è collocato.

7.3 Progettazione acustica della sala

La sala attualmente presenta tracce del suo precedente utilizzo come cinema, si intravede ancora, infatti, il profilo del controsoffitto rimosso, le pareti riportano le linee lasciate dai tendaggi, il boccascena ha parte dell'ampia cornice mancante, sul pavimento lasciato al grezzo si notano resti della precedente pavimentazione in linoleum e moquette. Il progetto acustico ha richiesto una approfondita analisi dell'ambiente e numerose simulazioni del suono finale, con apparecchiature e programmi della più avanzata tecnologia nel settore, e prevede l'inserimento di ampie vele lignee sul soffitto che rifrangano l'onda sonora e la distribuiscano sulla platea nella maniera più consona. Tali vele, realizzate in lame di legno, saranno inclinate verso il palco e nasconderanno gli impianti di illuminazione ed aereazione, che saranno collocati in corrispondenza degli spazi tra una vela e l'altra.

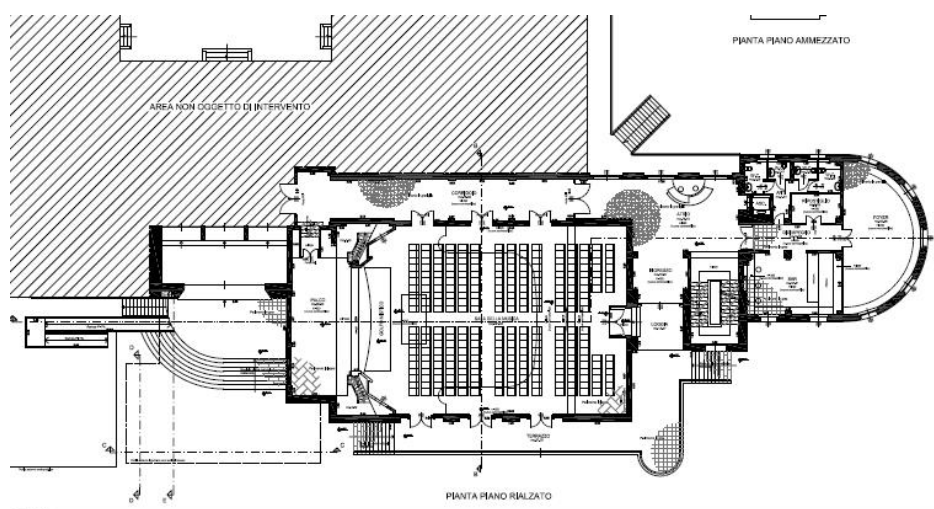


Fig. 14 Auditorium, planimetria stato modificato (2022)

La sala sarà rivestita in legno anche su pavimento e pareti, essendo il materiale che meglio risponde ai requisiti prestazionali in materia acustica; le pareti riporteranno il disegno dei riquadri presenti fin dal progetto originario, per rimodellare la superficie secondo differenti inclinazioni dei quadri lignei, che spezzino l'onda sonora e la diffondano. Il disegno originario della parete verrà tuttavia conservato.

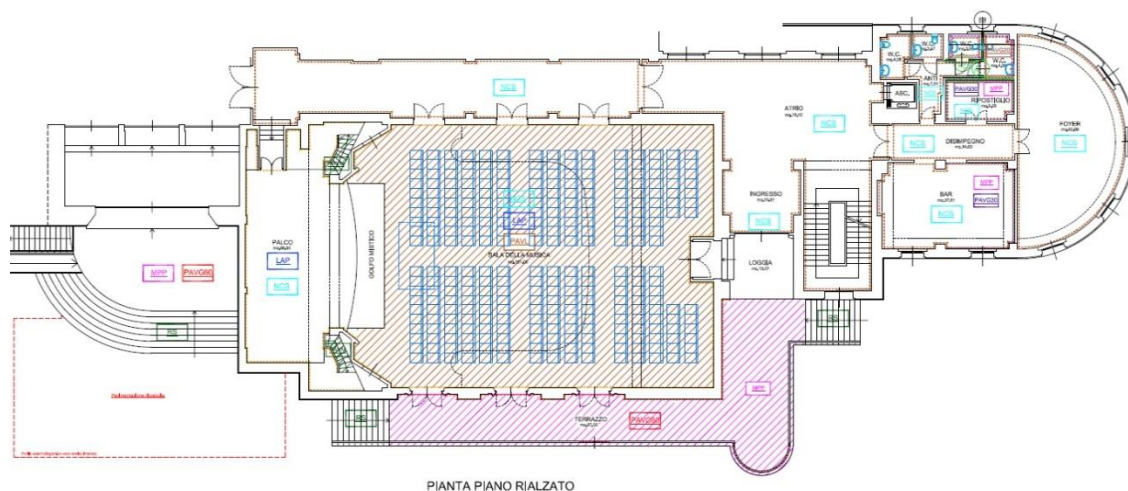


Fig. 15 Auditorium, particolare della pianta della sala e del foyer stato modificato (2022)

7.4 Ambienti accessori per il pubblico

Gli ambienti accessori per il pubblico comprendono al piano rialzato uno spazioso foyer, un servizio bar/piccola ristorazione collegato in modo a configurazione variabile al foyer, la biglietteria, uffici per l'amministrazione, e servizi igienici. Il guardaroba è al piano interrato.

7.5 Ambienti accessori per l'attività di spettacolo

Grande rilevanza sarà attribuita allo spazio del seminterrato sottostante la sala di platea dell'auditorium. Tale vasto ambiente sarà riorganizzato suddividendolo in differenti spazi con funzioni varie, camerini singoli destinati al direttore d'orchestra, al regista, al solista, camerini di gruppo per gli orchestrali differenziati uomo/donna, e spazi di disimpegno per la gestione del materiale di scena. Saranno inoltre dotati di arredi adeguati alla funzione. Rilevante cura e attenzione sarà assegnata anche alla sala prove musicali, adeguatamente progettata acusticamente.

7.6 Ambienti per gli impianti tecnici

Nel corso della progettazione si è presentato un problema rilevante in riferimento alla scelta della ubicazione delle macchine di trattamento aria. Fondamentale era individuare una ubicazione che non portasse in alcun modo la rumorosità delle macchine negli spazi dell'auditorium. Per questi motivi il sistema di climatizzazione e aerazione sarà dotato di impianti all'avanguardia alloggiati in un apposito locale realizzato in area interrata esterna al fabbricato, nel piazzale asfaltato di ingresso alla palestra. La realizzazione di tale spazio destinato esclusivamente alle macchine di trattamento aria permetterà di garantire totalmente il livello di insonorizzazione acustica della sala ed utilizzando moderne apparecchiature differenziate tra loro, un macchinario che climatizzi la sala, ed uno che climatizzi il palco, che funzionino in maniera autonoma.

7.7 Impianti tecnici al servizio degli spettacoli

Una "conchiglia acustica" sarà collocata nella zona del palcoscenico, realizzata in pannelli di legno ruotabili, utilizzabili su ambo i lati a seconda della differente prestazione acustica richiesta. Un sipario separerà il palcoscenico dalla sala. Il palcoscenico potrà avere configurazione variabile, in funzione della possibilità di estendersi, con un sistema tecnologico con pantografi, che prolungherà e amplierà la sua superficie sopra lo spazio aperto del golfo mistico. L'impianto fonico sarà di altissima fedeltà e dotato di equalizzatori ambientali configurati alla sala. Si collocherà un pannello per proiezione di tipo amovibile per rendere lo spazio scenografico del palcoscenico il più possibile adeguabile ad ogni rappresentazione scenografica. La sala di regia e di controllo degli apparati scenici è già presente nell'edificio, sarà sufficiente ampliarne la finestra di visione della sala per adeguarla alla funzione di completo controllo di sala, e collocarvi un proiettore di moderna tecnologia al laser. Nella platea, in uno spazio limitrofo al palco, verrà collocata una macchina elevatrice per permettere di spostare agevolmente gli strumenti e le strutture aduso della scena sul palco dall'interrato. Tale elevatore in posizione di riposo rimarrà posto allo stesso livello della pavimentazione, non percepibile alla vista, e su esso saranno presenti poltrone di platea. Quando necessario un sistema di sollevamento sarà attivato per trasferire il pianoforte, attrezzature e arredi scena a livello della sala o del palcoscenico.

8. Conclusioni

Il restauro delle architetture moderne "dissonanti" porta con se ulteriori complessità nella disciplina che Roberto Masiero chiama "l'impossibile disciplina del restauro ...disciplina in cui

sono continuamente in gioco storia e arte, storia e valori, storia e progetto” [14]. A quasi ottanta anni dalla caduta del fascismo oggi, a volte, è presente ancora un malcelato timore nel restaurare e riqualificare le architetture costruite nel ventennio perché spesso si vogliono identificare esclusivamente con il regime che le aveva ordinate. L'ingegnere-architetto Cesare Valle stesso ci dice con franchezza, nella intervista citata rilasciata nel 1995 [15], che per il suo progetto dell'edificio ex G.I.L. e per altre sue pregevolissime opere aveva come riferimento le architetture dell'architetto olandese Willem Marinus Dudok. Dudok, progettò il municipio di Hilversum, con volumi e torre che possono richiamare l'edificio ex G.I.L. ma che nessuno ha mai pensato di lasciare al degrado e nemmeno demolire. La cultura e l'abilità di Valle avevano fatto tesoro della sua conoscenza e del suo interesse volto al “Moderno” italiano, al “Razionalismo” e anche delle architetture moderne d'Oltralpe, elaborandole e reiventandole nei suoi progetti. Vogliamo fare nostra la considerazione di Antonio Pennacchi, in risposta alla provocazione di Ruth Ben-Ghiat docente di Storia e Studi Italiani all'Università di New York nell'articolo, ““Why are so many fascist monuments still standing in Italy” [16] sul prestigioso New Yorker . “C'è una confusione di fondo” osserva Pennacchi “Cosa è un monumento. Si intende la statua ? Il simbolo mediatico il cui principale e precipuo scopo e la dichiarazione ideologica? Ma quei monumenti un cambio di regime li rimuove subito, come fu fatto da noi dopo la guerra. I fasci furono scalpellati. Si intende l'edificio? Ma quello dappertutto lo si tiene” [17]. Questo lavoro vuole essere una proposta metodologica e operativa al restauro del moderno dissonante senza che il riferimento all'ideologia che lo ha voluto possa precludere la sua rifunzionalizzazione e la valorizzazione del suo valore architettonico e funzionale.

Riferimenti

- [1] Zupancic, T. Ifko, S. Fikfak, A. Verovsek, S. (2013) “Manual of wise management preservation reuse an economic valorisation of architecture of totalitarian regimes of the 20th century”, 5.
- [2] Bottini, M. (Coordinator working group) (2015) ATRIUM “Guideline for the restoration of modern architecture”. 15.
- [3] Ben-Ghiat R. (2017) “Why are so many fascist monuments still standing in Italy” in The New Yorker.
- [4] Guerri G.B. (2017) “Cari americani il fascismo non si elimina abbattendo l'EUR” in Il Giornale.it.
- [5] Bentivegna A. (2017) “L'architettura cosiddetta fascista sopravviverà anche al New Yorker” in Arte e Design. La Voce di New York.
- [6] Falcinelli D. (2017) “Architettura fascista Stile che supera ogni ideologia” Il Sole 24 Ore.
- [7] ATRIUM (acronimo di Architecture of Totalitarian Regimes in Europe's Urban Memory) è stata certificata Rotta Culturale del Consiglio d'Europa nel 2014. <https://www.atriumroute.eu/>
- [8] Carbonara G.(2011) Architettura d'oggi e restauro. Un confronto fra antico e nuovo.
- [9] Di Resta, S. Favaretto, G. Pretelli, M. (2021) Materiali autarchici. Conservare l'innovazione, 15.
- [10] Del Debbio E. (1933) O.N.B. progetti di costruzione delle Case Balilla, Palestre, Campi Sportivi, Piscine.
- [11] F. Canali (1995) “Architetti romani nella città del Duce” in Memoria e Ricerca, 174-186.
- [12] Progettisti e DD.LL. del Progetto architettonico: Arch. Stefania Pondi, Ing. Claudio Mambelli (Comune di Forlì). Progetto esecutivo approvato il 13/05/2008. Importo finale dei lavori euro 5.197.000.
- [13] Consulenza alla progettazione architettonica. Arch. Andrea Savorelli, Progettista coordinatore generale e D.L. Arch. Chiara Atanasi Brilli (Comune di Forlì). Importo lavori a base d'asta € 3.421.159.
- [14] Masiero, R. (2005) Nel definire il restauro, in B. P. Torsello (a cura di), Che cos'è il restauro?, 158.
- [15] F. Canali (1995) “Architetti romani nella città del Duce”, op. cit., 187.
- [16] Ben-Ghiat R. (2017) “Why are so many fascist monuments still standing in Italy”, op. cit., 1.
- [17] Stefanini M. (2017) “Il Palazzo della civiltà dell'Eur è bellissimo”, Risposta di Pennacchi op. cit., 2.

Historical rural architecture of North Portugal and Spanish Galicia – analysis of vernacular forms and concept of adaptation for cultural tourism needs, case study of Porreiras in Portugal

Orszt Marta - University of Lisbon, Lisbon School of Architecture, Lisbon, Portugal, martao@edu.ulisboa.pt;

Raszeja Elżbieta - University of the Arts in Poznań, Poznań, Poland; elzbieta.raszeja@uap.edu.pl

Abstract: Vernacular forms which can be found in North Portugal and Galicia (region of Western Spain) can be traced down up until times, when this geographical area was bound together through Celtic influences. Wood, stone, and clay, used for local constructions, appear in many forms which are until now well preserved around the area. The main objective of a research was to identify vernacular forms, focusing on granaries, commonly found in the study area, and creating the proposal of their reuse. Development and roots of those buildings is researched, showing their historical origin, locally sourced materials used in the region, as well as the state of the buildings nowadays and legal ways of their protection in Spain and Portugal. The base of the project was a village renewal concept which aims to adapt the ruins of unused agricultural settlements located in Porreiras for cultural tourism needs, with a proposal of reusing granaries as pilgrim units. Concept of safeguarding granaries through giving them new function is proposed to be implemented on Camino de Santiago tail, since the granaries are commonly found in rural landscape of North Portugal and Spanish Galicia.

Keywords: Vernacular architecture, Galicia, North Portugal, granaries, sustainable development

1. Introduction

Non-monumental architecture constitutes 3/4 of the buildings in which people live, die, profess their faith or work (Oliver, P. 1997). In his 2007 study, Paul Oliver found that 800 million human habitats were created informally, whether or not with the collaboration of architects. Analysis of architecture distinguishing given epochs or places are often based on the characterization of objects of exceptional aesthetic value. However, it is the non-monumental buildings that show the true face of the passage of time and the spirit of a given century. The key to understanding architecture created without architects is to understand the community that inhabits it. The forms the community creates are an integral part of its culture. Current research on non-monumental architecture focuses on the use of building materials which was justified by knowledge passed on and tested from generation to generation (Correia, M.R & Lourenco, P.B. & Varum, H. 2015). Vernacular architecture is not a landmark of a given settlement, but rather a part of a natural landscape. It carries a story about a community. Additionally, it has a low environmental impact thanks to use of natural, local and unprocessed materials.

From protohistory and the times when the first settlements were created, people prioritized space. House layouts grew and took different forms depending on place in the world and age, but the essence remained the same. Vernacular architecture testifies to the rhythm of life, daily activities and work of the people who live there. Habitats of people show the real life of the inhabitants of a given area, and the local culture "in practice" and without ornaments. Traditional buildings connects regions of countries overstepping existing borders, as can be seen in North Portugal and Spanish Galicia, still reminding of the Celtic

influences and time when it was a Roman province Gallaecia (Díaz & Menéndez-Bueyes, 2018). The values of vernacular architecture are both tangible and intangible. It is a testimony to the cultural diversity of society, a record of history, reflecting the mentality and values of the group of people inhabiting it (Oliver, P. 2006). The values of vernacular architecture can be divided into: social, environmental, scientific, cultural, technological and economic (Guillaud, H. 2013). The combination of these values in spatial planning has a positive effect on sustainable development, favouring the promotion of the individual character of a given entity.

Vernacular architecture is one that meets human needs at a given time. It is based on the knowledge of generations, the techniques they develop, and the knowledge derived from experience. Hassan Fathy describes the closing of the "ring" created by the search for architectural solutions at the point when they stop developing (Fathy, H. 2009). But do human needs stop developing? It is easy to determine that they have changed over time. The abandonment of old buildings proves that they do not fulfil the functions expected by humans today and it is essential to create conditions for their "new life".

The vernacular architecture of Northern Portugal and Spanish Galicia is characterized by fitting its forms into the natural landscape (Arquitectura Popular em Portugal, 1961). The scale of the buildings depends on their purpose, and also on the topography. An aspect present in traditional construction is the sense of the influence of nature on the climate inside buildings - for example, hiding them in the ground ensures a constant temperature, e.g., important during wine production (Prista, P. 2014). Massive stone walls protect not only against high temperatures, but also excessive radiation, providing shade (Teixeira, M. C. 2013).

The forms that vernacular architecture takes depend both on the local resources and materials: their characteristics, dimensions that allow certain roof span, etc. - as well as weather and ground conditions. One example is pillar-based buildings, which are above the ground (Lewis, M. 2014). Depending on the place in the world, the reasons for not locating objects directly on the ground may be: protection against moisture, flooding, uneven terrain, the need for increased ventilation or lowering the temperature, as well as protection against aggressors. In later times, the justification for raising rooms intended for people to stay above the ground was, for example, the desire to protect against bad air (Italian: mal' aria), described, among others, by Andrea Palladio or Vitruvius.

Unfortunately, the architecture of the described type, due to the small percentage of elements in the ground, at the time of destruction, leaves little traces and well-preserved remains that could later become the object of archaeological research. The lack of fully preserved structures makes the study of their original appearance difficult and requires the use of advanced techniques from various fields. Still, the knowledge of generations inspires modern, innovative building materials based on biodegradable components, as well as architectural forms created for areas endangered by e.g., earthquakes (Correia et al. 2015a; Correia et al. 2015b; Ortega et al., 2017; Pereira & Romao, 2016).

The positioning of elevated objects is visible in the urban fabric of contemporary Portugal and Spain. Historic objects intertwine with the structure of the city, testifying to its development and the earlier rural, cultivated character of a given district. Hórreos in Spain and Portuguese espigueiros are used to dry grain and maize and placing them on pillars ensures constant air circulation and protection against pests. The details of these small-size buildings have their roots in the religiosity of the inhabitants - the crosses placed on the roofs are to provide protection and testify to the dedication of work and supplies to God. When observing the utilitarian architecture of both the described region and other parts of the world

(Malinowski, B. 1935), it can be noticed that food warehouses were built of materials with a longer service life than households, had more durable foundations, and their construction required an increased amount of work compared to residential units.

The rural vernacular architecture is in threat because of modern development processes and the change of lifestyle in rural areas (decline of the farming). There are some protection actions ongoing but still insufficient. The only protected group of granaries in Portugal is located in Soajo (Decreto n.º 8/83, DR, I Série, n.º 19, de 24-01-1983). Signed as a civil architecture/group, in the administrative division of Viana do Castelo / Arcos de Valdevez / Soajo. The group of granaries in Soajo is classified in IIP group of protection (pt. Imóvel de Interesse Público: property of public interest). The 2016 Cultural Heritage Law in Spain marks granaries as elements with ethnographic value provided, they sufficiently preserve their formal and constructive integrity and the characteristic aspects that determine their authenticity. The ones built before 1901, are classified as BIC (Ben de Interesse Cultural), the highest figure of protection. They can be sold, but not disassembled and moved from their original place. Neither can closures be assembled from their supports or build anything attached to them that affects their cultural values. The ones built after 1901 (and their surroundings) are protected if they are catalogued in the municipal plans.

The effective contemporary method of saving historical buildings seems to be the village renewal concept, which dates back to the last decades of the 20th century. It is based on building economic independence of rural areas, strengthening cultural identity through strengthening local traditions, integrating communities and the environment, and respecting the historical landscape while improving the living conditions of the inhabitants (Raszeja, 2013; Niedźwiecka-Filipiak, 2009). Sustainable development of villages can be supported with cultural heritage safeguarding, through its conservation and restoration or adaptation (1st and 4th steps of intervention stated in ICOMOS New Zealand Charter for the Conservation of Places of Cultural Heritage Value, 2010). Implementing reuse strategies while having in mind village renewal theory and can result in inclusive, robust development of rural territories, protected from destroying influence of uncontrolled tourism looking for outer beauty of heritage rather than the spirit of the place – genius loci (Dai et al., 2021; Salonia, 2016). An example of abandoned village with a richness of architectural heritage is Porreiras, located in North Portugal, in the vicinity of Camino de Santiago pilgrimage trail. This area became a focus of this case study.

The objectives of the study are:

- exploration of rural architectural forms of North Portugal and Galicia (region of Western Spain) through their characteristics (typology, materials, usage);
- investigating the connection of architectural forms of chosen regions, being a bridge in between borders of the countries;
- researching state of rural architecture, the way its nowadays used and protected;
- proposing future solutions to safeguard granaries by giving them new function, to grow awareness of local heritage and save granaries from abandonment and deterioration following it
- developing a conceptual revitalisation strategy of rural settlements based on an example of Porreiras in North Portugal

To achieve this goal, following actions were executed:

1. Completion of a literature study to understand the role that vernacular architecture plays in sustainable development;
2. Observation of chosen examples and comparative analysis: to understand features of agricultural vernacular architecture of North Portugal and Western Spain (Galicia) located on Camino de Santiago pilgrimage trail and its vicinity; observations were made with sketching and photography, supported by surveying architecture and village plan of Porreiras in Portugal;
3. Analysis of heritage protection rules which focus on selected form of a granary;
4. Prototyping a reuse plan of granaries located on Santiago de Compostela pilgrimage trail in North Portugal and Western Spain (done through concept creation, experimenting with possible solutions and prognosing their outcomes, rural planning, visualising, and 3D modelling)
5. Examining feasibility of proposed solution, and proposing accessible materials to be used and techniques possible to implement in a scale of a village (based on example of Porreiras)

2. Historical and geographical placing

Cultural identity extends beyond established political boundaries. Such a conclusion can be drawn during the analysis of the region connecting northern Portugal (at the border of the Minho River – Miño in Spanish) with Galicia, the western region of Spain (Figure 3.). The local culture is connected, among others, by Celtic influences, linguistic influences, construction materials, architectural forms or similar topography having a direct impact on agricultural tradition.

The region, on which is localised the analysed area, was formerly called Gallaecia (Figure 1.) and included the present northern part of Portugal from the Douro River line and the Spanish territory north of the Minho River, as well as the lands to the west of the present borders of Spanish Galicia.

The name Gallaecia came from the tribes of Gallaeci or Gallaecians, inhabiting the region which became a Roman province (Díaz et al. 2018).

Throughout the centuries, people focused on creating settlement units based on a combination of Roman and Celtic influences. The ruins of the



Figure 1. Roman Gallaecia under Diocletian's reorganization, 293 AD, graphic by Alexandre Vigo

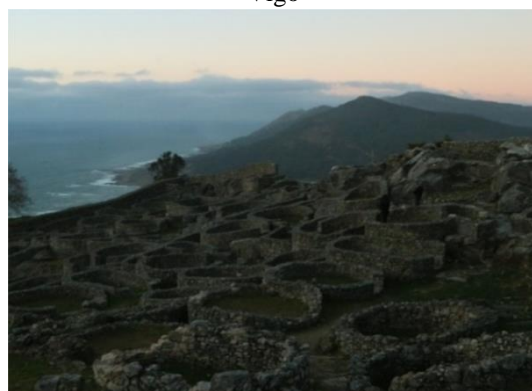


Figure 2. Santa Tegra, ruins of a Celtic, settlement unit, photo M. Urbańska

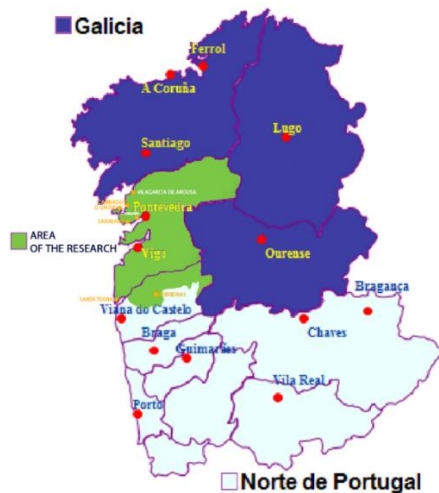


Figure 3. Map of North Portugal and Spanish Galicia with marked in researched area; base outline of the map derived from: Ulrich, Peter. (2020).

villages thus created can be found in the northern part of Portugal and in the north-west of Spain. The so-called *castros* (Figure 2.) were composed of individual houses on a circular plan, fitting into space, most often localised on hills, mountains, or rocky coasts.

Placing the settlements on elevated terrain made it possible to control the movement of people and animals on the slopes and events at a great distance from the observation site. Additionally, there are many springs in the mountains of the analysed region. The location of the settlements also depended on watercourses - covering its beginning, it provided the inhabitants with access to clean drinking water. Such complex settlement units were surrounded by a wall fitted to the hypsometric system of the area and using natural barriers as cliffs, steep rocks, river valleys, etc.

3. Vernacular architecture found in the region

Vernacular forms which were chosen to be analysed are an important part of an agricultural processes. Granaries, *tulhas* (used for crops and tools storage), water mills and *eiras* (large-scale boulders on which granaries are sometimes built, also used for pt. *desfolhada*; spreading and cleaning corn before placing it in granaries) can be found in the region. Blend into the landscape thanks to use of natural, local materials, those forms nowadays rarely keep their primary function. As granaries are widespread in analysed region, and nowadays rarely keeping their original function, they were chosen to be focused on.

3.1. Granaries of North Portugal and Spanish Galicia



Figure 4. Stone construction of a granary with wooden details, Cambados, fot. M. Orszt

Called *espigueiros* in Portuguese, they are now in many cases stripped of their former function. The form of the granary is a characteristic element of the landscape of northern Portugal and Galicia.

Espigueiro (called also *canastro*, *caniço* or *hôrreo* in Spanish) - a typical granary from the northeastern part of the Iberian Peninsula. *Espigueiro* is a place where corn is stored. The granary can be made of granite stones and wooden details. The function and use of wooden details resembles the Slovak *kozelec*. However, it requires fewer structural elements - the wooden grates are held mainly by the weight of the surrounding stone. Based on stone pillars topped with round hewn stones (with stones extending out to prevent pests from entering the interior – Figure 4.), it consists of beams that make up the floor structure, pillars, supports and a ceramic-tiled roof.

The walls of the granary are approximately 25 cm thick, and the standard surface area is a minimum of 5 m². If there are stairs in front of the block, they are a separate form, most

often with a few hewn stones to get to the espigueiro. Sometimes the gable crowning the granary has a religious form.

The popularization of the form was related to the increased cultivation of maize started in the 17th century, which transformed the agricultural landscape and changed the use of parts of crops. Corn was brought to Europe in the 16th century, after the Spanish invasions of the American continent. Described granaries are found mainly in the northern part of Portugal and in Spanish Galicia. They are made of wood and stone (mainly granite, as a commonly available construction material in this area), and their base is raised on characteristic columns. Thanks to protruding parts, pests are prevented from getting inside. Most of the granaries are made of a combination of two materials, but, for example, in the provinces of A Coruña or Lugo in Galicia, *hórreos* mostly made of wood (*hórreos de madeira*) can be found. The interior is ventilated thanks to the openwork partitions of the walls. Granaries are built on a rectangular plan. The longest existing granary in Carnota (Galicia) was constructed between 1768 and 1783 and is 37.74 meters long. As a rule, granaries are between 7 and 12 meters long and 1.5 to 5 meters wide. *Espigueiros* appear singularly or in groups, constituting a warehouse for one farm and showing the focus on the work of an individual / one family, or being a collection of forms, e.g., on the outskirts of a village, and in this case showing cooperation in harvesting and community.

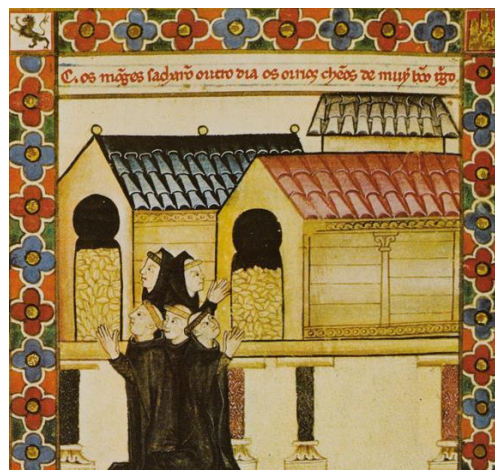


Figure 5. Granaries depicted in Galician manuscript from *Cantigas de Santa Maria* from 1280 year



Figure 6. Primitive granary form made from wicker, photography from the museum of Paredes de Coura

There are many types of granaries, which can be divided according to the material used (wood, stone, or mixed) and the proportions of the form. Most often they differ according to the region of origin. One of the most popular type is *Mariñan* - an oblong, soaring form with a gable roof.

The original form of the granary was a truncated cone-shaped basket woven from twigs (Figure 6.). Called *hórreo de varas* (or *hórreo de corres*), it was popularized in the region by the settlers who lived there before the invasion of the Celts, called *Oestriminis*. Its name comes from the building material - flexible twigs from which it was made. Placed on a stone base, it protected food against rodents and the negative influence of weather conditions. Granaries are usually located next to the homestead to which they belong. Larger clusters are found in *Soajo* and *Lindoso*, where more of them are concentrated on rocky ground, away from the centre of the village.

3.2. Construction materials

The main materials used in vernacular objects are similar around the world. Stone, wood, earth or clay are used in a variety of ways, taking on numerous architectural forms. Their use depends on the availability of deposits. The variety of materials used in the given region is one of the distinguishing features of local vernacular architecture (Correia, M.R. &

Lourenco, P.B. & Varum, H. 2015). Vernacular architecture favours the development of craftsmanship, thanks to the richness of hand-made details and construction elements. The multitude of architectural components created by human hands has a positive effect on the local economy, maintaining the need to employ skilled workers in the field of construction.

One of the materials used in vernacular construction is soil. It can be churned or shaped. The second of these techniques, called adobe, is popular especially in the south of Portugal.



Figure 7. Elevation made of shells, Cambados, Spain, 2019 (fot. M. Orszt)

Regionally, differences in dimensions and composition of formed "bricks" are noticeable. Sometimes they come with additives such as straw, acting as dispersed reinforcement, or shells. The dimensions and shape of bricks depend on the region in which they were made. In the vicinity of Tomar (Mestre, V. 2014) they take a cubic form, and in the Tagus Valley examples close to a narrow rectangle can be found.

Different parts of Galicia and Northern Portugal can be distinguished due to the use of materials in architecture. An example is the Vieira shell used on the coast, which used to be a cover material for facades (Fig. 7). Today, rarely used and expensive, it attracts tourists who want to see the unusual finish of the walls of seaside houses. Facades finished with shells can be found, for example, in Cambados (Galicia - Fig. 7), Villagarcia de Arousa, O Grove, Sanxenxo or Combarro.

3.3. Relationship of proportions and materials: lightness/heaviness



Figure 8. Filling of space in between the big rock with small stone fragments, Porreiras, photo: M. Orszt

The rhythm of the axes present in the described construction results not only from the aesthetic sense of its creators, who mostly did not have any architectural education, but above all from the characteristics of a given material. Stone or wood of certain species has its individual features, and its use is determined by the availability of resources and the compressive or tensile strength, enabling e.g., the construction of roofs with specific dimensions (Teixeira, M.C. 2013).

The sense of harmony is visible thanks to the rhythm and emphasis on elements such as door and window openings. In the granite construction, especially field and hewn stone (Figure 8.), which was used on the villages of the described region, window and door openings as well as the base of the building are accentuated with stones of

large dimensions (Mileto, C. & Vegas, F. & Garcia, I. & Cristini, V. 2015).

The possibility of revitalizing granite objects depends on the stability of the existing structure. Granite is used in vernacular construction in the form of massive blocks and smaller stones which, despite their mass, pull up and store water. Therefore, it is important to ventilate rooms with stone walls properly.

4. Proposed intervention in Porreiras

4.1. Urban structure of the village

The space created was aimed to respect the tradition, the history of the place and the mentality of the population; using natural materials and taking inspiration from vernacular architecture, but without creating an interpretive pastiche.

Preserving traditional forms and complementing them without disturbing the stone structure will ensure the continuation of the physical elements of heritage (such as a site, a trail, a landscape, architecture) and its intangible aspects (traditions, knowledge of generations, values, rituals, memories). The sensory experience is prolonged by maintaining continuity in the use of materials - stone and wood, which are only accompanied by modern materials as functional complements.

The project uses clustering of the houses in the area and availability of setback courtyards and narrow, backyard alleys (cul-de-sac). Proposed solution uses this organic structure, shaping fluid exchange between public, semiprivate, and private areas of the project. The facilities closest to the street (Fig.10) are the ones that would be implemented first and will serve the use of Porreiras residents. The community centre and the playground are places that are missing from the fabric of the village. A community centre, a centre for pilgrims, a ceramics workshop, a carpentry workshop, and a warehouse will be built in the village.

4.2. Village renewal plan

The project states that the village is a protected area, where development is compatible with protecting cultural landscape and heritage. Adaptation of the ruins and village renewal will be successful when connected to the life of its inhabitants: people living in Porreiras from generations, and newcomers, who stay there for a short or long period of time.

The planned rural development strategy is a cycle of mutually dependent and supportive elements which, depending on demands, may meet the needs of a smaller or larger population group (living in and visiting Porreiras). The project is meant to lead pilgrims from the momentary, aesthetic perception of space, into a deep connection with the landscape and community built through understanding of culture and history. Relationship with the environment, learning about the principles of its functioning, emotional connection with the place and its inhabitants - this is how the authenticity of experiencing a place can be described.

The rural development project will revive the economy of Porreiras while strengthening the cultural identity of its inhabitants. The project counteracts the negative impact of tourism development, while allowing creation of new jobs in hospitality, construction, production of food and sustainable Eucalyptus products. The goal of the project was not to create a long-lasting structure that would remain in a village tissue even after hundreds of years, when its use would no longer be needed. The facilities are materializations of the changing needs of people, to which they flexibly adapt.

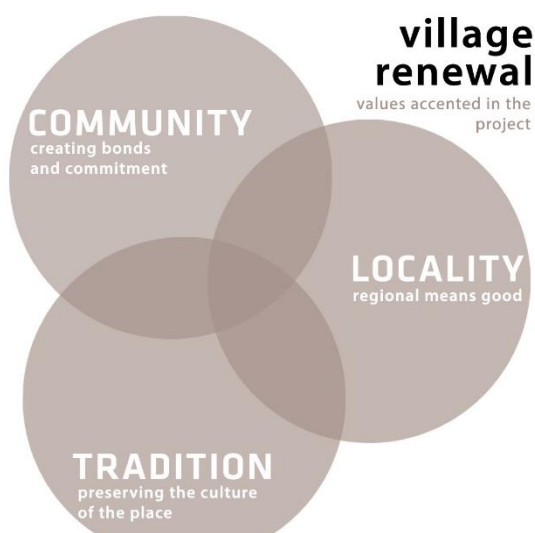


Figure 9. Core values of the project

Visitors and pilgrims revive the local community, joining its life and influencing the structure that was previously in a state of stagnation. Respect for the value of the landscape, which is the basis of the project, strengthens the public awareness of the anthropogenic environment shaped over the centuries. The project introduces innovations to the existing system - the function of the landscape does not change, but the technology used and the approach to cultivation do. The local economic system is strengthened by distinguishing itself from the surrounding villages and planting crops absent from the area, while cultivating the traditions and understanding the values of the natural structures existing in Porreiras. The concept of value design is based on the enhancement of features that favourably affect rural development. Building and maintaining social bonds between residents strengthens the identity of the social group. In addition, the immigrant population associated with the planned unit, thanks to the actions taken, assimilates with the population of Porreiras and, thanks to the exchange of information and experiences, creates a new quality.



Figure 10. The distribution of buildings and division of zones in the analysed part of Porreiras. The green colour represents the private part, and the yellow colour the public part

The project aims to build the image of local products as manufactured using the knowledge of generations. Porreiras agricultural products are intended to meet the nutritional needs of the villagers, as well as serve as a competitive, ecological commodity. Economic development is based on the goods present on the spot and the use of the existing potential. The possibility of implementing a system in the village based on the exchange of knowledge and experience related to the traditional cultivation of plants and construction for the strength of muscles and the work of newcomers, has its basis in dynamically developing Workaway programs. The opportunity to experience life in a landscape of historical and natural value will become a valuable service that villagers can provide.

The aims stated above are met while respecting the tradition of the place. The development of the settlement unit and agricultural production is carried out in a controlled manner,

maintaining the form and proportions characteristic of the region. Returning to tradition does not mean going backwards in development - modern technologies are implemented harmoniously with the existing vernacular architecture.

4.3. Conservation of existing structures and creating new ones

The project creates a narrative around existing forms - treating the ruin as a creative substance, wrapping it in functions while integrating the new with the old. The tension created between the volumes in the form of courtyards, patios and micro-openings reflects the meeting point between the foreign and the existing - a moment of exchange of ideas and experiences full of creativity and respect. Existing structures used in the project are planned to undergo conservation, with special attention to stone walls, which construction needs to be checked. Newly added wooden structures fill the space created inside of the ruins, being separate from them. Where the ground is uneven, foundation slabs with lightweight expanded clay aggregate insulation are used. The timber structure is separated from the foundation slab by waterproofing. In the case of timber-framed walls (made of, e.g., eucalyptus and other locally available species) in contact with stone walls, vertical waterproofing is also applied. The design goal is to build the facilities using as much recycled material as possible – as the roof finish, the tiles abandoned at the ruins can be reused. Additionally, the abundance of building materials created from natural raw materials testifies to the diverse possibilities of using eucalyptus. One of these is fibreboard made from the fibres of this tree. Self-bonding according to tests, it meets the requirements of boards for use in building interiors. The wood-based materials are planned to be developed and used in the woodworking workshop planned in the proposal.

4.4. Second life of granaries as pilgrim units

The result of the analysis is the proposition of incorporation of granaries commonly present on the Camino de Santiago route into a system of pilgrim units, where you can spend the night outdoors and feel the atmosphere of vernacular architecture (Figure 11 and 12). The form adapted to the needs of the pilgrim provides basic comfort: insulation against the cold, a place to sleep and eat (bed, folding table and chair unfolding from the wall) and possible access to electricity thanks to the use of perovskite-powered panels.

The interior is a light, wooden timber structure finished with glazing – that does not interfere with the stone skeleton of the granary. Wood is locally sourced, and panels used to enclose structure can be made from *Eucalyptus globulus Labill* (Gouveia et al., 2018; Uentealba et al., 2016; Majano-Majano, A. et al., 2019). It is an alternative to public pilgrim houses (albergues) and sleeping in the open air. In addition, introducing granaries to the network of pilgrim units will enable the care and maintenance of those forms that cannot be moved (because of conservation protection) and often, devoid of their original function, deteriorate.



Figure 11. Visualisation showing granary with inserted module – sleeping unit for pilgrims.

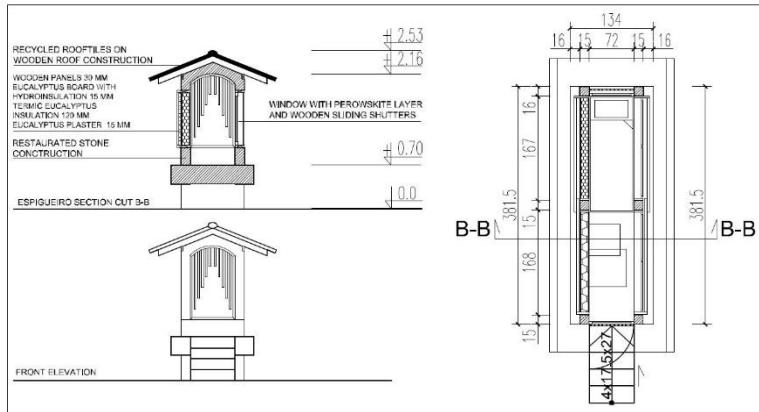


Figure 12. Technical drawing with a proposition of reusing a granary as a single person sleeping unit on Camino de Santiago pilgrimage trail

Two main goals of the adaptation of the granary form can be distinguished. Firstly, creating an interior that is friendly to the traditional form of espigueiro, which, as a "piece of furniture", does not interfere with the structure of the granary, but allows it to be used for a new purpose. Secondly, emphasizing the value of architecture related to the bread cycle and the very process of producing

food from maize, as well as the impact of agriculture on the local community (increasing joint work, using the same facilities - e.g., water mills, etc.).

5. Conclusions

The research draws attention to the multidimensional potential resulting from the preservation of former habitats on the Santiago de Compostela trail and in its vicinity, visible in cultural, social, historical, economic, and ecological aspects. Richness of forms and materials, which can be found in historic fabric of Spanish Galicia and Northern Portugal, brings variety of material to study about the connection of the landscape and its inhabitants through architecture.

In order to create bottom-up movement of protecting heritage and cultural landscape of the researched area, the proposition of reuse of existing agricultural architecture was created, which focuses on maintaining buildings by giving them new function, while the original one has faded through socio-economic and cultural changes. Reusing granaries puts emphasis on local society, its needs and is a possibility of a sustainable development of a village, build on the theory of village renewal. Solution is feasible thanks to accessibility of locally sourced materials (granite, wood as Eucalyptus, etc.), growing interest in food and water independence and possible cooperation between generations (old: inhabitants already living in the village, young: incomers who want to learn from them and find their way of life out of the city). The proposal emphasises importance of implementing step by step solutions, scaled for the possibilities of all its actors.

Acknowledgements

The base of the research and photographs were done during the stay at ESG Gallaecia in Vila Nova de Cerveira. Portugal, and furthermore developed in a master's degree thesis at the University of the Arts in Poznań, Poland with the supervision of Prof. UAP (Associate Professor) dr hab. eng. architect Elżbieta Raszeja.

References

- Arquitectura Popular em Portugal. Lisbon: Sindicato Nacional dos Arquitectos, (1961).
- Correia, M. and Carlos, G. (Eds.) (2015a). *Cultura sísmica local em Portugal/ Local seismic culture in Portugal*. Lisboa: Editora Argumentum.
- Correia, M., Lourenço, P. B. & Varum, H. (eds.) (2015b). *Seismic Retrofitting: Learning from Vernacular Architecture*. London (UK): CRC Press / Balkema / Taylor & Francis Group.
- Dai, T., Zheng, X., & Yan, J. (2021). Contradictory or aligned? The nexus between authenticity in heritage conservation and heritage tourism, and its impact on satisfaction. *Habitat International*, 107, 102307. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102307>
- Decreto n.º 8/83, DR, I Série, n.º 19, de 24-01-1983
- Díaz, P. C., & Menéndez-Bueyes, L. R. (2018). Culture and Society in Medieval Galicia. A Cultural Crossroads at the Edge of Europe. In J. D’Emilio (Ed.), *La corónica: A Journal of Medieval Hispanic Languages, Literatures, and Cultures* (Vol. 47, Issue 1). <https://doi.org/10.1353/cor.2018.0018>
- Fathy, H. *Arquitectura para os pobres - Uma experiencia no Egipto rural*. Lisbon: Argumentum/Dinalivro, 2009.
- Gouveia, S. & Otero, L.A. & Fernández-Costas, C. & Filgueira, D. & Sanromán, Á. & Moldes, D. (2018). Green Binder Based on Enzymatically Polymerized Eucalypt Kraft Lignin for Fiberboard Manufacturing: A Preliminary Study. *Polymers* 2018, 10, 642.
- Guillaud, H. „Cultural values of earthen architecture for sustainable development.” In: *Vernacular heritage and Earthen Architecture for Sustainable development*, authors: Carlos G., Rocha S Correia M. London: Taylor & Francis Group, 2013.
- ICOMOS New Zealand Charter for the Conservation of Places of Cultural Heritage Value, 2010
- Lewis, M.. (2014). *Building on Piles*, [in:] *Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development*, edited by.: M. Correia, G. Carlos, S. Rocha, Taylor & Francis Group, London
- Majano-Majano, A. & Lara-Bocanegra, A.J. & Xavier, J. & Morais, J. (2019) Measuring the Cohesive Law in Mode I Loading of *Eucalyptus globulus*. *Materials* 2019, 12, 23.
- Malinowski, B. (1935). *Coral Garden and their Magic: A Study of the Methods of Tilling the Soil and Agricultural Rites in the Trobiand Islands*. London: Allen & Unwin.
- Mestre, V. (2013). (Re)using adobe - from survey o conservation, from restoration to new construction. [in:] *Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development*, authors: Carlos G., Rocha S. edited by: Correia M. London: Taylor & Francis
- Niedźwiecka-Filipiak, I. (2009). *Wyróżniki krajobrazu i architektury wsi Polski Południowo-Zachodniej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.
- Oliver, P. (2006) *Built to meet needs, Cultural Issues of Vernacular Architecture*. London: Taylor & Francis Group.

- Oliver, P. (1997). *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodrigues, H., Correia, M., & Lourenço, P. B. (2017). Traditional earthquake resistant techniques for vernacular architecture and local seismic cultures: A literature review. *Journal of Cultural Heritage*, 27, 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.015>
- Pereira, N., & Romao, X. (2016). Seismic Resistance of Portuguese Vernacular Architecture : A Critical Review. December. <http://www.ceru-europa.pt>
- Petzet, Michael (2008) Genius Loci – The Spirit of Monuments and Sites. In: 16th ICOMOS General Assembly and International Symposium: ‘Finding the spirit of place – between the tangible and the intangible’, 29 sept – 4 oct 2008, Quebec, Canada.
- Prista, P. *Terra Palha Cal / Earth Straw Lime; anthropological essays on vernacular building materials in Portugal*. Lisbon: Argumentum, 2014.
- Raszeja, E. (2013). *Ochrona krajobrazu w procesie przekształceń obszarów wiejskich*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań.
- Salonia, P. (2016). Tourism, Migration, Heritage, Culture, Inclusion: Recovering the Memory of Ourselves for the Sustainable Cities and the Society of the XXI Century. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 223, 668–675. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.382>
- Teixeira, M. C. (2013). *Arquitecturas do granito, arquitectura popular*. Arcos de Valdevez: Municipio Arcos de Valdevez.
- Uentealba, C. & Salazar, J. & Vega, J. & Norambuena, J. (2016) A new biobased composite material using bark fibres Eucalyptus, University of Concepción, Chile.
- Vernacular Architecture Towards a Sustainable Future*. London: edited by. C. Mileto, F. Vegas, I. Garcia, V. Cristini, Taylor & Francis, 2015.

Glocalization design strategies of multinational enterprises in the context of revitalizing historic districts: Case studies in China and Europe

Wei Xi – The University of Hong Kong, Hong Kong SAR, China, e-mail: weixi@connect.hku.hk

Wu Xin* - Fuzhou University, Fuzhou, China, wuxin@fzu.edu.cn, *Corresponding author

Xu Qiang - Fuzhou University, Fuzhou, China, e-mail: 253868888@qq.com

Li Jiajun - Fuzhou University, Fuzhou, China, e-mail: 2388123407@qq.com

Calia Marianna – University of Basilicata, Matera, Italy, email: marianna.calia@unibas.it

Abstract: Historic buildings reused by multinational corporations (MNCs) or multinational enterprises (MNEs) in cultural districts could well spur urban revitalization with their economic capital and business expertise. Nevertheless, with large scales and standardized business models, MNCs/MNEs normally maintain a high degree of consistency in their standardized architectural and interior design around the world. Historic districts are thus often caught in the dilemma of the diversity of cultural heritage conservation and the homogeneity of international enterprises' business models, which would inevitably cause the tension surrounding the conflicting identities between those MNCs/MNEs global presence and the local sensitivity attached to the cultural heritage. Therefore, in the game of economic capital verses culture and social capital, the localized adjustments had to be made in architectural design. In this paper, Starbucks and McDonalds, two common MNCs/MNEs with three outlets in reused heritage buildings respectively were chosen as cases to investigate their localization strategies in terms of façade, layout, spatial and decorative elements in Chinese and European historic districts by comparing them to their standard stores nearby. This paper also evaluates the rationality of the reuse and design strategies of heritage architecture by considering their built environment.

Keywords: localization, historic districts, multinational enterprises, building reuse, revitalizing design

1. Introduction

In July 2007, the Starbucks in Palace Museum located inside Beijing's Forbidden City had to be closed down under the enormous pressure from the community. This global coffee brand entered China in 1999, and have opened more than 400 coffee shops in China as of 2006, including 64 in Beijing, the capital city. On July 31, 2019, Alberto Bonisoli, the then Italian Ministry of Culture and Heritage announced his decision on Facebook that it was forbidden to build a McDonald's fast-food restaurant next to the ancient baths of Caracalla in Rome, with Mayor Virginia Raj who made statements that the city government strongly protested the idea of opening a burger shop in the archaeological area where the ancient baths were located in the 3rd Century CE.

Attracted by the cultural heritage tourism, many MNCs/MNEs would choose historic districts for outlets or even flagship stores. Despite the enormous research have done on the historical building reuse, how MNCs/MNEs cooperate with the historical environments they chose to fade in still seem to be a neglected issue. Based on a theoretical review and empirical investigation, this study aims to evaluate the MNCs/MNEs' rationality of the reuse and design strategies of heritage architecture by considering their built environment by choosing Starbucks and McDonalds, two common MNCs/MNEs as cases and comparing

them to their standard stores nearby This paper presents some clarification of the role of impact/cultural investment in the definition of an emerging sustainable social scheme within the community to promote the development of local social and human capital. We know that cultural habits do not change quickly, and our research shows that organizations need to be proactive and seek very actively the participation of the local community if they want to see changes. Our case study highlights the fact that it is important to invest actively in mobilization, local information and promotion and to do so with the cooperation of local community organizations to attain some form of bonding with the local population, have the positive effects expected in terms of involvement in the community and act as a lever for local socio-economic development.

2. Literature Review

2.1. Capitals and Glocalization

Pierre Bourdieu reintroduced capital in all its four forms, economic, social, cultural, and symbolic, rather than solely in the one form recognized by economic theory, which is the historical invention of capitalism. Bourdieu's "theory of neocapitalism"^[3] pays more attention to the immaterial capitals such as cultural and social capital and by reducing the universe of exchanges to mercantile exchange, which is objectively and subjectively oriented toward the maximization of profit, i.e., (economically) self-interested. By cultural capital, he referred to an institutionalized capital in the form of physical, objectified and institutionalized cultural capital^[1], and he referred social capital as an actual or potential resources collectively acquired through "a lasting institutionalized networks of relationships"^[2].

The Neocapitalism has implicitly defined the other forms of exchange as noneconomic, and therefore disinterested. In particular, it defines as disinterested those forms of exchange which ensure the transubstantiation whereby the most material types of capital – those which are economic in the restricted sense – can present themselves in the immaterial form of cultural capital or social capital and vice versa. The transformation between these capitals is field dependent. Wang (2008), noticed that a type of capital would possess different values within different contexts^[5]. When the context changes, the transformation between capitals may turn inapplicable. Even worse, different capitals may become mutual restraint. As such, in the economic dominated social model, economic capital and cultural capital possess a certain coexistence formula which will not be applicable when economic capitals are introduced into a context of historic districts. As a result, the game and restraint between these capitals are triggered, and a new coexistence formula is needed.

2.2. Game of the capitals

The transformation among different forms of capital is an effective strategy for the stakeholders to maintain the total amount of their assets and to promote their capital reproduction. Pierre Bourdieu regarded converting the capital they hold into a more favorable and legitimate type, which is recognized by the instruments of reproduction can the stakeholders preserve their place in a particular field structure. Consequently, to exchange for different types of capital is the main purpose of the stakeholders. However, as cultural attributes represent the intrinsic value of historic districts, while economic capital can present themselves in the immaterial form of cultural capital as the instrumental value of the district (Figure 1).

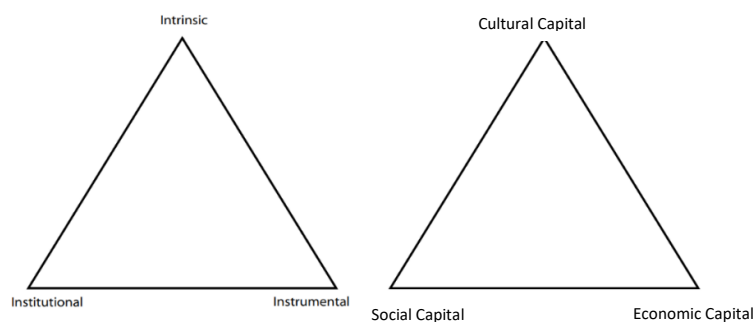


Figure 1. The cultural heritage triangle
 a. value triangle b. capital triangle
 Source: Hewison (2006) Figure 1 (value triangle)

During this process, the stakeholders representing various capital types will actively strive for maximization of their interests, and even reconstruct the value of the capitals. From Fang (2020)'s point of view, when economic capitals represented by MNCs/MNEs choose historic districts for impact investment, they will definitely conduct cost and income accounting^[6]. In this process, different capitals do not have the access to all the information of their competitors, in other word, economic capitals are boundedly rational players. Bounded rationality means that economic capitals will not be able to find the optimal strategies through a single game with cultural capitals representing the historic districts, and it must be possible to achieve a stable equilibrium through continuous learning and adjustment.

Moreover, the stakeholders of cultural capitals can also be divided into two parts, one is the government agency with decision-making power, and the other one is the local entity responsible for supervising and implementing the policies. The capital games in the historic districts are played in these three parties. Zhang (2021) claims that the fundamental purpose of the revitalization of historic districts is to optimize the environment for cultural inheritance, so cultural capitals are given priority over economic ones^[7]. However, within the scope of cultural capital, there are also interest conflicts between government agencies and local entities. Accordingly, it is very important for the stakeholders to find development strategies that maximizes the common interests of all parties while optimizing the cultural heritage.

2.3. Impact investments and glocalization

The public sector, represented by cities and government departments, has been working hard to develop effective ways of economically revitalize historic districts. As Francesca and Fiorenza (2021) mentioned, even though the government departments have promised to the public that the revitalization would benefits both the cultural heritage and entire economy, it is yet to be proven correct^[8]. In recent years, a brand-new branch of finance has arisen which called impact investment. From the point of Cominelli and Greffe (2012), this new type of investment possess the feature of both tangible and intangible, because these investments represent the asset-class objectives of a new breed of investor^[9]. From the perspective of Hebb (2013), the main advantage of impact investment towards historic district is that they will maintain great flexibility when facing the situation requiring adjustments in the structure of incentives^[10].

Glocalization means the localization events happens during the process of globalization. According to Minei and Matusitz (2013), glocalization is the practice which is sensitive to both the society and the local culture, it put great efforts into narrowing the gap among worldwide countries and regions^[11]. Furthermore, Wolf *et al* (2017) claim that the strategy of glocalization may provide a viable way to guide MNCs/MNEs through each stage of the

transformation process^[12]. Since the impact investment and glocalization share the same core attribute of flexibility, to convert economic capitals into impact investment could be a potential breakthrough of the localization solution within historic sites.

3. Research Methods

3.1. Quantitative Research Method

This paper uses quantitative research method to evaluate the attractive level of the chosen cases to measure the effectiveness of localization. First, this paper takes advantage of the heat map of Baidu map to classify the level of human traffic around the stores which marks m with the value from 1 to 6 according to different colors (Figure 2). This method is common in the research of Chinese historic districts, Zhang (2020) combines Baidu heat map with ArcGIS to analyse the population aggregation to choose the site for a parking lot^[13]. Min (2020) also make use of Baidu heat map to figure out the difference of street vitality between weekdays and weekend in a historic district in Nanchang, Jiangxi Province^[14].

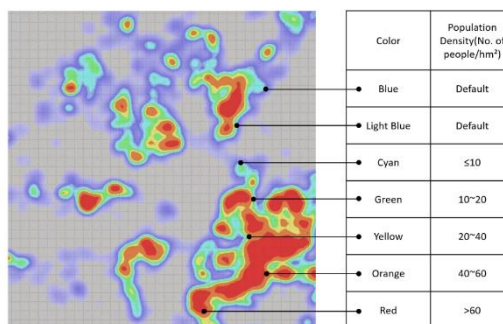


Figure 2. The correspondence of color and population density in Baidu heat map
Source: Zhang (2020) Figure 1

Second, record the number of customs of the stores during three periods, which is 9-10 in the morning, 13-14 in the afternoon, and 18-19 at night, marked as a , b , c . Then define K as the ratio of customers and level of human traffic. The higher the value of K means the more attractive certain case store is to the local people, which means the localization is relatively successful.

$$a + b + c/m = K \quad (1)$$

Third, we also take advantage of the M-S theory in the field of color study^[15] to do some quantitative research about the façade color of the cases. Moreover, an aesthetic degree formula proposed by Birkhoff(1933) is also adapted. In this formula, M is the degree of aesthetic, O is the factor of order, and C represents for factor of complexity^[16]. When applied to the historic districts, O represents for the harmony of the site as an entirety while C represents for diversity of the color shown in the whole district. Therefore, to compare the value of M s with and without the cases, we can figure out whether the color system of the cases is contribute to the harmony of the whole district or not.

$$M=O/C \quad (2)$$

However, due to the limitations caused by COVID-19 Pandemic, we could not travel to all the cities where the cases located. Therefore, we will further this method in our future research rather than this paper.

3.2. Qualitative Research Method

This paper also makes use of the qualitative research method by summarizing the detail and general characteristic after observing. By comparing with standardized shops, this paper divided the emphasis into three parts, elements that remains the same (counter, devices etc.), elements remain in another way (signboard, functional areas etc.), and elements that are removed from localized ones (billboard, floor-to-ceiling windows etc.). The first part is core

functions could not be easily changed and the third part is annex functions which is not essential. What we focus is the second part, the essential but mutable ones, where the localization strategies exist.

4. Case Studies

4.1. Starbucks Cases

4.1.1 Starbucks Milan Selection Store



Figure 3. Night view outside Starbucks Milan Selection Store
Source: jjaju.sina.cn/news/20200809/6698212111535112937.shtml

The Starbucks Milan Selection Store (Figure 3) was designed by Lorenzo Perini, a professor at the European Academy of Design, an Italian national registered architect, the founder of PLS DESIGN. As the first Starbucks chain store opened in Italy, the store is located in Palazzo Cordusio, there's only a 5-minute walk from Milan Cathedral. The main building was built in the late 19th and early 20th centuries. It was originally the office of the Italian National Post. It's now a national cultural heritage protected building in Italy.

(1) Plan

The store's floor plan (Figure 4a) is nearly pentagonal, with a concave arc at the entrance. The interior is a two-tier structure, however, only the inner Arriviamo Bar is placed on the second floor, the rest are full height. In the middle is the baking area, which is mainly surrounded by a main bar and several small bars such as Princi Bar and Scooping Bar, serving as a customer stay area.



Figure 4. Starbucks Milan selection store
a. Floor plan (left) Source: starbucksreserve.com
b. Starbucks restaurant interior (middle and right)
c. Source: dianping.com/shop/H7NgSuU8A5HaBKVC

(2) Building Façade

Since the Italian cultural heritage protection department attaches great importance to the protection of ancient buildings, the façade of the building has not been modified too much. The entrance sign of "POSTE" is retained at the entrance of the building and highlighted by spotlights. Its signboard "Starbucks" is also hollowed out in dark color. The words are hidden under the overhangs and are highlighted by ambient lighting.

(3) Decorative Features

In terms of internal space processing, Starbucks retained the steel frame of the original post office, and used extra-long brass pipes on the ceiling to connect coffee bean processors and coffee machines of various flavors, reflecting a strong industrial texture. Since the building is protected by national culture, many new equipment and pipelines were installed during the interior renovation. In order to restore the characteristics of the post office, many craftsmen were hired to restore the stone brick parquet floor on the ground to the decoration style of the late 19th century (Figure 4b&c).

4.1.2. Fuzhou SanFangQiXiang Starbucks

The selected case Starbucks SanfangQixiang store is located in the northern part of the historic district, at the intersection of Nanhou Street and Taxiang at Central Fuzhou. The building consists of two floors, and the building was a traditional dwelling built in the Qing Dynasties (1636CE-1912CE).

(1) Plan

There are reserved trees on the east and west sides of the building. Stone benches are set around the reserved trees on the west side (entrance Figure 5e) for tourists to rest. On the east side, a large area of outdoor cafes is set up, combined with the leisure pavilion and corridors around the reserved trees. The general layout follows its usual pattern (Figure 5a&b). On the first floor, there are the bar, baking area, operation room, storage room, etc.,. As for the second floor, the guest table and manager room are in it. However, due to the impact of volume, there are no public toilets, staff lounges, coffee classrooms and other functions in the store.



Figure 5. Starbucks in SanFangQiXiang

Floor Plans: a. first floor (up left); b. second floor; c. the south side (up left); d. the north side (up middle); e. the entrance (down left); f. wall painting on the second floor (down middle); g. Backyard Pavilion (down right)

(2) Building Façade

The facade style along the street is basically the same as other storefronts in the block, and adopts the style of traditional Chinese dwellings. The south side is the pagoda lane, the gable wall on the south side has no windows, but the windows are opened on the north side. Through observation, no instance of opening windows along the side of the alley has been found in the single building in the SanFangQiXiang. Figure 5c&d is a field shot of the south and north sides of Starbucks.

(3) Decorative Features

There is a stone sculpture of its trademark at the entrance of the building, which is facing the direction of the flow of people on the main street. No such decoration has been found in other areas along this lane. On the east side of the building, a combination of traditional Chinese-style leisure pavilions and corridors are used, supplemented by a corner pavilion (Figure 5f&g). The decoration style on the first floor of the store has no obvious Chinese characteristics. The second floor adopts a sloping roof, the gable walls have Chinese-style lattice windows, and the walls are plain concrete walls supplemented with paintings of western elements such as mermaids, coffee beans, and coffee production processes.

To sum up, Starbucks in the historical district of SanFangQiXiang is affected by the surrounding texture and environment and the design strategies taken are obvious: the building layout is compact, and some functions are missing; the exterior decoration of the building mostly adopts traditional Chinese architectural style, which is localized. However, the standard decoration style is mainly used in the interior, there is no obvious localization adjustment.

4.2 Cases of McDonald's

4.2.1 McDonald's in SanFangQiXiang (case of traditional Chinese style)

This case is located at the junction of South Back Street and Jibi Alley of SanFangQiXiang.

(1) Plan

The plan is in a deep line shape. There is a dessert station along the street. The rest of the space functions like a hall. The hall and the dining area are separated by steps. The dining area is behind the front and rear areas. Traditional courtyard style. Only the part along the street has two floors, and the rest is full height.

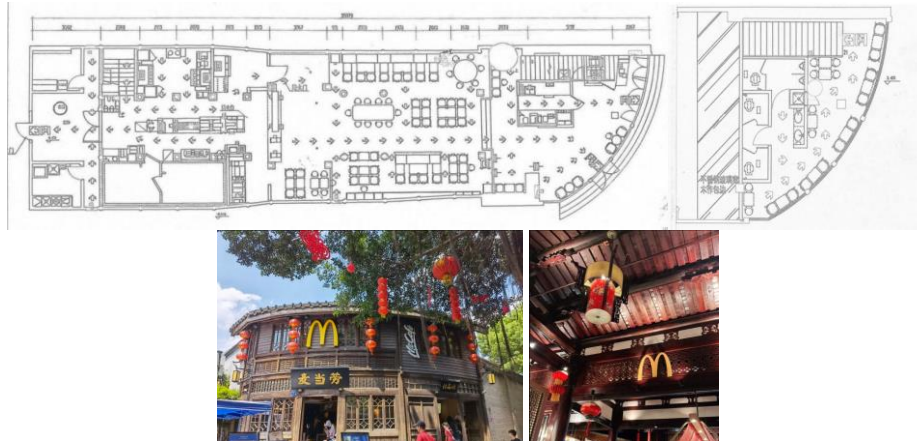


Figure 6. McDonald's SanFangQixiang store on Nanhou Street
The floor plans: a. first floor (up left) and b. second floor (up right)
c. facade and d. interior

(2) Building Façade

The facade of the selected case better uses the style of traditional Chinese dwellings. Whether it is from the entrance gate, the opening of the facade, or the moldings of the window sill, traditional Chinese elements are used. However, its standardized "M" trademark and "McCafe" logo have not been adjusted for localization, and the facade is shown in Figure 6c.

(3) Decorative Features

The interior decoration also uses more traditional Chinese decorative elements. Different from McDonald's with standardized decoration style, the ceiling is not installed on the top of the full-height part of the building in this case. Instead, the wooden beam structure of the sloping roof is constructed: purlins, beams and columns, sparrows, etc. It is not clear whether it has actual structural significance. The store also uses traditional decorative elements such as lattice windows, screens, and lanterns. However, electrical facilities such as central air conditioning, spotlights and other lighting equipment are directly exposed; tables, chairs, dining tables, etc. are still in standardized modern styles, which are in conflict with traditional indoor styles. In addition, the corporate logo can still be seen everywhere in the store, and its high-saturation yellow is in conflict with the dark wood components. The interior of the McDonald's is shown in Figures 6d.

To sum up, McDonald's in Nanhou street store is more unified with the architectural style of the historic district in terms of layout, building facade, and decorative symbols, and the localization strategy is more obvious. However, it still maintains a standardized and modern style in terms of corporate logos, electrical equipment, and dining table styles.

4.2.2. McDonald's Budapest West Railway Station

This McDonald's located in the West Railway Station of Budapest, Hungary, is called "the most beautiful McDonald's in the world". The original site of the building was the restaurant designed by the Eiffel Company in 1877. It was designed and constructed as a part of the railway station and displayed a typical Baroque style consistent with the station.

(1) Plan

The interior space of the store is quite open, with a large depth. The restaurant and hall are placed symmetrically and uniformly, retaining the interior pattern of European classical architecture. The ordering table is submerged on the ground, leading the crowd to it. The dining table is located on both sides, forming an aisle in the hall. The layout is similar to the Baroque church style.

(2) Building Façade

The façade of the building is the same style as the train station, resembling the Baroque style of the 1870s. Except for the part connected to the station, windows are opened on the other three sides of the building to make the interior light very transparent. as the Figure 7 shows.



Figure 7. Façade and the interior of McDonald's in Budapest West Railway Station
Source: dianping.com/shop/H21bpysX3r1UnIfr

(3) Decorative Features

The horizontal decoration style in the restaurant shows a strong localization. It does not add too much decoration, but follows the same decoration style as its own architectural style. There are exquisite statues on the top of the four walls, and the main lighting equipment in the room is also retro-style lamps, but the dining table and chairs are modern.

In summary, the store plan retains the original layout of the same cloth building, which is so harmonious with the surrounding railway station, and the interior decoration also has an evident retro trend, aiming to integrate the decorations into the environment. However, the interior of the dining table, chairs and ordering table still maintains the standard horizontal style of the enterprise.

4.2.3 Foshan Wenhuali McDonald's

This case is located in Wenhuali Foodplaza, Tongji Road, Foshan, Guangdong. The buildings in the food court are reconstructed from old buildings. It was built with red brick which is usually used in the Republic of China period.

(1) Plan

The entrance of the plaza is on the west and aisle for the dining car (stone lane) is on the anorthite side along the street (south side) is the outdoor dining area. What's more, the entrance of the building located on the west side with a dessert station, the dining area is arranged around the kitchen which continues the standardized style of McDonald's. A narrow plane of rectangle leads to a long flow of the dining area, what`s more, the toilet is used by both men and women without any distinction. (Figure 8a)



Figure 8. Foshan Wenhuali McDonald's

a. plan; b. façade c. the outdoor dining area on the "Qilou" porch

(2) Building façade

The facade is mainly red and white for its red brick wall and white windows. A clear structure of sloping roof forms a stable triangular composition. What's more, Balcony on the second floor also balance the composition but it does not have any real functions. On the roof of the gabled wall, stone gables with the writing of "Yingju Lou" reflects the long history of the building but the McDonald's "M" logo below it casts strong visual conflicts (Figure 8b).

(3) Decorative Features

The ceiling, wall and dining table continue the standardized interior decoration style of McDonald's with color mainly of black and gray. However, the outdoor part adopts the concept of "Qilou" in Lingnan architecture, setting an outdoor dining area along the street side of the building and reflecting its clear structure of sloping roof. Furthermore, fans, windows and lamps were also decorated in style of the Republic of China period.

In summary, Foshan Wenhuali McDonald's can be unified with the architectural style of the Republic of China period. The localization strategy can be easily found in terms of building facade, and outdoor part of its decorative symbols. However, it still maintains a standardized and modern style in terms of plan layout and its interior decoration.

4.3 Case Study Findings

According to the case study, we find out that the main restriction or limitation for these two enterprises is the historic single buildings, because both the plane and façade features need to follow the original patterns to keep the authenticity of the building heritage. Therefore, the behavior of fitting in is already a big step of localization, however, the stores still need to create some identity through the redesign of traditional decorative elements. The basic information of the six cases is shown below (Table 1).

Table 1. Basic information of Six selected cases

| | Blocks of information | Plane features | Facade features | Decorative symbols | General characteristics |
|---|--|---|---|---|--|
| McDonald's in Sanfang Qixiang, Fuzhou | At the junction of Nanhoujie and JiPI Lane; Traditional residential style of Ming and Qing Dynasties. | Dessert station and lobby along the street; The lobby and dining area are separated by steps; The dining area is behind the front logistics area; The dining area is full height. | Traditional Chinese elements are used in the entrance gate, the facade window, and the windows; The standardized "M" trademark and "McCafe" logo have not been localized. | The timber beam structure of slope roof: purlin, beam and column, etc; Lattice Windows, screens, lanterns and other traditional decorative components. Electrical facilities such as central air conditioning, spotlights and other lighting equipment directly exposed; Chairs, dining tables, "M" logos, etc., are still standardized modern style. | The overall style is more unified with the architectural style of the historic district ; The localization strategy is more obvious ; However, in the enterprise logo, electrical equipment, table style and other aspects still maintain standardized modern style. |
| McDonald's East Yangqiao Road shop, Sanfang Qixiang, Fuzhou | At the periphery of the Sanfang Qixiang in Fuzhou, 50 meters from the north entrance of Sanfang Qixiang. | The plane layout has obvious standardized style; The dining area is arranged around the logistics area, and the toilet is located at the end of the dining area; There are open dining area along the side of the street , some private dining space on the other side. | It uses solid color aluminum plate, white signboard, floor-to-ceiling Windows in dining area, high contrast, and identification; Surrounding shop facade use stone, latex paint; No uniform style with other shops on street. | Standardized decoration style, mainly in red, yellow and white; The column, table and wall paintings are all standardized. | Not integrated in traditional block; standardized style is obvious; no obvious localization strategy |
| Starbucks Milan Selection Store in Milan, Italy | Located in Palazzo Cordusio ; 5 minute walk from Milan Cathedral ; The main building was originally the office of the Italian National Post. | The plan is nearly pentagonal ; Two-tier structure inside but only Arriviamo Bar on the second, the rest are full height; The baking area is in the middle and surrounded by several bars for customer stay . | The facade of the building has not been modified too much. The "POSTE" sign is retained and highlighted by spotlight. The "Starbucks" sign is hidden in dark color and lighted by ambient lighting. | The steel frame of the original post office is retained ; Extra-long brass pipes on the ceiling to connect coffee machines of various flavors, reflecting a strong industrial texture ; The stone brick parquet floor was restored to show the style of late 19th century. | The architectural style remains unchanged; The decoration style is unified with its age characteristics ; The localization strategy is more obvious; |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|--|
| Starbucks in Sanfang Qixiang | Located in the northern part of Sanfang Qixiang, at the intersection of Nanhou Street and Taxiang; The architectural style of whole block is the style of traditional dwellings in Ming and Qing Dynasties. | Reserved trees on the east and west sides of the building. Stone benches around the tree on the entrance (west) side. Outdoor cafes area on the east side, combined with the leisure pavilion and corridors around the tree; Bar, baking area, operation room, storage room, etc. on first floor, guest area and manager room on second floor; Without public toilets, staff lounges, coffee classrooms. | Traditional Chinese dwellings style; Traditional style of windows are opened on the north side but none on the south. | A stone sculpture of its trademark at the entrance; A combination of traditional Chinese-style leisure corner pavilions and corridors on east; Inner decoration style remain it standardized style with plain concrete walls and paintings of western elements such as mermaids, coffee beans, and coffee production processes. | Small volume affected by surrounding texture and environment ; Compact plan lack of public toilets, staff lounges, coffee classrooms ; Chinese traditional exterior decoration style ; Standard decoration style in the interior. |
| McDonald's in Budapest West Railway Station | Located in the West Railway Station of Budapest; The original site of the building was the restaurant designed by the Eiffel Company in 1877. | Symmetrically and uniformly plan layout, retaining the interior pattern of European classical architecture; Big volume, large depth; Ordering table on the ground, dining table on both sides. | Same style as the train station; a typical Baroque style of the 1870s. | Same decoration style as train station architectural style; Retro-style lamps and exquisite statues on the top of the four walls; Dining table and chairs are standardized. | Big volume and symmetrically plan layout like a European classical architecture; Strong baroque style in both inside and outside decoration; Style of dining table, ordering table and chairs maintain standardized modern style. |
| Tianjin Heping Road Starbucks | Located at No. 1, No. 237, Heping Road, Heping District, Tianjin. The former site was Zhejiang Industrial Bank Building. | The plane of the Starbucks is very regular, in the shape of a standard rectangle. Two symmetrical curved bar counters surrounding the coffee workshop, thus serving as the center of the plane. | The facade of the Starbucks is in the architectural style of the Renaissance. | The interior of the store is in retro style, with a central dome resembling the Pantheon in Rome, supplemented by a suspended ceiling. Most of the decoration is grand and magnificent | Be greatly influenced by the original building and the surrounding environment. The exterior façade basically retains the style of the Renaissance.. The layout seems to be influenced by the centralized architecture of ancient Rome The overall design has obvious localization tendency. |
| Foshan Wenhuali McDonald's | Located in Wenhuali Food Court, Zhongyi Road, Foshan, Guangdong; reconstructed from old buildings with red brick; Style of the Republic of China period. | Entrance with a dessert station; Kitchen area surrounded by dining area; A narrow plane of rectangle leads to a long flow of the dining area; No gender distinction in toilet . | Mainly red brick wall and white windows; Clear structure of sloping roof; Balcony without any real functions; Stone flowers on the gabled wall "Yingju Lou" and "M" logo on the center of the facade. | Interior decoration mainly in black and gray; Standardized ceiling, wall and dining table; Clear structure of sloping roof in outdoor dining area; Traditional style of fans, windows and lamps. | The localization strategy is obvious in facade and outdoor decoration ; Plan layout and interior decoration mainly remain standardize. |

5. Concluding Remarks

As the globalization process is rapidly going on, the MNCs/MNEs is expanding worldwide under the context that the international society is transforming into a homogenized financial field for the capitals. However, historic districts, seen as cultural field, force the enterprises

to take localization strategies to fulfill the requirement of local cultural needs. This paper focuses on the localization strategies of Starbucks and McDonald's during their expansion into historic districts. The essence of such localization is actually the game between financial capital and cultural capital in the field of culture. This paper divides the shop functions into three parts, the core functions, the flexible functions, and unessential functions. The flexible functions are where the localization usually happens. As significant carrier of the value, the historic buildings is the main restriction and limitation for the enterprises. Only by following the original features of courtyard layout and façade can the stores be in a harmony with the whole district. Instead of simply copying and misappropriating national decorations, to do deep research of local history and culture is also an essential step for the companies to design new and traditional decoration elements to keep both identifiable and localized at the same time.

References

- [1] Guijuan W. (2016). The Inequality of higher education and the Reproduction of social Class -- Based on Bourdieu's Cultural capital theory. *Reform Openning* 22: 99.
- [2] Bourdieu P RJG. (1986). *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. The forms of capital: 241.
- [3] Nan L. (2005). *Social Capital: A Theory of Social Structure and Action*. Shanghai People's Publishing House 14.
- [4] Liu L. (2020). Buerdie Ziben Fuhao Yunzuo Yanjiu [A Study on the Operation of Bourdieu's Capital "Symbol"]. *Journal of Nanning Normal University (Philosophy and Social Science Edition)*, 41, 74-80
- [5] Wang W W. (2008). Buerdie Ziben De Sige Weidu [Four Dimensions of Bourdieu's Capital Theory]. *Teaching of Forestry Region*, 08, 1-3.
- [6] Fang X L. (2020). Huizhou Feiyi Lvyou Chanyehua Shangyeziben Boyi Fenxi [Game Analysis of Commercial Capital of Huizhou Intangible Cultural Heritage Tourism Industrialization]. *Journal of Anshun University*, 22, 120-142.
- [7] Zhang A H. (2021). Power, Capital and Local Game: a Logical Analysis of the Production of Intangibal Cultural Heritage Space—Taking Gayu Festival as an Example. *Journal of Shandong Institute of Commerce and Technology*, 21, 116-132.
- [8] Francesca M., Fiorenza L. Impact investment for urban cultural heritage. *City, Culture and Society*, 2021, 26.
- [9] Cominelli F., & Greffe X. (2012). Intangible cultural heritage: Safeguarding for creativity. *City, Culture and Society*, 3,(4), 245–250.
- [10] Hebb T. (2013). Impact investing and responsible investing: What does it mean? *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 3(2), 71–74.
- [11] Minei E., & Matusitz J. (2013). Diffusion and glocalization: Dialectical tensions for Wal-Mart de México. *Global Business Perspectives*, 1(2), 106–121.
- [12] Wolf I D., Ainsworth G B., & Crowley J. (2017). Transformative travel as a sustainable market niche for protected areas: A new development, marketing and conservation model. *Journal of Sustainable Tourism*, 1–24.
- [13] Zhang H L. (2020). Extracting Active Population Data Based on Baidu Heat Maps for Transportation Planning Applications. *Urban Transport of China*, 19(03), 103-111.
- [14] Min Z R., Ding F. (2020). Analysis of Temporal and Spatial Distribution Characteristics of Street Vitality Based on Baidu Thermal Diagram: the Case of the Historical City of Nanchang City, Jiangxi Province, 27(02), 31-36.
- [15] Spencer D E., Moon P. (1994). Area in Color Harmony. *J.opt.soc.am*, 34(2), 93.
- [16] Birkhoff G D. (1933). *Aesthetic measure*. USA: Harvard University Press, 49–66.

Qualità dell'aria interna e ventilazione: due fondamenti per definire gli Healthy Buildings

Indoor air quality and ventilation: two fundamentals to define Healthy Buildings

Savoca Ludovica Maria Sofia – University of Messina, Messina, Italy, e-mail: ludsavoca@unime.it

Abstract: The purpose of a home is to satisfy the needs of its users; therefore, the functional properties of the building should satisfy all the needs deriving from its biological, psychological, and social structure. The Covid-19 emergency has significantly accentuated the attention both to the hygienic-sanitary conditions of the environments and the symptoms attributable to the Sick Building Syndrome – SBS. The SBS recognized by the World Health Organization in 1986.

The syndrome groups together a series of disorders related to those aspects of the microclimate. It related to their people who spend most of their time in “confined”. In this case, the environments are exposed regularly. It is starting from the 9 foundations for a healthy building, up to the selection and analysis of two of them: air quality and ventilation, so that they can be subsequently developed in relation to a building. The purpose of this research will lead to the analysis of the various factors that determine the foundations chosen above, to summarize and have a complete picture of all the aspects that characterize what was examined, in view of a future application to the case study.

Keywords: Healthy Buildings, Sick Building Syndrome, Indoor Air Quality, Ventilation, Modern Architecture.

1. Introduzione

L'attenzione alle tematiche della sostenibilità e della salute spinge i professionisti dell'edilizia a ricercare soluzioni sempre più innovative per la costruzione di edifici verdi *Green buildings* (progettati, costruiti e gestiti in maniera sostenibile ed efficiente), di edifici intelligenti *Smart buildings* (con sub-sistemi tecnologici in grado di gestire e monitorare in modo ottimale varie caratteristiche della costruzione, analizzare i dati e generare approfondimenti sui modelli e le tendenze di utilizzo, importanti per ottimizzare l'ambiente e le operazioni compiute dell'edificio) ed in fine anche di edifici sani, gli *Healthy buildings* (in grado di assicurare una migliore qualità della vita all'utente, supportando la salute fisica, psicologica e sociale e il benessere delle persone nell'ambiente costruito). [1]

Nell'ambito del programma di sanità pubblica il movimento *Healthy building* ha affrontato il tema della *safety and security* degli edifici e ha analizzato l'insieme dei fattori dell'ambiente costruito che influenzano la salute umana, il benessere e la produttività degli abitanti. A tal fine, l'*Harvard T.H. School of Public Health* ha condotto uno studio sugli *Healthy buildings*, stilando i punti chiave che determinano la salute in un edificio. I nove “fondamenti”, qui di seguito riportati, sono frutto di molte interazioni tra tecnici del settore immobiliare, ricercatori universitari, proprietari di appartamenti, proprietari di edifici ed amministratori di ospedali. [2] Ecco in sintesi i nove “fondamenti”:

Ventilazione: assicurata dall'immissione di aria fresca, ovvero di aria presa dall'esterno e/o adeguatamente filtrata, al fine di garantire il benessere e le condizioni igieniche dell'ambiente.

Qualità dell'aria interna: determinata dalla scelta di adeguati materiali da interni e da costruzione a basso contenuto chimico.

Umidità: controllata tramite i sensori, per individuare le principali cause come infiltrazioni, capillarità, condensazione, perdite d'acqua, ecc.

Qualità dell'acqua: determinata dagli standard nazionali per l'acqua potabile previsti dal Ministero della Salute, attraverso l'esecuzione regolare di test e l'installazione di sistemi di controllo e purificazione.

Qualità termo-igrometrica: determinata dagli standard minimi relativi al comfort termico.

Polveri e parassiti: eliminati attraverso l'uso di elettrodomestici di pulizia con filtro ad alta efficienza.

Qualità illuminotecnica: caratterizzata da una condizione di comfort in cui l'equilibrio tra luce naturale e artificiale sia tale da poter eseguire in modo ottimale tutte le attività che si svolgono in uno specifico spazio costruito.

Qualità acustica: legata ai danni dell'udito indotti da rumori continui e/o di forte intensità.

Sicurezza e protezione: determinate dagli standard di sicurezza, non solo in ambito di salute per proteggerci da pericoli evidenti come un'emergenza incendio o una perdita di monossido di carbonio, ma anche da sistemi di sorveglianza, sicurezza informatica e IT, pianificazione di emergenza e monitoraggio degli eventi intorno all'edificio.

Già da anni vengono studiate le tematiche inerenti alla qualità dell'aria interna e alla ventilazione, abbiamo imparato che gli ambienti chiusi non sono necessariamente più salubri degli spazi esterni, anzi, al contrario, il rischio di propagazione dei virus aumenta senza un buon ricambio d'aria, come il recente periodo di lock down, dovuto al Covid-19, ha dimostrato. È stato deciso di approfondire la tematica, ipotizzando un caso di intervento su una tipologia di edilizia residenziale appartenente all'architettura moderna. La scelta di ragionare su un edificio "datato" deriva dalla alta probabilità che i parametri e gli input progettuali riferiti a qualità dell'aria e ventilazione siano in parte carenti (certamente anche insieme ad altri tra i "fondamenti" citati ma non analizzati nel presente lavoro) nelle costruzioni esistenti, soprattutto se con alcuni decenni di età. [3]

2. Fattori che influenzano la contaminazione indoor degli ambienti confinanti

Risulta difficile accettare che l'aria contenuta nelle abitazioni o nei luoghi di lavoro non industriali possa costituire una vera e propria minaccia per la salute delle persone. Le difficoltà sono dovute a due ordini di motivi: da una parte si riscontra una insufficiente informazione tanto dei progettisti quanto degli utenti, dall'altra pesa una forma di resistenza psicologica, o addirittura un rifiuto, nei confronti del problema inquinamento che di solito viene attribuito allo spazio *outdoor*. È infatti profondamente radicata l'idea che lo spazio costruito, la casa in primo luogo, l'ambiente *indoor*, costituisca un riparo dagli agenti aggressivi o comunque inquinanti, di ogni tipo, presenti all'esterno. [4] La casa è vista come un prolungamento del nostro corpo, come un luogo in cui ricrearsi e rigenerarsi nell'attesa di affrontare nuovamente l'ambiente esterno. La possibilità, quindi, che proprio il "dentro" possa costituire una minaccia è quasi inconcepibile, anche se non è una situazione nuova. Il livello delle conoscenze ad oggi raggiunto nel settore della qualità dell'aria consente di affermare che l'introduzione di nuove tecniche, nuovi materiali da costruzione, nuovi

materiali sintetici per i rivestimenti e per l'isolamento, sia acustico che termico, abbia giocato un ruolo determinante nell'insorgere di tali problemi; si sa inoltre che anche alcuni materiali da costruzione tradizionali possono emettere sostanze inquinanti, talune anche radioattive (radon e suoi derivati): nel complesso, circa il 90% dei materiali utilizzati nell'edilizia e nell'arredamento presenta effetti inquinanti più o meno marcati. Inoltre gli studi condotti hanno mostrato come la scorretta gestione o manutenzione degli impianti di ventilazione e di condizionamento possa trasformarli in terreno di coltura e/o veicolo per microrganismi e sostanze inquinanti; anche apparati o elementi impiantistici più semplici possono risultare attrattivi nei confronti della polvere, che, sempre dispersa nell'aria e ampiamente riconosciuta come fattore inquinante molto comune, tende a depositarsi sulle superfici tessili e soprattutto in corrispondenza di dispositivi elettrici e corpi riscaldanti. Oltre a queste fonti, dobbiamo ricordare che gli esseri umani, con la loro semplice respirazione ed emissione pressoché continua di secrezioni, con le loro abitudini igieniche, con pratiche di pulizia spesso inutilmente esagerate e una sanificazione più presunta che reale degli ambienti e delle superfici, sono certamente da ascrivere all'elenco delle sorgenti inquinanti.

Per completare il quadro, ma non meno importanti nella scala dei fattori che possono compromettere la qualità dell'aria *indoor*, si devono considerare le attuali condizioni in cui sono strutturate la famiglia e le attività lavorative. Nel corso degli ultimi decenni è di fatto cambiato il nucleo familiare non soltanto in termini di unità componenti ma anche in termini di abitudini: sempre più spesso la casa resta disabitata per molte ore al giorno, soprattutto durante la mattina quando tradizionalmente le finestre aperte favorivano un totale ricambio dei volumi d'aria e, laddove le condizioni climatiche ed espositive lo consentivano, anche la benefica azione "disinfettante" dei raggi solari.

Nel complesso, quindi, è possibile classificare sinteticamente come sorgenti inquinanti i materiali edili utilizzati nell'edificio, gli arredi, la presenza di impianti di ventilazione, di macchinari ed elettrodomestici, gli occupanti (umani e animali) e le relative attività, compresa la gestione del sistema edificio-impianto.

La qualità dell'aria interna è determinata da più fattori, oltre a quelli dovuti agli inquinanti interni, già descritti, in particolare aspetti microclimatici quali il cambiamento dei parametri ambientali come temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, che condizionano lo scambio termico tra individuo e ambiente.

Altri fattori, indipendenti dalle condizioni indoor, sono quelli macroclimatici, l'altitudine e la latitudine del sito dove l'edificio insiste; infatti, per la progettazione di un edificio sono rilevanti il regime dei venti, delle precipitazioni atmosferiche, il soleggiamento, la pressione atmosferica, la flora e la fauna o il contesto urbano in cui è inserito. Tutti fattori che, se valutati nel loro insieme e presi in analisi, possono favorire il ricorso alle cosiddette tecniche "passive", e, combinando correttamente le caratteristiche di ciascuno, di favorire l'equilibrio tra ambiente naturale, ambiente costruito e abitante.

Gli edifici progettati secondo quei consolidati dettami normativi che promuovono la riduzione delle dispersioni termiche (UNI 7357) attraverso il maggiore isolamento dall'ambiente esterno risultano, spesso, soggetti a problemi come condense e muffe che possono verificarsi con maggiore facilità, quando le aperture rimangono chiuse a lungo senza ricircolo di aria.

A differenza della ventilazione meccanica o del condizionamento dell'aria, i metodi naturali non richiedono tubazioni o condotti che comportano consumi energetici (con eventuale emissione di inquinanti), ma implicano un maggior onere nella progettazione. Qualora le

soluzioni impiantistiche siano sovrapposte ad un edificio esistente, il problema è aggravato spesso da un impatto estetico deficitario.

Premesso che le aperture non soltanto portano aria naturale, ma anche irraggiamento e luce naturale, indispensabili per la nostra salute perché riducono la produzione di batteri nocivi, favorendo la sintesi delle vitamine B e D, migliorando la circolazione, aumentando le endorfine e la serotonina, stimolando il sistema immunitario e regolando il ritmo circadiano del corpo, per quanto concerne la ventilazione naturale possiamo così sintetizzare i fattori estrinseci che la influenzano, a loro volta legati alla latitudine, all'altitudine, alla zona geografica: direzione dei venti dominanti, orografia e topografia, vegetazione, paesaggio; mentre possiamo considerare fattori intrinseci l'orientamento dell'edificio; dimensioni, posizione reciproca e tipi di aperture, distribuzione interna.

Volendo leggere in abbinamento fattori intrinseci ed estrinseci possiamo notare che generalmente l'orientamento del vento verso Nord-Est e Sud-Ovest e rispettivamente a favore del vento di grecale e di libeccio, sono generalmente considerati i più consoni per favorire un'ottima ventilazione. Pertanto, il posizionamento delle aperture in un edificio dovrebbe essere fatto considerando queste direzioni. Il vento provoca una pressione positiva sul lato sopravvento e una pressione negativa sul lato sottovento degli edifici e per equalizzare la pressione, l'aria fresca entrerà in qualsiasi apertura sopravvento e sarà espulsa da qualsiasi apertura sottovento. In estate, il vento viene utilizzato per fornire quanta più aria fresca possibile mentre, in inverno, la ventilazione è normalmente ridotta a livelli sufficienti per rimuovere l'umidità in eccesso e gli inquinanti. La presenza della vegetazione induce, di norma, un aumento di umidità relativa ed una diminuzione di temperatura dovuta sia all'effetto dell'ombreggiamento che all'evapotraspirazione delle foglie che assorbono gran parte del calore incidente. Questi effetti non sono da attribuire ad un singolo albero (a meno che non si viva al di sotto delle sue chiome) ma ad ampie zone di verde. L'effetto sulla temperatura e sull'umidità si risente in una zona tanto più vasta quanto più è ampia la superficie arborea, anche in funzione degli ostacoli presenti (altri edifici, direzione delle strade, ostacoli di vario genere). Anche la copertura del terreno influenza le condizioni microclimatiche, basti pensare ad un terreno erboso che, contrariamente ad un terreno con copertura artificiale, garantisce una temperatura più bassa. La dimensione, la forma e la vicinanza di costruzioni a masse d'acqua permettono un significativo effetto di controllo e regolazione della temperatura, generando giornalmente brezze marine o un incremento del tasso di umidità.

La ventilazione negli edifici è spesso contemplata nei regolamenti edilizi, che includono standard *ad hoc* e per la qualità dell'aria e requisiti per la prevenzione della condensa.

2.1. Sistemi di ventilazione naturale/meccanica

Il meccanismo fisico con cui la ventilazione riduce la concentrazione di inquinanti è quello della loro diluizione nell'ambiente. La ventilazione può essere naturale o forzata: la prima, che si ha nella maggior parte degli ambienti residenziali, è dovuta alla differenza di pressione che si instaura tra interno ed esterno dell'edificio, a causa del vento, delle differenze di temperatura, delle posizioni delle aperture e della permeabilità all'aria degli infissi. Facendo riferimento all'elemento più semplice e più diffuso per realizzare la ventilazione naturale, è spontaneo pensare ai serramenti finestra, la cui evoluzione negli ultimi cinquant'anni ha privilegiato sempre più la tenuta, ottenendo una riduzione delle dispersioni, e di conseguenza anche delle spese energetiche, un miglioramento dell'isolamento termico e acustico, ma anche una drastica diminuzione delle portate d'aria di rinnovo e quindi un aumento della concentrazione degli inquinanti (anche in conseguenza delle mutate abitudini familiari alle quali abbiamo già fatto riferimento). L'infisso a tenuta perfetta può essere causa di

elevatissime concentrazioni di inquinanti per gli ambienti senza impianto di ventilazione, che diventano così sicuramente insalubri e nocivi per gli occupanti. [5]

Un'altra caratteristica sulla quale può essere impostata la regolazione dei dispositivi di immissione dell'aria è l'umidità dei locali interni. In questo caso, la presa d'aria è dotata di una membrana in grado di espandersi o contrarsi al variare del tasso di umidità relativa, occludendo o meno il passaggio dell'aria.

Mentre in passato (e ancora oggi in alcune realtà scarsamente industrializzate), il problema della ventilazione naturale degli interni abitativi era affrontato in una maniera completamente diversa, basata su un approccio integrale, che coinvolgeva l'intera progettazione e realizzazione dell'edificio, attualmente nel nostro contesto la regolazione della ventilazione spesso si risolve, ed è già una situazione virtuosa, in una scelta oculata del serramento, quando invece si dovrebbe sempre provvedere almeno a una vera e propria progettazione d'insieme del "sistema finestre".

Altro fattore che incide sulla ventilazione è l'influenza delle masse oceaniche sulla costa; poiché gli oceani esercitano un notevole effetto moderatore sul clima (anche masse d'acqua più ridotte hanno comunque un effetto regolatore). L'acqua ha un calore specifico maggiore di quello della superficie terrestre, contribuendo così, insieme ad altri fattori, a modificare il riscaldamento degli strati dell'atmosfera sul suolo. [6]

I principali sistemi di "ventilazione naturale da vento" sono: la ventilazione a lato singolo (singola apertura o aperture multiple) e la ventilazione passante orizzontale.

La "ventilazione a lato singolo" è il ricambio d'aria prodotto in un vano quando vi sono unicamente una o più aperture collocate sulla medesima parete esterna. Il flusso, in tal caso, è discontinuo e legato soprattutto ad un effetto di pulsazione dell'aria, dipendente dalle variazioni di velocità e direzione che caratterizzano il vento negli intervalli brevi. La "ventilazione passante orizzontale", invece, si definisce come il flusso d'aria che attraversa uno o più locali, con immissione ed emissione dell'aria da aperture collocate su pareti opposte o adiacenti (ma non complanari). L'efficacia della ventilazione passante orizzontale, così come quella a lato singolo, dipende, altresì, dalla profondità del vano libero in rapporto all'altezza del vano stesso e dalla eventuale presenza di partizioni, che aumentano la resistenza al flusso, riducendo la portata d'aria. La portata d'aria realizzabile è proporzionale all'area netta di apertura, all'angolo di incidenza del vento sul piano della apertura e alla differenza di pressione tra le due aperture. Tale differenza è massima per aperture collocate, rispettivamente, quella d'ingresso dell'aria sul lato sovrappressione e quella d'uscita, sul lato in depressione (di solito, ciò accade con le aperture su pareti opposte), con angolo d'incidenza del vento compreso tra la perpendicolare e 30°. [7]

Altro esempio di ventilazione naturale è quella da "effetto camino", prodotta dalla suzione dell'aria generata dal differenziale di pressione determinato dalla diversa densità dell'aria stessa tra ambiente esterno ed interno, o tra spazi interni diversi. Tale comportamento dipende dalla temperatura: se l'aria in un ambiente confinato è più calda di quella esterna, cioè meno densa, tende a salire, lasciando spazio all'immissione d'aria più fredda (se vi è un'apertura nella parte bassa della stanza); un'apertura posta in alto produce un flusso in uscita dell'aria più calda accumulatasi nella parte superiore del vano, innescando, quindi, un movimento dell'aria continuo, fino a quando perdurano le condizioni iniziali di temperatura e d'apertura. A parità di condizioni geometriche e operative delle aperture, l'inversione della differenza di temperatura dell'aria tra esterno ed interno produce un flusso di direzione contraria (dall'alto al basso), all'interno del vano. A differenza della ventilazione naturale da vento, entrambi i sistemi ad "effetto camino" possono essere efficaci; la portata d'aria, infatti, non dipende dalla posizione planimetrica delle aperture, ma dai seguenti parametri:

differenza di temperatura tra esterno ed interno, area netta delle aperture, area di sezione del “camino termico” (in tal caso, l’area della stanza) e distanza verticale tra il baricentro delle aperture. Anche per la “ventilazione naturale da effetto camino”, si possono avere due sistemi di flusso: la “ventilazione a lato singolo”, quando le aperture multiple sono poste ad altezze diverse e collocate sulla stessa parete esterna e la “ventilazione passante verticale” quando le aperture multiple sono poste ad altezze diverse e collocate su pareti esterne non complanari. (Fig.1)

Esempio notevole di combinazione dei due meccanismi, che può essere sinergica (quando nella ventilazione passante l’apertura più bassa è sopravvento e quella più alta è sul lato sottovento) o conflittuale (nel caso di ventilazione a lato singolo e, nella passante, se l’apertura più alta, è sopravvento) sono i torrini di ventilazione.

Nei sistemi a torrino, che in genere, hanno aperture multiple, esposte a vari orientamenti, si può evitare la condizione conflittuale tra vento ed effetto camino, tramite l’ausilio di meccanismi tecnologici quali attuatori di controllo del flusso flessibili, ad apertura mono-direzionale.[8]

Vi sono, altresì, sistemi in grado di utilizzare entrambi i meccanismi, alternandone l’attivazione secondo il ciclo giorno-notte: è il caso delle “Torri del vento” tipicamente iraniane.[9] Tali torri – costruite con chiusure verticali sufficientemente massive da impedire il trasferimento diurno, all’interno della torre stessa, del calore generato dall’irraggiamento solare incidente sulle superfici esterne – funzionano come torri del vento, di giorno, e come torri d’estrazione dell’aria, di notte. (Fig. 1)

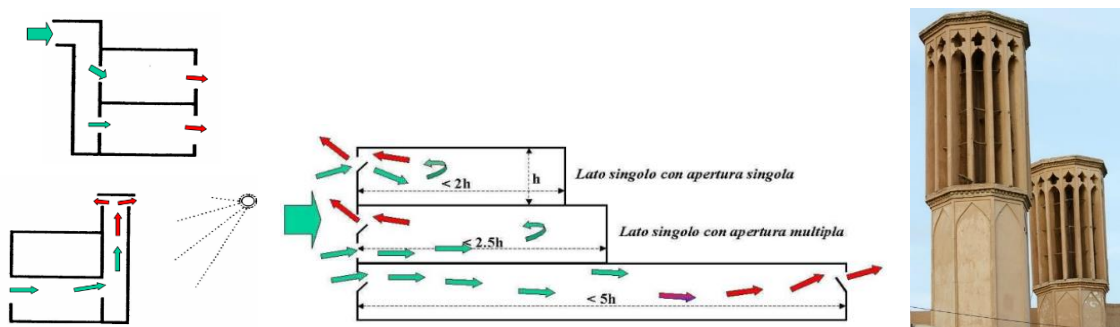


Figure 1. A sinistra e centro: Sistema di ventilazione passante verticale a torre: a vento e ad effetto camino; in alto al centro: Limiti di profondità di vano per garantire efficacia di ventilazione a lato singolo e passante; A destra: Torri del vento persiane, Grosso, M., Il raffrescamento passivo degli edifici, Maggioli, Rimini, 1997.

Di giorno, il vento è “catturato” da aperture multidirezionali, collocate in cima alla torre, e l’aria introdotta nel vano interno si raffredda ulteriormente, per effetto della massa termica delle pareti, innescando un moto discensionale, verso gli ambienti da ventilare e raffrescare. Tale suzione può avvenire anche in assenza di vento. Di notte, invece, quando s’innesca un effetto camino prodotto dal ritardato riscaldamento dell’aria nel vano interno della torre, il moto dell’aria si inverte, diventando ascensionale e determinando un risucchio dell’aria dagli ambienti. Quello delle torri del vento è un sistema passivo che può funzionare anche in assenza di venti, trasformandosi in una struttura di estrazione naturale: l’aria calda, che tende naturalmente a salire verso l’alto perché più leggera, esce dalle aperture del camino.

Un altro metodo di ventilazione, con griglie di aereazione, possiamo trovarlo nella villa Trento Carli a Vicenza, una delle sei ville citate nei “Quattro libri dell’architettura” di Palladio. Tra il 1530 e il 1560 fu realizzato da Francesco Trento il sistema dei *ventidotti*. L’intervento fu limitato al completamento di un sistema già esistente, utilizzato in passato dai contadini per convogliare le acque piovane. I ventidotti sono larghi circa un metro e alti fino a un metro e ottanta centimetri, due di essi sono particolarmente importanti poiché uno

si collega alla villa Trento Carli, l'altro passa sotto il grande parco ed è collegato con l'esterno mediante un percorso che passa sotto villa Eolia, fino ad arrivare a villa Trento. Durante l'anno la temperatura dell'aria all'interno dei ventidotti variava tra gli 11° e i 12°.[10] «Il sistema dei ventidotti produceva un moto dell'aria discendente: l'aria calda esterna entrava nelle grotte tramite i condotti provenienti dalla parte alta della collina, si raffreddava nelle grotte e scendeva verso il basso arrivando alle cantine. Dalle cantine poi l'aria poteva giungere agli appartamenti estivi delle ville tramite griglie, che potevano essere aperte o anche chiuse in parte, così da poter modulare il flusso d'aria.» [11] [12]

Per avere il maggiore controllo dell'aria, gli impianti di ventilazione meccanica consentono di agire su più parametri non solo di ricambio; partendo da impianti di semplice ventilazione l'aria viene fornita all'ambiente interno senza essere trattata, negli impianti di termoventilazione l'aria viene riscaldata o raffreddata, a seconda della stagione, ed in fine gli impianti di condizionamento sono in grado di riscaldare e di umidificare l'aria nella stagione invernale e di raffreddarla e deumidificarla in quella estiva.

Esistono fondamentalmente due sistemi di ventilazione meccanica per gli edifici residenziali: impianti con unità a singolo flusso o a doppio flusso.

Gli impianti VMC (ventilazione meccanica controllata) a singolo flusso sono caratterizzati da canali e bocchette di sola mandata dell'aria di rinnovo. L'espulsione avviene invece attraverso appositi fori, presenti solitamente nei serramenti, i quali permettono la sola fuoriuscita dell'aria a causa della leggera sovrappressione dell'ambiente interno, rispetto a quello esterno, che viene generata dall'assenza della ripresa dell'aria dai locali.

Gli impianti VMC a doppio flusso differiscono da quelli a singolo flusso poiché viene installata un'unità di ventilazione che gestisce l'immissione e la ripresa di aria dai singoli locali, completa di sistema di recupero di calore. In particolare, i recuperatori di calore a flussi incrociati sono sistemi di recupero di tipo statico, cioè non hanno alcun elemento in movimento e trovano larga diffusione negli impianti VMC, soprattutto per il loro ridotto spazio in termini di altezza. Essi, infatti, permettono di realizzare unità di ventilazione di ridotto spessore, consentendo una migliore collocazione delle stesse anche in zone dell'immobile nelle quali si prevede l'installazione a soffitto, senza necessariamente dover predisporre un locale specifico.[13]

2.2. Qualità percepita dell'aria e ventilazione

Come si è visto, la qualità dell'aria interna ad un ambiente è funzione di parecchi fattori, spesso interagenti in maniera complessa ed ancora non completamente nota. In breve, il giudizio delle persone riguardo alle condizioni della qualità dell'aria interna, si esprime nel concetto di qualità percepita dell'aria, che rappresenta l'espressione di come esse realizzano la propria percezione dell'aria sotto forma di odori, irritazione o altri effetti di controllo.

In generale, gli occupanti di un ambiente richiedono, riguardo alle condizioni dell'aria in esso presente, che questa sia fresca, né viziata né irritante, e soprattutto non dannosa per la salute. Nasce pertanto l'esigenza di controllare la "qualità" dell'aria interna, sia in termini igienico sanitari, che di gradevolezza. La sua qualità può essere, in particolare, correlata al grado di soddisfazione espresso dagli occupanti, sulla base della piacevolezza nella respirazione e del rischio per la salute che comporta.

La definizione di accettabilità dell'aria contenuta nello standard ASHRAE 62-1989 (ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, 1989) [14] considera tale duplice aspetto di salubrità e di gradimento da parte degli occupanti. In particolare, la norma definisce come accettabile l'aria che non contenga

sostanze inquinanti in concentrazioni pericolose ed in cui la gran parte delle persone presenti si trovi in condizioni di soddisfazione.[15]

Per valutare la qualità dell'aria indoor usualmente si utilizzano approcci differenti, che concentrano l'attenzione rispettivamente sulle sue caratteristiche, analizzando i livelli di concentrazione raggiunti dai vari inquinanti, o sulle persone, caratterizzando le sensazioni che l'aria respirata produce su di esse.

Come descritto prima un'appropriata ventilazione, meccanica o naturale, consente infatti, miscelando l'aria interna di un ambiente con quella proveniente dall'esterno, di realizzare un'indispensabile redistribuzione, di rimuovere e/o diluire i contaminanti ivi generati per ottenere in fine la qualità desiderata.

Per ogni ambiente occorre determinare la massima concentrazione ammissibile per i diversi contaminanti e prevedere, in base alle attività che vi svolgono, tassi di ventilazione adeguati, commisurati alla quantità di sostanze emesse nell'unità di tempo ed alla loro tossicità, che consentano di mantenervi livelli accettabili di qualità dell'aria.

Negli ambienti residenziali il valore del ricambio d'aria è limitato alla necessità di smaltire, in condizioni normali, l'anidride carbonica, gli inquinanti endogeni di origine umana e l'umidità; tuttavia, tale valore può risultare inadeguato in situazioni particolari, ad esempio nel caso: di impiego di materiali che emettono radon e formaldeide, dell'uso di apparecchi di combustione, della presenza di molti fumatori, ecc. È tuttavia possibile individuare diversi livelli di ventilazione: quella definita vitale, che assolve alle esigenze primarie, garantendo che la concentrazione di ossigeno, continuamente consumato dagli occupanti, non scenda al di sotto del 18%, e richiede il rinnovo di circa 2 m³/h (circa 0.5 l/s) d'aria per persona; quella essenziale, che consente di non superare nell'ambiente la concentrazione dello 0.5% in volume di biossido di carbonio e richiede un ricambio di almeno 8 m³/h (2.2 l/s) per persona ed infine quella di comfort, che garantisce l'asportazione degli odori e delle sostanze inquinanti e richiede la sostituzione di almeno 35 m³/h (9.7 l/s) d'aria per persona: in generale, è essenzialmente sulla ventilazione di comfort che si concentra l'attenzione negli studi sulla qualità dell'aria degli ambienti interni. La ventilazione richiesta per controllare i rischi per la salute va poi valutata separatamente. [16]

3. Caso studio: “Grattacielo Orizzontale” presso il quartiere harar-dessiè a Milano

Lo scopo di questo studio comprende, come step successivo il rilevamento dello *status quo* e la diagnosi sulla qualità dell'aria interna e sulla ventilazione della situazione di partenza, la predisposizione di vari scenari di miglioramento e il raffronto delle opzioni sotto l'aspetto sia qualitativo che economico.

Per approfondire i due fondamenti, qualità dell'aria e ventilazione, è stato analizzato un edificio di edilizia residenziale dell'architettura moderna, collocato nel quartiere Harar-Dessiè a Milano, il rione popolare alla periferia ovest della città nei pressi dello Stadio San Siro, che può essere considerato uno degli esiti più riusciti del programma INA Casa [17] La varietà delle tipologie edilizie impiegate, la disposizione attorno ad ampie aree verdi e la dotazione di alcuni servizi essenziali conferiscono alla contrada un buon coefficiente di vivibilità, unitamente all'interesse specifico per la presenza di alcune soluzioni abitative sperimentali.[18]

Tra queste vi è quella adottata nel “grattacielo orizzontale” - uno dei nove edifici in linea lunghi circa 150 metri previsti dal piano urbanistico - progettato da Luigi Figini e Gino

Pollini ai civici 7 e 7c di via Harar, che sintetizza alcuni degli aspetti della ricerca razionalista sul tema della casa economica ad alta densità.[19] (Fig. 2)



Figure 2. A sinistra/centro: Scorcio sul giardino-fotografia di Suriano, Stefano, 2016; a destra: Foto piano di dettaglio del prospetto sud con in evidenza il reticolo strutturale accentuato dall'arretramento delle superfici di tamponamento-fotografia di Suriano, Stefano 2016. (Archivio Civico, Milano).

L'edificio è organizzato in tre segmenti, con le scale d'accesso poste tra un segmento e l'altro; le singole unità abitative sono impostate sulle grandi zone giorno a doppia altezza, sopra le quali sono ricavate le camere da letto con i servizi. Dall'aggregazione modulare di due differenti versioni del duplex - con camera unica o doppia - si sviluppa il disegno lineare dell'edificio, parallelo a via Harar con affaccio nord e sud. Il fattore vento e la posizione dell'edificio consentono una buona ventilazione naturale: poiché la destinazione residenziale implica che di notte non ci siano attività, ha senso privilegiare un asse longitudinale da est a ovest con i lati maggiori esposti a nord ed a sud, collocando a nord bagni, scale, corridoi, vani tecnici (al piano terra) e, perché no, in questo caso le camere da letto, mentre a sud cucine, soggiorni e studi. In tal modo, in inverno si sfrutta il sole basso permettendogli di entrare attraverso i vetri, la luce piatta e omogenea che si ha a nord interesserà locali che vengono limitatamente vissuti. Il forte irraggiamento delle esposizioni est ed ovest avrà effetti molto modesti sul surriscaldamento estivo degli edifici. A questo proposito nel corso degli anni, i vari mutamenti climatici hanno reso la zona presa in esame molto calda e afosa nel periodo estivo; dall'analisi fotografica e bibliografica si evince che sono state effettuate installazioni di pompe di calore, prevalentemente nei piani bassi. Questa scelta è quasi certamente dovuta al contesto climatico e urbano mutato, che ha alterato le azioni dei venti sull'edificio, ma non dobbiamo dimenticare le accresciute aspettative di comfort da parte degli utenti. Il sistema distributivo è a ballatoio sul quale, grazie all'ingegnosa ideazione della doppia altezza, non sono ricavate altre aperture ad eccezione della porta d'ingresso (l'illuminazione dell'interno corrispondente al piano d'accesso è comunque assicurata da un'apertura posta al livello superiore della doppia altezza e dalle finestre sul lato opposto). Per consentire lo sviluppo del corpo edilizio in linea - lungo 145,22 metri - il piano terra è libero, sospeso sui pilastri, eccetto le parti adibite a cantine e gli accessi ai vani scala (dato il rischio di infiltrazioni non è stato possibile realizzare piani interrati). [20] Il fronte nord presenta anche dei piccoli balconi, posti al di sopra dei ballatoi, che servono i bagni ai piani superiori delle abitazioni; il lato sud, meglio esposto all'irraggiamento solare e rivolto verso il verde (altro fattore che influisce positivamente permettendo sicuramente di raffrescare l'ambiente circostante e lo spazio residenziale), presenta un sistema di logge sulle quali affacciano gli ambienti delle zone giorno alle quote d'accesso e le camere al secondo livello. [21] Tornando al fronte nord - caratterizzato da maggior chiusura e dall'orizzontalità della sequenza dei lunghi ballatoi alternati alle fasce dei balconi - è stata attuata, in tempi successivi, la collocazione di tre vani ascensore esterni, appoggiati agli stessi ballatoi in corrispondenza delle scale e con involucri in struttura metallica, modificando la percezione

originaria del prospetto e con una lieve azione di ostacolo all'azione del vento, che sappiamo essere fattore fondamentale per una migliore ventilazione naturale.

L'edificio, individuato dal piano urbanistico generale del quartiere come "casa A ad alloggi duplex", può essere considerato un interessante saggio della varietà di soluzioni abitative sviluppate nel dopoguerra nell'ambito della ricerca sulle case popolari. Un'esperienza ingente e vitale, che testimonia l'aggiornamento e l'originalità della cultura italiana di quegli anni: il modello di riferimento al quale si sono ispirati i progettisti è la celebre Unité d'Habitation (1947-1952) di Marsiglia, che era stata realizzata da Le Corbusier solo pochi anni prima.[22] [23] A differenza del Grattacielo Orizzontale, l'Unité d'Habitation è orientata rivolgendo i suoi fronti principali a est e ovest; il piccolo fronte settentrionale, maggiormente soggetto all'azione dei venti e alle dispersioni di calore, è completamente cieco: a Marsiglia il progettista ha voluto sfruttare i fattori caratteristici del luogo per migliorare la ventilazione degli ambienti interni scegliendo un orientamento opposto a quello descritto per il "Grattacielo Orizzontale", cioè un orientamento longitudinale nord-sud e quindi con i lati maggiori esposti ad est e ad ovest, soluzione più tradizionale e comunque migliore. (Fig. 3)

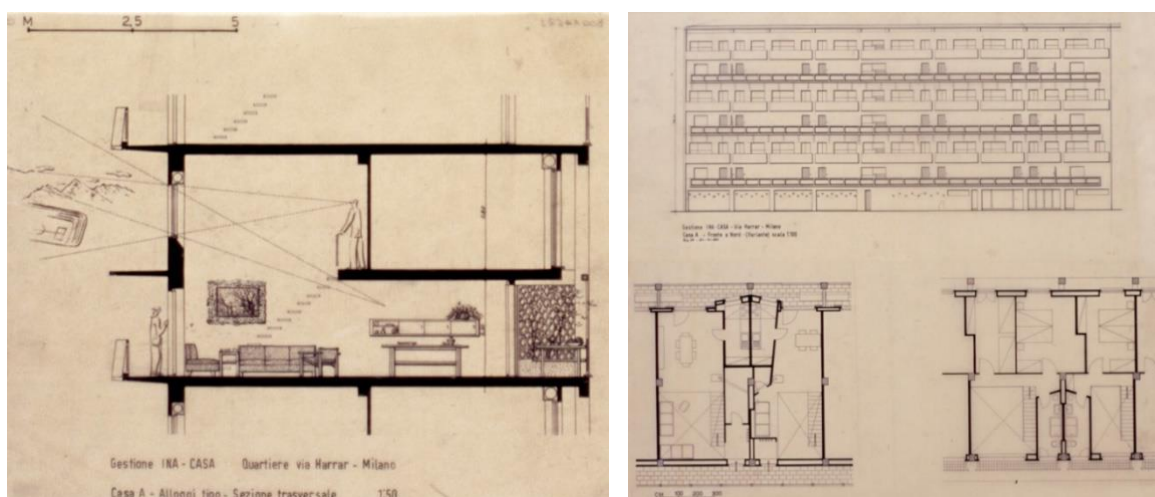


Figure 3. A sinistra: Casa A, sezione trasversale. Scala 1:100, 1951. (Archivio Civico, Milano); a destra: Casa A, pianta piano inferiore e piano superiore. Scala 1:50, 1951. (Archivio Civico, Milano).

Vista l'epoca di costruzione e presumendo di conseguenza che i materiali utilizzati, anche per le finiture interne, fossero di tipo tradizionale, cioè non contenenti prodotti chimici ricavati dal petrolio che si sono diffusi prevalentemente dopo gli anni Sessanta, si può ipotizzare una qualità intrinseca dell'aria ambiente abbastanza buona. A questo dobbiamo aggiungere che, sempre per l'epoca di costruzione, probabilmente il modello di famiglia a cui questo edificio era rivolto immaginava una sola persona che andasse a lavorare ovvero la figura paterna mentre la madre rimaneva in casa, anche quando i figli si trovavano già in età scolare. Quindi la madre aveva la possibilità di effettuare manualmente il ricambio d'aria attraverso l'apertura delle finestre, che, nelle case in line è notoriamente favorito dal miglior riscontro, con la conseguente circolazione dell'aria, tra le pareti più lunghe dell'edificio.

4. Conclusioni

La SBS è un problema complesso e come tale va affrontato su diversi versanti e con diverse metodiche. Si tratta di uno studio interdisciplinare, che dovrebbe vedere l'azione contemporanea di competenze diversificate, con compiti leggermente differenziati a seconda che si tratti di analizzare lo stato di fatto di edilizia esistente o di intervenire per migliorarlo o ancora di progettare e costruire ex novo. Il gruppo di lavoro dovrebbe comunque essere così composto:

- da uno psicologo esperto, che metta a punto lo studio della tipologia del campione osservato, valutando i fattori personali o relativi allo stile di vita degli utenti e che prepari a questo fine un questionario;
- da un medico che rilevi e valuti la sintomatologia ed escluda le eventuali cause derivate da situazioni esterne alle condizioni di abitazione;
- da un esperto di microclima;
- da un progettista di impianti in grado di eseguire anche diagnosi di quelli in uso;
- da un progettista architettonico che valuti sinteticamente le soluzioni distributive, i materiali adottati e le tecniche costruttive;
- da un chimico e un fisico per la rilevazione degli inquinanti, la classificazione e la loro quantificazione;
- da un esperto in dispositivi di controllo ambientale che comunicano direttamente con il sistema di gestione dell'edificio per fornire una reazione autonoma alle mutevoli condizioni all'interno.

Il monitoraggio dell'edificio dovrebbe avvenire prima e dopo le misure di bonifica, in modo da avere un riscontro sulla correttezza delle misure adottate. È chiaro però che, come sempre, la prevenzione, più che la cura è la via corretta da seguire. Si tratta cioè di far entrare nella pratica progettuale corrente la consapevolezza relativa alla qualità delle variabili in gioco. Quasi sempre la progettazione di grandi edifici segue la logica del massimo sfruttamento delle superfici e dell'immagine della società committente. L'uso acritico di materiali e di tecniche costruttive che diano un'immagine di prestigio e di efficienza spesso porta alla costruzione di edifici nei quali diventa difficile vivere e lavorare. La ristrutturazione di edifici d'epoca per sedi di banche o altre società, pratica diffusissima specialmente in Italia, provoca frequentemente la necessità di innestare nuove funzioni su strutture preesistenti inadatte.

Per una corretta progettazione di un intervento di *retrofit* energetico occorre un approccio metodologico orientato nell'indirizzare la progettazione attraverso specifici input progettuali derivanti da parametri e fattori scaturenti da appropriate fasi di analisi conoscitiva, riferita al contesto ambientale di riferimento ed al contesto edilizio. Avendo preliminarmente chiarito, da un lato, i livelli prestazionali dell'edificio esistente e le problematiche edilizie ad esso correlate, dall'altro le condizioni del contesto ambientale di riferimento, sia in termini di criticità che di potenzialità utilizzabili, è possibile impostare la progettazione su reali obiettivi, possibilità di miglioramento prestazionale ed energetico-ambientale. (Fig.4)

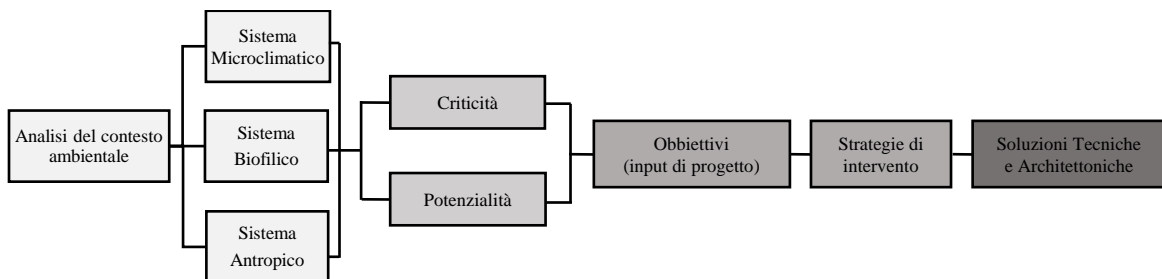


Figure 4. Diagramma di flusso della metodologia progettuale proposta per gli interventi di *retrofit*

La problematica legata alla SBS, con il suo alto costo sociale ed economico, dovrebbe far riflettere progettisti e committenti sul fatto che costruire pensando al benessere di chi occuperà gli spazi può e deve rivelarsi, sul lungo periodo, un buon investimento. Analogamente negli interventi sull'esistente la consapevolezza di tale problematica dovrebbe essere così radicata da fare escludere le scelte che potrebbero peggiorare (o anche semplicemente non migliorare) la situazione esistente nei confronti dei nove fondamenti di un edificio sano.

Concludo citando: «Sotto il settentrione si hanno a fare le abitazioni a volta, il più che si può riparate, anzi rivolte agli aspetti caldi: nei luoghi meridionali all'incontro sottoposti alla veemenza del sole, perché vi si muore dal caldo, si debbono fare aperte e rivolte a Tramontana o a Greco. Così con l'arte si ripara al danno che farebbe da sé la natura.». [24] Queste parole, vecchie di appena 2000 anni, dimostrano come un tempo, e non solo nelle antiche civiltà d'Occidente, fosse del tutto ordinario e scontato oltre le soglie del banale progettare secondo il clima del luogo. Una cosa talmente ovvia che oggi "ovviamente" tendiamo a dimenticare.

Riferimenti Bibliografici

- [1] EPA, United States Environmental Protection Agency, Indoor Air Facts No. 4(revised) Sick Building Syndrome, febbraio 1991, pp. 1-4.
- [2] Allen JG. and Harvard TH Chan School of Public Health, The 9 foundations of a Healthy Buildings, Boston, 2017, www.ForHealth.org.
- [3] Savoca, L.M.S., Healthy Buildings: cambiare il concetto di salute per un ambiente costruito sano, in Atti del convegno Colloqui.AT.e 2022 – Memoria e Innovazione, 2022.
- [4] Daumal R., La gran bevuta, Adelphi, Milano, 1968.
- [5] Fathy H., Natural Energy and Vernacular Architecture, University of Chicago Press, USA, 1986
- [6] Grosso, M., "La risorsa vento per la qualità dell'aria e il benessere", in Ambiente Costruito: biotecnica-recupero-qualità in architettura, n. 3/2000, Maggioli Ed., Rimini, 2000.
- [7-8-9] Grosso, M., Il raffrescamento passivo degli edifici, Maggioli Ed., Rimini, 1997, Cap. X, p. 347, Cap. V, pp. 186-188.
- [10] A. Disegna, A. Rodighiero, S. Sambugaro (tesi di), Rilievo delle ville di Trento a Costozza, Vicenza, ipotesi di climatizzazione con riuso dei ventidotti, prof. G. Grazini (relatore), IUAV, aa. 1989/90, pp. 235.
- [11] C. Gallo, Architettura bioclimatica, Roma, 1988, pp. 60.
- [12] C. Balocco, F. Farneti, G. Minutoli, I sistemi di ventilazione naturale negli edifici storici, Palazzo Pitti a Firenze e Palazzo Marchese a Palermo, Alinea Editrice, Ferrara, pp.16-18.
- [13] Guzzon Impianti, La Ventilazione Meccanica Controllata negli Edifici Residenziali, novembre 2017.
- [14-15] Standard ANSI/ASHRAE. Ventilazione per una qualità dell'aria interna accettabile. 62.1 e 61.2 -2019, 2019.
- [16] Azione concertata europea, Qualità dell'aria interna e suo impatto sull'uomo, Rapporto n. 11, CDA, n. 1, gennaio 1994, pp. 41-61.
- [17] INA Casa, Piano di incremento dell'occupazione operaia. Case per i lavoratori. Suggerimenti norme e schemi per l'elaborazione e la selezione dei progetti – Bandi di Concorso (fascicolo I), Roma, 1949.
- [18] C. F. Casula, Sviluppo e modernità urbana nell'Italia Repubblicana, in Fanfani e la casa, Gli anni Cinquanta e il modello italiano di welfare state, Il piano INA Casa, Roma, Rubbettino Editore, 2002, pp.13-27.
- [19] Gregotti V, Manzari G., Luigi Figini, Gino Pollini: opera completa, Mondadori Electa; Illustrated edizione,1997.
- [20-21] Blasi C., Figini e Pollini, Edizioni di Comunità, Milano, 1963, pp.158-165.
- [22] J. Sbriglio, Le Corbusier: l'Unité d'Habitation de Marseille et les autres unités d'habitation à Rezé-les-Nantes, Berlin, Briey en Forêt et Firminy, Birkhäuser, 2004.
- [23] Zevi B, Storia dell'architettura moderna, da William Morris ad Alvar Alto: la ricerca spazio-temporale, Vol. I, Einaudi, 2004.
- [24] Lezioni di bioclimatica low-tech dalla storia: 5 esempi di raffrescamento passivo, M. Vitruvio Pollione – De Architectura, www.architetturaecosostenibile.it.

Gestire la complessità che è nei dettagli. Studi per il riuso della ‘scuderia’ del castello di Calendasco

Managing a complexity of details. Studies to re-use the stable of the Calendasco’s castle

Michela Marisa Grisoni* – Politecnico di Milano, Milano, Italia, michela.grisoni@polimi.it

Nicola Badan* Istituto Italiano dei Castelli, Presidente Sez. FVG, Udine, Italia,
nicolabadan9665@gmail.com

Davide Zanon* – Istituto Italiano dei Castelli, Belluno, Italia, davidezanon@icloud.com

Abstract: In 2003 the so called “Scuderia” (stable) in Calendasco, once upon related to the close-by castle and eventually a farmhouse, has become a public property. Unused but not disregarded, it is proposed to arrange cultural activities (like a local public library and archives collection) and to host pilgrims walking on the via Francigena which notoriously crosses the site. Such a re-use, which is now also pushed by a financing plan (PNRR), is involving a large group of professionals: the design’s mission requires a shared discussion to balance different perspectives on a building which is anyhow listed for its historical importance. Being this history almost unknown, a study has been started since 2021. Bibliographic and archival sources like stratigraphical analysis have been considered. They are revealing a set of different and subsequent building events. The paper presents these results to open a discussion and hopefully to plan a real conservation program for all the history of this battered building. Not only this architecture should be called a stable (scuderia), but a complex expression of a continuous and much more extended time course.

Keywords: re-use, historical selection, stable, stratigraphical analysis

1. Introduzione

Un edificio in restauro chiama a sé molti. In Italia, anche quando il contesto è vincolato, oggetto di specifica normativa di tutela, nella prevalenza dei casi, o per lo meno in quello di cui tratteremo, è campo aperto, frequentato da molti, tanto più oggi che condivisibili fini di sostenibilità e consumo dei suoli, recupero delle risorse esistenti e risparmio di quelle esauribili, invitano a convergere sul riuso architettonico, per non dire sulla rigenerazione urbana. Confrontarsi dunque su temi e procedure di attualità richiamando i termini di un approccio conservativo verso quel patrimonio, materiale e immateriale, che è trattenuto nel costruito è l’opportunità offerta dal caso studio, la cosiddetta ‘scuderia’ di Calendasco (PC): un’architettura già pertinenza del vicino castello, da cui si separa nel 1992, vincolata dal 1995, di proprietà pubblica dal 2003, da allora inutilizzata ma attualmente fatta parte di progetti ammessi a finanziamenti regionali e nazionali. L’amministrazione comunale si è infatti impegnata, riuscendovi, nella ricerca di risorse economiche necessarie ad integrare quelle di una piccola comunità locale fattasi erede di un patrimonio considerevole e complesso¹.

¹ Cioè di parte del castello – giunto tramite l’Ente comunale di assistenza a sua volta erede della Congregazione di Carità cui la porzione era pervenuta per lascito di Giuseppe Scopesi (1886), un facoltoso ed illustre

Convergere, con le diverse figure coinvolte, verso la valorizzazione ovvero la conoscenza del patrimonio vincolato, ma non solo, di questo piccolo comune della periferia piacentina, sofferente per certe ragioni, promettente per altre, è alla base della convenzione siglata tra il Politecnico di Milano e l'amministrazione civica. Con riferimento ai temi del convegno lo scritto tratta alcune questioni emerse. Vi sono infatti considerazioni in merito ai caratteri architettonici e ai valori da trasmettere, inclusi termini e riferimenti adottati per definirli o accreditarli, che si vogliono ridiscutere. Sono state elaborate osservazioni originali ed inedite sulla storia della costruzione che, riordinate in una sequenza di fasi relative e a tratti già assoluta, vengono qui presentate. Le une e le altre si presentano in previsione del progetto di riuso di un luogo che, come spesso accade, non è spazio unitario ma un costruito articolato auspicabilmente da trasmettere in quanto tale.

2. Sulle 'ricostruzioni' storiche

Finora, chi si è avventurato nella storia del castello di Calendasco, dando pubblicità ai propri studi, ha percorso la via tradizionale, concentrandosi a cercare risposte, ad evidenziare i grandi eventi e le grandi personalità. Disponiamo così di una cronologia utile a fissare alcune tappe, dettate dalla storia civile, religiosa e militare di Piacenza e del suo territorio, a ricordare alcuni nomi che evocano celebri dinastie avvicendatesi nel possesso del castello (Pallastrelli, Scotti, Arcelli, Visconti, Confalonieri, Zanardi-Landi, Scopesi; senza entrare nella contemporaneità). È su questa valida sequenza di nomi (cioè attori) e di date (cioè eventi) che si è provato ad aprire qualche parentesi, a porsi qualche domanda, a tentare qualche commento per spostare l'attenzione dalla ricerca delle origini alla gestione della compresenza di dati, spesso indeterminati e tra loro non omogenei, che caratterizza la contemporaneità della struttura indagata.

Oggi la stratigrafia delle superfici è ben tollerata; si è talmente ammaliati dalle pellicole sovrapposte che conferiscono ai muri una certa poli-materialità che alcuni, seguendo la moda, addirittura, e purtroppo, le creano ad arte. Non si può dire altrettanto della stratigrafia dei volumi che è un concetto più articolato da maneggiare, che richiede di prestare attenzione all'architettura dell'edificio, quasi fosse un organismo. Sappiamo bene che l'architettura è oggetto tridimensionale, spazio composto. Meno diffusa è la percezione del comporre come una concatenazione edilizia dotata anche di una profondità temporale; stratigrafia tridimensionale quindi e non solo di superficie. La scuderia di Calendasco consente di verificarlo e di esercitarsi a proteggere per lo meno i dati essenziali di questa complessità, senza cedere a selezioni omologanti o, peggio, a fuorvianti ricostruzioni. Probabilmente non occorre ribadire che ciascun episodio pare ugualmente importante, ma piuttosto riconoscere che alcuni sembrano più fragili di altri o perché difficili da leggere o, all'opposto, perché giudicati troppo ingombranti. Non si può non avvertire infatti la diversa attenzione riservata a certi interventi edilizi.

2.1. Dannato secondo Dopoguerra

Certamente nel caso specifico è impossibile negare l'impatto del solaio in travi prefabbricate introdotto per ripartire parzialmente su due piani il volume della scuderia dopo il crollo (o la demolizione) di un sistema voltato di cui restano tracce evidenti (Figura 1). Rilievi strumentali potranno meglio accertare lo stato di conservazione di una soluzione che coniuga

piacentino - e la cosiddetta 'scuderia' - più propriamente un fabbricato adibito ad abitazioni e stalla con terreni e due piccoli fabbricati attigui - acquistata nel 2003 scorporandola dall'altra parte del castello rimasta di proprietà privata.

l'uso di travi preformate in calcestruzzo armato a più tradizionali laterizi, forse anche di riuso. L'accoppiamento tra la travatura armata cementizia e il sovrapposto solaio laterizio, a realizzare una piastra monolitica di elementi diversi ma collaboranti, è aspetto di tecnica delle costruzioni interessante ma complesso; tema critico quando si dovesse assicurare non solo la portata al carico proprio e portato, ma anche l'affidabilità della soluzione rispetto alle sollecitazioni eventualmente indotte dai fenomeni sismici². Analizzato quale elemento in sé, il marchio 'impresso' sulle travi (brevetto Gritti) orienta però anche a riconoscerci il noto 'tipo Varese': un sistema studiato da Carlo Gritti, messo a punto nella ditta Terzaghi e Gritti di Induno Olona, in provincia di Varese, frutto di lunghe sperimentazioni iniziate già negli anni Trenta del Novecento per trovare una alternativa alle orditure lignee [12]. Dunque, un carattere costruttivo capace di raccontare la corsa, anche italiana, verso il rinnovamento delle tecniche, l'accelerazione della produzione edilizia, l'agevolazione della messa in opera, la rapidità del cantiere. Per chi si occupi di questo, l'ingombrante solaio prova una vicenda esemplare nella storia della prefabbricazione³; trovarlo impiegato a Calendasco è il documento diretto e materiale, del suo diffondersi tra la metà degli anni Quaranta e Sessanta del Novecento oltre il contesto di produzione.

L'intervento non è infatti documentato indirettamente. Fu verosimilmente eseguito in assenza di titoli abilitativi perché non richiesti, agendo sull'edificio prima che un provvedimento lo ponesse sotto tutela (1995). Si impose con dura onestà: a dimostrare le difficoltà di verificare la tenuta del costruito forse ammalorato (le volte) o di conservare un sistema vincolante l'uso del piano terra (i sostegni delle stesse). Si accolse senza riserve perché soluzione pratica e speditiva, affidabile e certificata, per garantire la tenuta del solaio destinato a farsi tanto pavimento per un fienile/granaio che copertura per una stalla⁴. Tale è tuttora in parte l'ambiente del piano terra come indicano le mangiatoie, le finestre, la pavimentazione e gli scoli dei liquami. Una scuderia, come oggi si chiama questo edificio, è cosa ben diversa. Ad una stalla invece bastano un soffitto più basso e mangiatoie comuni ma soprattutto non occorrono stalli o box singoli. Evidentemente l'una (la stalla) ha rinnegato l'altra (la scuderia) che forse fu configurata guardando al più celebre dei modelli ma che più affidabilmente è bene 'immaginare' lasciandoci guidare dalle impronte lasciate sulle murature d'ambito (Figura 1).

² Ricordiamo che la delibera di Giunta Regionale n.1164 del 23 luglio 2018 ha 'spostato' il territorio di Calendasco "da zona sismica 4 a zona sismica 3", ad indicare un lieve ma prudente inasprimento della classe di rischio. Classe non severissima tanto più se la destinazione d'uso saprà adeguarsi ad essa ovvero acquisire le condizioni di fatto del costruito ricercandovi, anche attraverso le capacità residue, le risposte d'uso più appropriate, senza ridondanza di adeguamenti.

³ Ovviamente non unica in quella italiana ma forse esclusiva per quella varesina, e della Valle Olona, in particolare. Vi traspare infatti un'economia spiccatamente orientata allo sfruttamento delle risorse locali: qui non tanto legname da taglio ma sabbie e pietre estraibili. Che il brevetto sia maturato in questo contesto, le cui celebri calci avevano contribuito allo sviluppo dell'architettura del cemento modellato di cui proprio Induno Olona è tra gli epicentri, non pare casuale.

⁴ Si può aggiungere, nel 1958, la successione dei fratelli Giovanni e Pio Guasconi al padre Giuseppe che favorì 'migliorie' agli edifici: restauri e consolidamenti che, in assenza di indirizzi di tutela più stringenti, su edificio non classato perché fabbricato rurale, sfuggirono a controlli e convalide; anche se probabilmente non mancò un collaudo. Certamente tali 'migliorie' non sfuggono oggi, e la parola, come altre nel tempo, ha mostrato la sua relatività nel farsi elemento di giudizio.



Figura 1. A sinistra il solaio che suddivide la stalla (al piano terra) dal fienile (al piano primo); a destra Calendaschesi in visita invitati a leggere la stratigrafia muraria (foto di Michela M. Grisoni).

2.2 Orientandosi tra nomi di luogo, di persona e di cosa

Dire scuderia per riferirsi all'edificio quindi non è certo inappropriato ma parziale. Significa guardare ad una sola fase; suggestionati da modelli tanto autorevoli quanto astratti, limitarsi a quella più nobile. Conviene invece soffermarsi sulla costruzione reale di cui sappiamo e forse sapremo poco ma della quale colpiscono molti dettagli. Ad esempio: quelle aperture, non propriamente feritoie e cannoniere ma certamente bocche, aperte verso il prospetto N-E; quello che l'analisi stratigrafica ci spiega riadattato e sopraelevato come una cortina quasi per l'intero compatta, elevato su una scarpa che frena quel terreno di riporto che ha consentito di guadagnare qualche metro in altezza ergendolo come su uno spalto; più in dubbio, infatti la disposizione del fossato. Nella struttura si avverte cioè una varietà di caratteri, una sovrapposizione di elementi, afferenti a diverse fasi edilizie (magari anche incompiute, come nel vicino castello) che non può essere trascurata nonostante generi una complessità di spazi e forme non facile né da gestire né da comprendere.

Silente o poco dirimente finora la storiografia. Piuttosto, Carlo Perogalli già invitava a guardare con attenzione anche questo 'corpo rustico' oltre al castello [10]. Senza scostarsi dalla apprezzata griglia, a maglie larghe ma salde, ricostruita da altri [1] ma anzi espressamente citandola, lo studioso richiamava alcuni fatti essenziali: l'avvicinarsi (nel XIII secolo) dei Pallastrelli e degli Scotti; poi l'affacciarsi del vescovo di Piacenza (ma forse come riflesso del controllo papale sui territori periferici della pianura padana); quindi (tra 1346 e 1372) l'oramai romantica diatriba guelfi/ghibellini, piacentini/milanesi (tra le saghe più ricorrente nella letteratura tardo neo-medievale e non solo); poi (1412) la documentata vicenda della contea dei fratelli Arcelli (Filippo e Bartolomeo); infine le altalenanti e faziose alleanze tra i Visconti e i Visconti-Sforza e i più ambiziosi e spavaldi signorotti e 'condottieri' locali, tra i quali i Confalonieri.

È sempre utile scorrere la sequenza dei proprietari per comprendere le ragioni del costruito: per le fasi più prossime, ove è più facile, ma anche per quelle più antiche, se rintracciabili. Nel caso specifico, mentre lo studio è tuttora in corso, abbiamo accertato due dati finora trascurati: che in età moderna (1579) Calendasco si identificava con il nome dei maggiori locali, i Confalonieri appunto⁵; che l'età contemporanea è interessata da una progressiva

⁵ Il dato affiora dalle dichiarazioni rese nelle ricognizioni d'estimo, ASPc, Estimi rurali farnesiani, b. 28, Calendasco.

disgregazione dei grandi patrimoni che ha portato a dividere il castello, favorendo il cambio d'uso di alcune delle sue parti⁶.

2.3 *Disiecta membra*

Tuttora il castello di Calendasco, a dispetto dell'estensione del vincolo, è 'bene' suddiviso: parte pubblica/parte privata; parte rustica/parte residenziale. Come ovvio e frequente, a caratterizzare l'edificio sono così non solo intervenuti continui rimaneggiamenti, diversi anche per approccio, ora leggibili come sovrapposizioni e addossamenti ma anche crolli se non smantellamenti. Per esempio: è facile guardare al portico esistente sul prospetto occidentale e chiamarlo aggiunta; meno scontato è cogliere che essa si realizzò in due tempi, prima addossando, poi allungando il nuovo volume, costruito in parte riutilizzando i materiali, in parte introducendone di nuovi. Oppure: intuitivo riconoscere le tracce (le tasche delle travi) di quell'altro portico, sul fronte opposto, ora rimosso ma documentato (nelle mappe catastali) e quindi grossolanamente databile (precedente alla prima metà del XIX secolo). E così via anche per ciò che pare semplice accessorio di complemento dell'architettura (come gli impianti, l'abbeveratoio e le relative condotte, il camino e le canne di esalazione, le scale) e invece è un patrimonio materiale che veicola quello immateriale. Rievocando usi e abitudini questi accessori rianimano le cose che altrimenti resterebbero muti feticci o scheletri senza membra. Vi è sempre il rischio di condurre l'architettura ad un'arida disposizione di *layers* sovrapposti; non è questa visione, tassonomica e selettiva, quella che si vorrebbe perseguita.

Il costruito è, e si spera possa rimanere, una testimonianza in sé pulsante di dati senza che qualcuno intervenga con marcate sottolineature ad esasperare il racconto della sua storia. Anche quando lacunosi o fortemente compromessi, parziali o minuti, i frammenti riescono ad esprimere dei significati. Basta infatti un indizio, un lacerto affiorante dalla 'lacuna di uno scialbo' per rievocare una storia come accade nelle tavole usate per il solaio del piano terra di uno degli ambienti abitati dell'edificio trattato. Il decoro rimanda allo stemma dei Confalonieri. È una stirpe ora quasi dimenticata ma nel passato ha 'impresso' più di un'impronta al paese [11]; per un certo periodo, come già accennato, dandogli addirittura il nome; per altri attraverso l'esaltazione agiografica di uno di loro, fatto santo: Corrado Confalonieri⁷. Le tavole, forse di riutilizzo (ma è il progetto che dovrà preoccuparsi di comprenderlo confrontandole anche con quelle, apparentemente simili, del castello) ispirano più di un interrogativo: il loro impiego sarà avvenuto durante la permanenza in loco della famiglia (tra XV e XVI) o dopo, magari manipolandone le architetture e le insegne?

⁶ L'accertamento di consistenza e intestazione dei beni oggetto di studio condotta risalendo la documentazione catastale corrente e storica (dal 2021 al 1812), è stata tra le priorità affrontate. Mentre si ripercorreva, verificandola, la cronologia già proposta dalla storiografia, approfondire l'uso contemporaneo dell'edificio è servito a rivelare le strategie di gestione della proprietà immobiliare, e soprattutto di quella terriera a fini produttivi, attuate da una famiglia medio-borghese della provincia piacentina che ha contribuito a configurare l'aspetto attuale dell'edificio. Si perseguiva l'intento di comprendere la radicalità delle modifiche apportate e, nell'uso delle fonti, di accostare a quelle scritte le testimonianze orali.

⁷ Corrado Confalonieri è di stirpe piacentina illustre ma personaggio discusso: certamente morto eremita a Noto nel 1351 da taluni si ritiene nato a Calendasco nel 1290; sicuramente ritiratosi a vita ascetica ma non per questo da tutti riconosciuto santo. Per un inquadramento, [9]. Oggi è per lo più ignorato se non da alcuni studiosi che ne fanno motivo di identità locale. Particolarmente interessante il revival apprezzabile tra Cinque e Seicento, sull'onda di un rinnovato culto dei santi [5]. È un periodo da esplorare anche per le ricadute che il culto ebbe nella costruzione di un patrimonio di memorie, materiali e immateriali; cioè quadri ma anche cappelle, memorie scritte e culti orali come il pellegrinaggio dal luogo di ritiro (Noto) a quello di origine (Calendasco) anche recentemente riproposto.

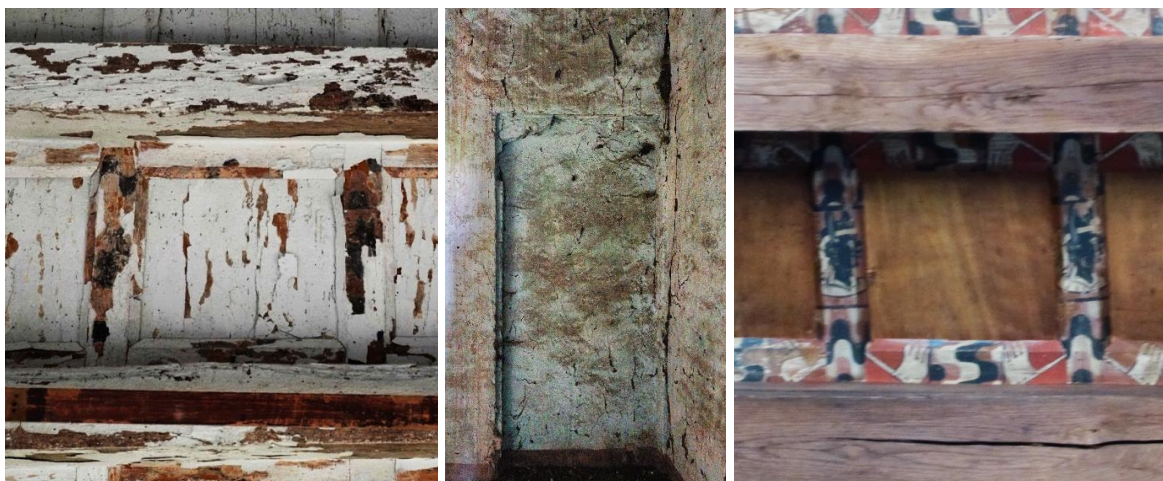


Figura 2. Tavole di impalcato con stemma Confalonieri, a sinistra (foto di Nicola Badan); porta tamponata al piano primo dell'ambito A, al centro (foto di Davide Zanon). A destra dettaglio del solaio del piano primo del castello, dopo il restauro (foto di Michela M. Grisoni)

2.4. Non solo una scuderia

Tuttora dal punto di vista catastale il volume oggetto di studio è distinto in due unità immobiliari: l'una civile, l'altra rurale. Configurate quindi l'una per essere abitata, l'altra adibita al ricovero di animali e attrezzi. Così, se la prima è controsoffittata, l'altra non a caso è aperta e poco luminosa, areata e poco riscaldata se non riducendo l'ambiente dedicato allo stallo dei bovini con il citato basso solaio. Tale è l'assetto vincolato; cosa che potrebbe richiedere a ragione di valutare gli usi futuri in rapporto a questo stato dei luoghi; senza fare cioè della 'qualità' un uso ambiguo, un alibi per valutazioni storico-critiche. Selezionare infatti è rischioso per tanti motivi: a noi sembra privilegiare il restauro di un'idea vagheggiata piuttosto che conservare una realtà autentica. L'assunto non interferisce con il cambio d'uso percorribile e forse davvero necessario per assicurare un futuro al patrimonio. L'esito però misurerà l'abilità di farlo senza obliterare o ridurre le preesistenze; massimizzando, come già detto, la permanenza [3].

Chi alla 'scuderia' ha guardato stilisticamente [4]⁸ vi ha per lo più cercato un carattere dominante. Ma, cercare una casa dei soldati, una casa forte, o anche una casina gotica rischia solo di anteporre l'idea alla realtà; di indurre ad avventurarsi nel campo dei restauri di ripristino. Di certo nell'edificio vi è una cesura, non proprio netta, peraltro denunciata anche dal muro tagliafuoco che svetta oltre l'attuale copertura e suggerisce che sotto il manto in coppi vi è almeno una differenza. Ma molte altre, non tutte facili da leggere sulle superfici sia esterne che interne, dove un abile lavoro ha spesso ricucito con cura le modifiche, attendono di essere lette anche per comprendere il comportamento della struttura ai carichi, ovvero le sue 'discontinuità' congenite. L'ambito dell'edificio che chiameremo A, presenta caratteri costruttivi di non comune fattura, leggibili nonostante le sopraggiunte ripartizioni⁹. Se le citate tavole con effigie dei Confalonieri potevano pensarsi di rimpiego, non può che

⁸ Nel testo l'autore avanza alcune "riflessioni" in merito alla funzione strategica che il castello di Calendasco avrebbe assunto nei secoli passati, certamente legittime ma purtroppo poco documentate. Nel rustico attiguo al castello, in particolare, riconosce una struttura funzionalmente connotata da alcuni caratteri azzardandosi ad identificare un tipo per il quale adotta il termine 'casa dei soldati' o casa-forte. Non si può che osservare che sul piano storico le analisi dei caratteri tipologici, spesso ricorrenti nel tempo e non di rado frutto di restauri, non possono che avere tiepida valenza in assenza di accertamenti diretti ed indiretti.

⁹ A suddividere in due unità abitative disposte su due piani con conseguente introduzione di una nuova scala in ferro.

dirsi concepita come un disegno unitario una certa distribuzione interna apprezzabile osservando le orditure dei solai lignei (per lo meno le principali, di solida e sofisticata fattura) e certe aperture (porte e finestre con elementi sagomati) benché tamponate. Anche questa parte, quindi, sebbene, o forse proprio perché già concepita come alloggio, impone (non meno dell'altra, stalla o scuderia che dir si voglia), una notevole sensibilità qualora si volesse riabitare. Non soltanto i solai ma anche i pavimenti e probabilmente le pareti, trattengono tracce ancora da analizzare prima di definire il progetto.

3. L'edificio si racconta

Il lavoro di analisi di cui si riferisce si è sviluppato come un percorso di lettura e conoscenza che adotta un approccio oramai collaudato [6] già replicato [2] e qui riproposto¹⁰. Esso si articola in tre momenti distinti a partire dal rilievo ortofotografico dei prospetti, procede con la lettura dei materiali, delle tessiture murarie e delle stratigrafie di fase, per approdare ad alcune valutazioni sul divenire della costruzione attuale, aperte a considerare anche cause e natura del degrado ovvero proiettandosi al progetto che è sostanzialmente il fine di questo percorso. Il rilievo ortofotografico, finalizzato alla caratterizzazione figurativa del modello geometrico, è stato compiuto mediante l'acquisizione di circa 5800 prese fotografiche, scattate con fotocamera digitale con definizione ed obiettivo adeguati ad ottenere una affidabile immagine dei prospetti sia esterni che interni. I database fotografici ottenuti sono stati processati con un software di fotogrammetria (Agisoft Metashape) al fine di ottenere delle nuvole di punti. Considerazioni legate all'aumento della complessità del calcolo in proporzione al numero di scatti elaborati e allo sviluppo prevalentemente bidimensionale dei fronti, hanno consigliato di produrre una nuvola di punti indipendente per ogni fronte (salvo per un ambito interno di ragguardevoli dimensioni), dalle quali, a seguito di una verifica dimensionale condotta sulla base del rilievo metrico (eseguito con strumentazione laserscanner e fornito dalla committenza), sono stati elaborati gli ortofotopiani corrispondenti a ciascuno dei prospetti, per quanto rilevabili.

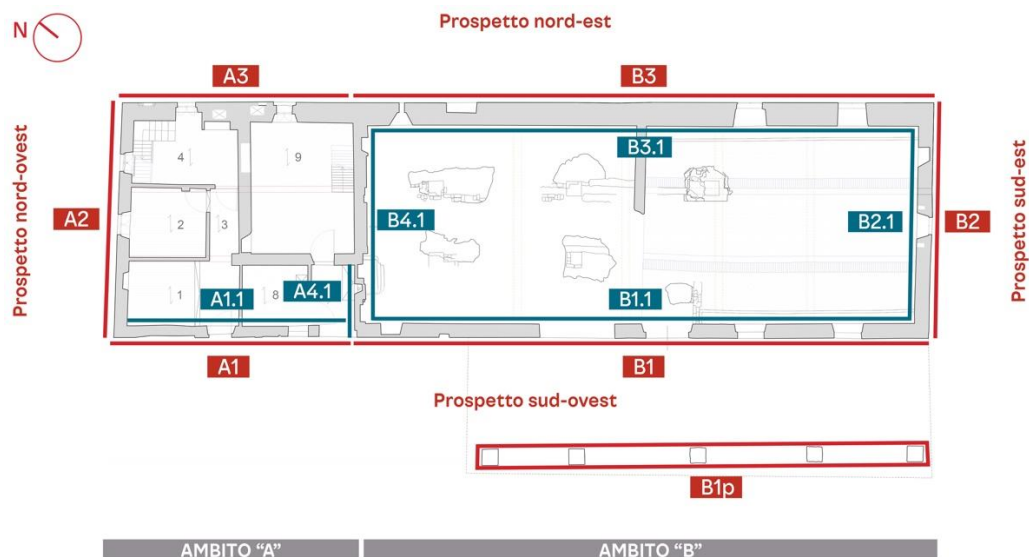


Figura 3. Pianta recante l'identificazione degli Ambiti e dei settori.

All'usuale nomenclatura dei prospetti, dettata dall'orientamento dell'edificio rispetto ai punti cardinali, si accosta una seconda terminologia (Figura 3). È suggerita dalla lettura delle

¹⁰ Incarico di “Lettura stratigrafica delle ‘Scuderie’ del Castello di Calendasco” conferito dal Comune di Calendasco, prot.1784/2021.

tessiture murarie e dall'analisi stratigrafica degli elevati di cui si riferirà nel seguito ed è necessaria per comprendere il comporsi e ricomporsi nel tempo dei prospetti stessi ma anche di volumi e planimetrie.

3.1. Non basta dire laterizio

L'analisi dei materiali, quando integrata da un più analitico rilievo delle tessiture murarie porta, in primo luogo, ad evidenziare come il materiale da costruzione impiegato sia per lo più costituito da mattoni pieni che però, a dispetto di una apparente omogeneità, sono caratterizzati da eterogeneità più o meno marcate dal punto di vista dimensionale e cromatico.

L'analisi dei materiali, dunque, suggerisce un articolato susseguirsi di azioni diverse di costruzione e trasformazione, rese evidenti anche dalle distinte apparecchiature che hanno dato corpo al manufatto nel corso del tempo. Di questa complessità si è data lettura ponendo in atto sui prospetti l'analisi stratigrafica, restituita sul supporto grafico predisposto contrassegnando ciascuna azione con una distinta colorazione. La laboriosità della lettura e della discretizzazione dei paramenti murari è legata anche alla condizione dei giunti di malta, frequentemente poco leggibili a causa di successive rifugature o sostituzioni, che testimoniano tuttavia la manutenzione e la cura cui l'edificio è stato oggetto da parte dei fruitori. Ad interpretare questi dati si è predisposta una scheda delle tessiture murarie.

3.2. Leggere segni che sono indizi autentici

Come noto, l'analisi stratigrafica si fonda sulla comprensione dello sviluppo nel tempo di un edificio come risultato di processi costruttivi che lasciano tracce, sia positive (costruzione/deposito/accumulo di materia, che forma uno strato), sia negative (risultato di asporto di materia, che lascia una lacuna di strato/superficie in sé/interfaccia) leggibili riconoscendo bordi. Nel caso studio, l'osservazione dei mattoni pieni che costituiscono le murature, rivelatisi diversi per dimensioni e cromie, le differenti composizioni delle malte utilizzate per l'allettamento e le relative finiture dei giunti (ad es. quelli stilati nel settore B1 verso l'angolata con B2), come pure l'apparecchiatura degli elementi stessi, quando accostate al riconoscimento di alcuni bordi stratigrafici invitano a distinguere due ambiti (A e B), ricalcati in quanto tali anche dalla suddivisione catastale moderna. Inoltre, lo stesso ambito A non solo sarebbe precedente a B ma a sua volta frutto di una complessa dinamica trasformativa: una successione di modifiche, sia ricostruzioni che sopraelevazioni.

La sua destinazione d'uso è stata abitativa: nella forma più recente configurata da due unità con accessi e collegamenti verticali indipendenti, resi tali dalle scale (una in legno, l'altra in ferro) pure evidentemente realizzate in successione. Si tratta di un'architettura dal carattere rustico e non signorile, rispondente al bisogno più che al decoro. Tuttavia, si ha evidenza anche di una molteplicità di usi e di variazioni non sempre obliterate da una lieve ma percettibile impronta di signorilità. La rivela il solaio intermedio tra il primo e il secondo livello. Nel settore A1.1, alcune travi con mensole sagomate – peraltro collocate all'interno di sedi preesistenti, dimensionate per accogliere elementi di maggior sezione e in seguito parzialmente tamponate – conservano lacerti di decorazione; così pure il tavolato che reggono, caratterizzato da una riquadratura intradossale realizzata con listelli ornati. Dalle lacune dello strato di scialbo bianco sovrapposto riemergono decori simili a quelli del soffitto, pure a riquadri, del salone al primo piano del castello. A completare il carattere di un impalcato di non comune fattura, anche le mensole lavorate presentano ai fianchi gli incavi ricurvi tipici per l'alloggiamento di pettenelle.

L'esterno racconta, con altre parole, questo avvicinarsi di usi [abitativi] degli spazi, di necessità correlate e di conseguenti azioni costruttive e di modifica: la ricchezza di segni stratigrafici, come pure l'evidenza dell'uso di materiali diversi, sottende la complessità dei distinti processi di trasformazione succedutisi nel tempo. Sul fronte S-O (settore A1) ciò è testimoniato anche dalle molte aperture, modificate più volte sia nella dimensione sia nella forma: alcune archiacute; una archivoltata a tutto sesto, un tempo sorretta da un pilastro sagomato a guisa di ottagono; sino a giungere ad altre configurazioni, più recenti e più modeste anche nelle dimensioni, architravate o con piattabanda. Anche a N-O gli usi degli interni si riflettono in una sequenza di aperture in rottura di finestre ad arco ribassato e nelle loro successive modifiche dimensionali in riduzione, fino agli assetti odierni con architravi lignee.

Va inoltre osservato che, sui due fronti indicati (N-O e N-E), l'intero edificio è impostato su muri a scarpa, in adattamento all'orografia del terreno artificialmente ottenuta forse anche per dare forma al fossato, posto tra l'edificio stesso e il complesso castellano. È probabile che l'angolata tra questi due prospetti (settori A2 e A3) sia stata soggetta ad un crollo parziale, ancora leggibile attraverso un'interfaccia di rottura; a questa segue una riconfigurazione della muratura d'ambito, contestualmente a un'azione di sopraelevazione dell'intero edificio, realizzata probabilmente in due fasi distinte, riconoscibili in virtù delle dimensioni medie dei mattoni impiegati per le tessiture solo apparentemente simili. La differenza, ovvero la successione, è resa evidente anche da un bordo di attesa. Nella sua configurazione attuale l'ambito B dunque si innesta su A. A rivelarlo, in corrispondenza del prospetto N-E (settori A3-B3), un bordo di rottura, forse riconfigurato predisponendolo ad un futuro intervento (bordo di attesa), riconoscibile per le caratteristiche del giunto di malta, per molti tratti di dimensione maggiore rispetto a quelli delle due tessiture murarie opposte rispetto al bordo. Quest'ultime, entrambe con concatenamento gotico, differiscono anche per le dimensioni degli elementi. Diverso anche il cordone in elementi laterizi sagomati: corre alla base del muro lungo tutto il prospetto ma è di maggiore altezza in B che in A. Tale rapporto tra i due ambiti si presenta, in forma molto più complessa, sull'opposto fronte S-O (settori A1-B1), dove la muratura di B, in adiacenza ad A, configura un'angolata (volta-testa); è plausibile quindi che il muro di A sia stato parzialmente demolito e riconfigurato in appoggio al nuovo volta-testa di B con sporadici ammorsamenti. Anche in B le azioni di natura antropica lasciano sulle superfici interne una trama di segni; anche qui diversi tipi di bordi consentono di comprendere modiche e cambi d'uso. Certa è, per una fase, l'esistenza di un sistema di ventiquattro volte a crociera su tre campate, delle quali sono evidenti le superfici di interfacce negative presenti lungo l'intero perimetro murario. Il sistema voltato, in virtù di alcune evidenze stratigrafiche, si può ipotizzare legato ad una variante progettuale intervenuta durante la costruzione dell'ambito stesso: se lungo le controfacciate S-E e S-O (settori B2.1 e B1.1) sono leggibili i bordi di rottura della muratura necessari all'ammorsamento delle volte, a N-O e a N-E (settori B4.1 e B3.1), in luogo del bordo di rottura estradossale se ne osserva uno di attesa, dovuto all'impostarsi del sistema voltato su delle mura di rifodera.

Una modifica di destinazione d'uso, da agricolo ad abitativo, è testimoniata dalla presenza, al secondo livello, di superfici intonacate. Tracce di bordo aggettante al perimetro verso S-E suggeriscono la presenza di una parete, anch'essa intonacata, che delimitava ambienti in contiguità agli alloggi dell'ambito A. Anche l'assetto della copertura è stato modificato rispetto ad una precedente configurazione. Probabilmente in conseguenza di questo nuovo uso, la prima capriata è stata spostata. In ogni caso, tutte le capriate e l'orditura primaria risultano inserite in rottura nelle murature d'ambito. Questo ci porta a considerare, dal punto di vista stratigrafico, quanto suggerito dalla storiografia [10]: cioè quelle connotazioni

stilistiche che si presentano sui fronti N-E e S-E (settori B3-B2), e nello specifico la serie di finestre ad arco ribassato e il motivo decorativo a dente di sega. A un'osservazione preliminare dei caratteri, cromia e modalità di degradazione degli elementi della muratura, consentono di ipotizzare azioni costruttive coincidenti o svoltesi in un arco temporale ristretto a quelle del castello.

3.3 Prime ipotesi sulla sequenza relativa e raffronti con la cronologia assoluta

Ad oggi ancora pochi dati, ovviamente più densi per la fase contemporanea, ancorano la cronologia relativa¹¹. Ma già le correlazioni tra le principali fasi costruttive e di trasformazione rilevate offrono un'illuminante sequenza 'deposizionale' che delimita nove periodi.

Tale sequenza (Figura 4) mostra che l'ambito A vive di una vita precedente, autonoma e pure articolata (tre periodi), rispetto all'attuale ambito B, addossatosi successivamente. Lo stemma dei Confalonieri che vi appartiene, riemergente a tratti dalle lacune dello scialbo steso sui solai, suggerisce di approfondire il ricorrere, anche simbolico, della loro presenza a Calendasco: quindi oltre, ai riscontri già assicurati dagli estimi farnesiani (1568), invita ad orientarsi tra l'investitura feudale del 1448, il fatto d'armi del 1482 [11] e il processo di beatificazione di San Corrado (1515) [9]. Tutti fatti noti alla storiografia ma ancora poco correlati all'evidenza materiale dell'edificio.

Meno auliche ma altrettanto importanti le circostanze storiche che più direttamente giustificano altre evidenze: i porticati allungati o smantellati, di cui già si è detto, ma anche il lavatoio/abbeveratoio con la relativa pompa di approvvigionamento; il raddoppiarsi delle scale interne e degli accessi oltre all'ampliamento dello spazio abitabile sopra la stalla, ora accuratamente illustrati. Tutto questo invita a guardare la microstoria di una famiglia contadina del piacentino: già nucleo familiare florido e fecondo, oggi testimone vivente delle utili trasformazioni condotte allora per ri-usare l'edificio.

¹¹ Esse consentono di circoscrivere a queste fasi il portico addossato all'edificio sul prospetto N-E ora crollato la cui esistenza, taciuta dalle mappe del catasto napoleonico (1812-1825) è indicata nel noto disegno del *Nuovo edificio scolastico* (progettista dott. ing. Giuseppe Manfredi, 1938) [4] e confermata dalle serie di fori aperti in rottura, in prossimità dell'angolata S-E del settore B3, per ammorsarne la struttura portante in aggetto. Lo stesso elaborato progettuale indicato, quando posto a confronto con la documentazione catastale successiva (1942) consente di riconoscere che il portico addossato al prospetto S-O (settore B1), ora sorretto da cinque pilastri a base quadrangolare, è l'esito di un primo addossamento a tre campate, solo successivamente esteso di un ulteriore campata su entrambi i lati. Lo anticipavano l'analisi dei materiali impiegati e la loro messa in opera dei tre pilastri centrali rispetto ai laterali.



Figura 4. Correlazioni relative alle principali fasi costruttive e di trasformazione. Legenda.

3.4. Una proposta di segnaletica per preservare tracce che sono indizi autentici e irriproducibili

L'analisi diretta della materia e la lettura stratigrafica, registrando e descrivendo la molteplicità di caratteri riconosciuti alle parti dell'edificio, hanno portato all'attenzione numerosi contesti il cui portato informativo è particolarmente denso, invitando alla stesura di una "mappa dei segni da proteggere"¹²: un elaborato già in uso ma che nella circostanza specifica è stato adattato per comunicare la presenza e ricchezza di tracce alla pluralità dei professionisti e interlocutori coinvolti, condividendo gli interessi e gli obiettivi progettuali. Si prova cioè a dialogare o anche a discutere per comprendere quale sia la differenza tra massimizzare la permanenza e minimizzare l'intervento; tra alterare i segni o lasciare aperte, ad intervento concluso, le possibilità di leggerli e riconoscerli¹³.

¹² Modalità operativa già sviluppata nell'ambito del laboratorio di Restauro dell'Architettura, corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in Ingegneria Edile-Architettura, presso l'Università degli Studi di Trento – Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica – titolare del corso Prof. Arch. Alessandra Quendolo, che si coglie l'occasione per ringraziare per la proficua opportunità di ricerca.

¹³ Il tema, che è centrale nella cultura del progetto, è stato personalmente affrontato nella tesi "Il castello di Krzyżtopór in Polonia. La conservazione del 'rudere' tra fruizione e protezione" di Davide Zanon (relatori Prof. Arch. Alessandra Quendolo, Prof. Ing. A. Frattari, correlatori Arch. PhD Nicola Badan, Prof. Arch. Jan Kurek, 2017), verificandone la ricezione in ambito internazionale.

La “mappa” si esplicita attraverso una metafora cromatica, che trasferisce in un codice comune (proprio della segnaletica stradale) gli esiti degli elaborati specialistici, ovvero il riconoscimento di differenti possibili gradi di modulazione dell’azione progettuale, tra la necessità di mantenimento dell’integrità del segno e la possibilità di una sua modificazione. Se allora presso le aree contraddistinte dal verde si ritiene il progetto possa concedersi un maggiore grado di libertà, in quelle cui è associato l’arancione si riconoscono invece tracce potenzialmente dirimenti, ammettendo solo azioni che non intacchino il potenziale informativo. Ove il “semaforo” è rosso, infine, la stratificazione della materia offre chiavi di lettura imprescindibili per la comprensione delle vicende di costruzione e modificazione dell’intera architettura: l’intervento dovrà allora consolidarne, proteggerne e conservarne con ogni mezzo il valore di testimonianza.

Un esempio potrà chiarire il senso di un’indicazione che evidentemente è progetto (Figura 5).

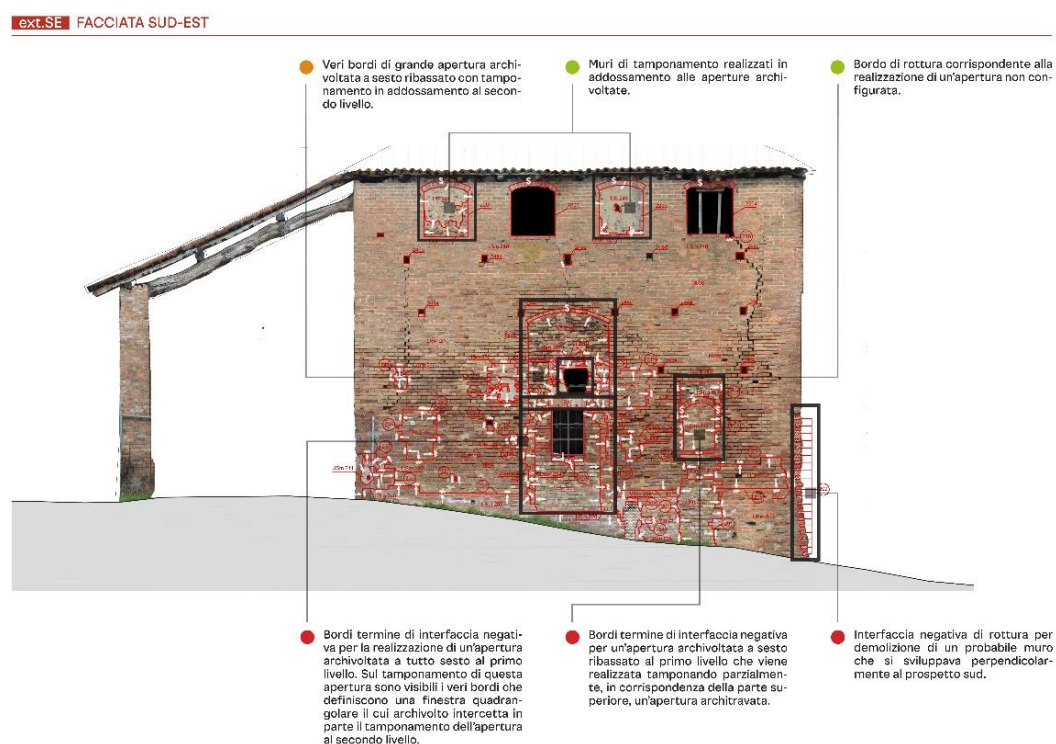


Figura 5. Estratto della tavola “Mappa dei segni da proteggere”. Prospetto S-E.

4. Conclusioni

L’esperienza, tuttora in corso, non può che ribadire l’opportunità di premettere al progetto rilievi e analisi accurate affinché l’uno sia risposta agli altri e non viceversa. Operazione non sempre agile considerato che l’accesso ai finanziamenti è spesso condizionata dalla predeterminazione del consuntivo delle opere e raramente concede margini di anticipo alle indagini propedeutiche. Nella situazione specifica del caso studio, bene di proprietà pubblica da riattivare ma di interesse culturale da fruire, si è dimostrato quanto mai utile farne l’oggetto di una riflessione preliminare condivisa: portandolo in sede accademica, nella didattica come nella ricerca ma anche favorendo il coinvolgimento e la partecipazione della comunità locale. Spesso si tratta di micro-azioni di limitato impegno economico, se non avviate a titolo del tutto non oneroso, che innescano quella convergenza di intenti e

quell'incrocio di prospettive che sono di propulsione al progetto vero e proprio che invece è insieme di attività da ricomporre in forma strutturata d'intesa con il mondo professionale.

Calendasco, piccolo comune di circa duemila abitanti, di poche risorse in ragione delle limitate attività economiche operanti entro i suoi confini, ma accogliente luogo di residenza (posto come è tra le anse di un fiume straordinario, il Po) a meno di una decina di chilometri da un capoluogo denso di ogni genere di attrattive (Piacenza) e prossimo ad una rete stradale ed autostradale che lo lambisce sia in direzione N-S (la A1) che E-O (l'autostrada dei vini) ha anche convinto dell'importanza di guardare al progetto con approccio multi-scalare. Per molte ragioni quindi, nel perseguire la 'conservazione' del patrimonio culturale, vincolato e non, è tanto importante condurre analisi alla scala urbana (1:1000; 1:2000) e architettonica (1:100 e 1:200) quanto a quelle grandissima e piccolissima. L'una, si è già visto utile a cogliere quei legami materiali e immateriali che questo territorio possiede con luoghi anche molti distanti (perché connesso attraverso la viabilità antica, o perché simile tappa lungo uno stesso cammino storico; ma anche perché parte del sistema dei castelli del piacentino, della rete delle abbazie, ecc. ecc). Così ragionando un patrimonio culturale apparentemente 'smarrito' si inserisce in un 'itinerario', fisico e ideale ma in ogni caso culturale: se disposto lungo corridoi meno frequentati o favoriti questo se promuove la visibilità e l'accessibilità 'recuperandolo' dalla dispersione [8]. L'altra, la piccolissima presentata in questa occasione, per alcuni troppo analitica se non miope, non lo è affatto se riesce a farsi strumento strutturante il progetto: se riesce cioè a dimostrarsi indispensabile per divaricare la storia della costruzione e l'analisi dei materiali, alla lettura della diversità delle lavorazioni di impasti, tagli e forgiature, passando quindi a cogliere la particolarità della messa in opera e quindi a comprendere la diversità degli episodi edilizi (quelli d'impianto da quelli di rimaneggiamento) fino a spingersi alla verifica delle condizioni di alterazione e degrado della materia.

Anche a questa scala di maggior dettaglio, infatti, la conservazione della materia dell'opera è condizione affinché questa possa continuare a raccontare e 'raccontarsi', anche dopo l'intervento, partecipando nella propria unicità al sistema territoriale e ad un 'itinerario' culturale: si tratta allora anche di cogliere, con il progetto d'intervento, l'opportunità di consentire all'architettura di continuare ad esprimersi con una propria autonomia, riconoscendone la potenzialità di inestinguibile origine di forme di conoscenza, che si offra alla percezione come un discorso ancora aperto. Questa volontà incoraggia a concepire l'intervento anche come tentativo di governo di due istanze divergenti, la ricerca di unità formale e l'accettazione della condizione di frammento: anche il degrado, in questo senso, porge la sfida di un intervento che ne sappia attenuare gli effetti di disturbo alla lettura del testo stratificato, conservandone tuttavia l'apporto conoscitivo – anche come traccia del tempo nel suo trascorrere dinamico – e proteggendo la potenzialità informativa ed evocativa della sua azione sulla materia.

*Michela Marisa Grisoni è autore di introduzione e paragrafo 2. Nicola Badan e Davide Zanon del paragrafo 3. Le conclusioni sono frutto condiviso dei tre autori.

Ringraziamenti

Gli autori, mentre riordinano e condividono gli esiti di un'esperienza personalmente condotta, desiderano ringraziare, per opportunità e proficuo scambio di vedute: Filippo Zangrandi, sindaco del Comune di Calendasco e Vito Redaelli, architetto.

Bibliografia

- [1] Artocchini, C., Maggi, S. (1967). I castelli del Piacentino. Piacenza: Utep.
- [2] Badan, N., Pausco, M., (2007). Palazzo Tondello a Due Carrare. Contributi alla conoscenza di un'antica dimora nella terra dei Da Carrara. Gorizia: Edizioni della Laguna.
- [3] Bellini, A. (1996). "Alcuni equivoci sulla conservazione", Tema, 1, pp. 2-3
- [4] Bianchi, F. (2019). Calendasco. Evoluzione di un territorio nell'architettura. Piacenza: Tip.Le.Co.
- [5] Campi, P.M. (1614). Vita di S. Corrado eremita. Piacenza: Heredi Gio. Bazachi.
- [6] Doglioni, F. (1997). Stratigrafia e Restauro. Tra conoscenza e conservazione dell'architettura. Trieste: Edizioni Lint.
- [7] Grisoni, M.M. (2014). I Visconti. Residenze e territorio. Livorno: Debatte editore.
- [8] Grisoni, M.M. (2021). "Una pluralità di 'percorsi' per paesaggi e architetture 'smarrite'", in Re-Usò 2021. Roma capitale d'Italia 150 anni dopo, atti del convegno, Roma 1-2-3 dicembre 2021, a cura di Calogero Bellanca e Cecilia Antonini Lanari, Artemide, Roma 2021, Vol II, pp. 675-686
- [9] Pagano, M. (1983), Confalonieri, Corrado, in Dizionario Biografico degli Italiani, vol. 29 (1983), pp. 00-00.
- [10] Perogalli, C. (1972). Castelli e rocche di Emilia e Romagna. Milano: Gorlich.
- [11] Spreti, V. (1928-32) Enciclopedia storico-nobiliare italiana, Milano, 1928-32, vol. II, p. 525-528.
- [12] Toniolo, G. (2002). Cent'anni di prefabbricazione in calcestruzzo. Roma: Aitec.

Projection mapping for the enhancement of Estense wall paintings: a workflow for complex surfaces and the management of colors

Manuela Incerti - Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara, Italy, icm@unife.it

Stefano Giannetti - Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara, Italy, stefano.giannetti@unife.it

Abstract: The present paper constitutes the development of research work carried out in 2018 as part of a project to enhance and promote the Estense architecture. Through the projection mapping technique, we wanted to compensate for the partially compromised decorations of the facades of some Estense dwellings, by building a permanent system capable of periodically projecting their reconstruction directly onto the existing surfaces. The critical issues analyzed during the process carried out in the past year of-fered the basis for the development of a new methodology, attentive to the result from the outset and more consistent with the objectives of enhancing the architecture itself.

Keywords: projection mapping; architectural survey; historic reconstruction

1. Introduction

In recent years, *projection mapping* events have reached such diffusion as to characterize a real artistic and show genre. Numerous international events gather these shows. To name a few: from the Circle of Light Festival in Moscow, to the iMapp in Bucharest, up to the most recent Video Mapping Festival held in the Hauts de France region.



Figure 1. The reconstruction drawing (left) and the projection mapping in Museum Casa Romei (Ferrara, 2018), (right).

Although widely used in the field of cultural heritage, the projection mapping technique has rarely been used to enhance the overall object of the projection. The events in which the architecture was dismantled, elaborated, distorted through the projection of videos and those

in which the facades were used as large urban screens, the mapping rarely offered new contents concerning the cultural heritage on the architecture that hosted the show [1-2].

The SOGNO O SON DESTES project, conceived by the Vignola Foundation and today also supported by other local banking foundations, started in 2017 [3], gathering the patronage of the municipal administrations involved: MIBACT, the Polo Museale dell'Emilia-Romagna and the University. Through the use of projection mapping, we aimed to reconstruct the wall decorations of some Estense dwellings based on the few remaining fragments. On some external portions of the Rocca di Vignola and on the walls of the cloister of Casa Romei it was possible to hypothesise the development of the decorations and, through mapping, reproduce them in their entirety (July and October 2018, figure 1). The process identified to carry out the mapping involved numerous actors with different skills and, throughout its course, took on characteristics that diverge from classic projection mapping. In particular, the use of static images (instead of dynamic images), the periodicity of the event, the goal of integrating with existing architecture and decorations, approximated the enhancement project to a light design rather than real mapping.

As described in other studies of the same research group [4], the mapping presents intrinsically limiting characteristics to achieve the goal of integrating the decorations: the synthesis of additive type colors typical of light sources (different from the subtractive one of painting) and the discontinuities of the surface (walls with brick portions and plastered portions) significantly affect the color rendering of the reconstructions. Furthermore, the static nature of the projected images also highlights possible small misalignments between the projection and the support, which would be usually masked by the typical animations of projection mapping.

2. The project and the new workflow

The new intervention outlined in this research, started in 2019, was designed on the experiences gained in the past year. This time, the objects of the projection (albeit of more modest size) asking new questions forced the group to define an adequate workflow.

- The entrance area of the Rocca di Vignola was entirely mapped: two of the areas involved projection on flat surfaces, while the third concerns the barrel vault that covers the entrance hall, on which the coffered motif is now only partially visible.

- On the other hand, inside Casa Romei (Ferrara) we chose to recreate a fresco of the crucifixion of Christ, detached from the church of Santa Caterina, in former via Roversella, dating back to the mid-fourteenth century and made by an unknown Ferrarese author. This artwork presents a critical gap, the result of a detachment made in 1846, preserved today in the Ricasoli-Firidolfi palace in Florence [5].

As mentioned, for different reasons, both the first and the second subjects forced a review of the overall workflow. It was necessary both getting a geometric control of artefacts (not merely depicted on a flat surface), and developing a process to manage the color profile of the pictures of existing frescoes. For these reasons, a workflow has been here outlined, finding a precise role for the different skills, tools and in an integrated process organized in a sequence of connected phases. For each phase identified (Fig. 2), this research group has played a specific role. In particular:

0. Feasibility study and workflow development: selection of technologies and procedures to be implemented for the two subjects;

1. Data acquisition phase: integrated survey of the object with laser scanner and / or digital photogrammetry;
2. Data processing phase: two-dimensional drawings and three-dimensional reconstruction of the main geometries;
3. Setup phase: assistance in the assembly of the projectors and in the management of the projected color;
4. Output phase: validation of results and analysis of any critical issues.

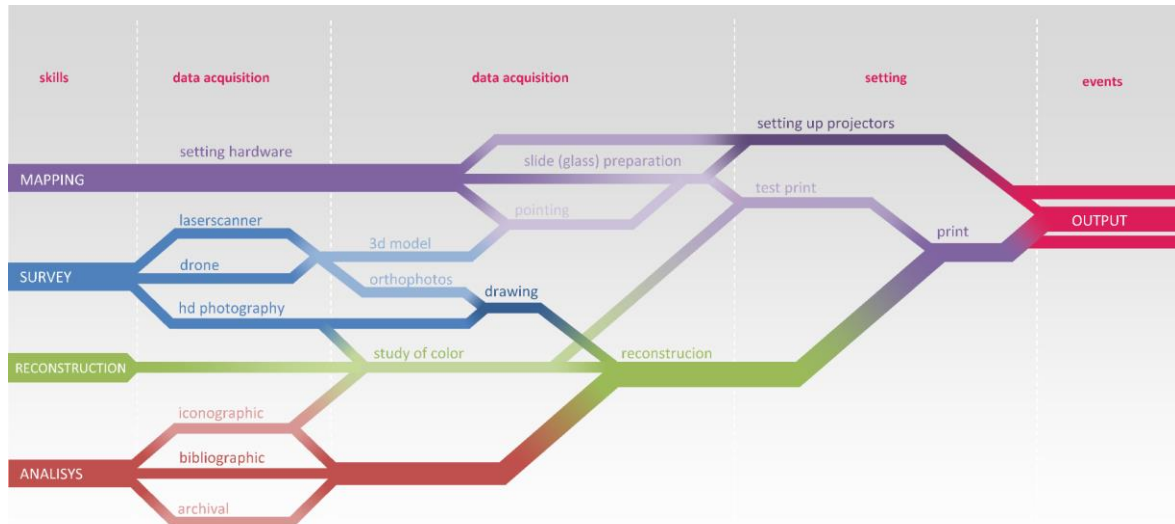


Figure 2. Diagram of the activities and phases in which the Department of Architecture of the University of Ferrara is involved.

3. Managing the geometry: the barrel vault of Vignola

The Rocca di Vignola, whose oldest nucleus according to tradition dates back to the eighth century, still has many decorative testimonies from the fourteenth and fifteenth centuries, among these finds there are the paintings of the entrance vault.

The surveys and preliminary studies conducted by the research group (phase 1) made it possible to give a first interpretation of the surfaces involved, in particular, of the more complex barrel vault covering the entrance hall to the internal courtyard of the Rocca di Vignola. From the data taken through the laser scanner and digital photogrammetry, it emerged that this vault cannot be assimilated to a cylinder, due to its trapezoid-shaped plant. Due to a series of differences typical of a 'real' architectural surface, it is also wrong to approximate it to a "conical" surface (Figs. 3-4). Through other geometric analyses, it was also possible to highlight that the range of the sections is not uniform. From figure 3 it is observed that the variation in the total radius of 81 cm between the first and last section does not correspond to a similar variation in the key of the vault, which instead only has 7 cm.

The three-dimensional surveys with laser scanner were followed by a photographic campaign aimed at creating the 3D model for photomodeling. This saw the use of a reference color scale, the same that will be shared by all the actors in the various phases from relief to printing.

The photographic images of the areas involved in the project, processed with the Metashape (Agisoft) software, allowed the production of textured models. From the overlap between the data generated by photomodeling and that obtained with the laser scanner, it is possible to check measurements, morphologies, and refine or correct the model itself. A first

postproduction of the models led to the extraction of the textures of the surfaces in raster format and the creation of the meshes of the portions of masonry affected by the projection (Figs. 5-8).

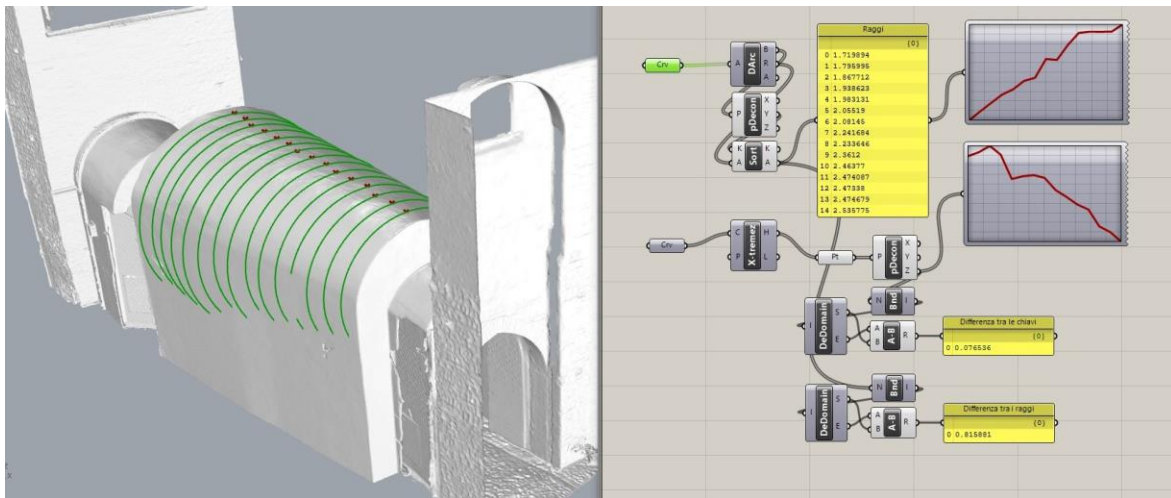


Figure 3. Analysis of the sections: the two graphs in the top right indicate the variation in radius of the sections of the vault (carried out every 50 cm) and the key of the vault.

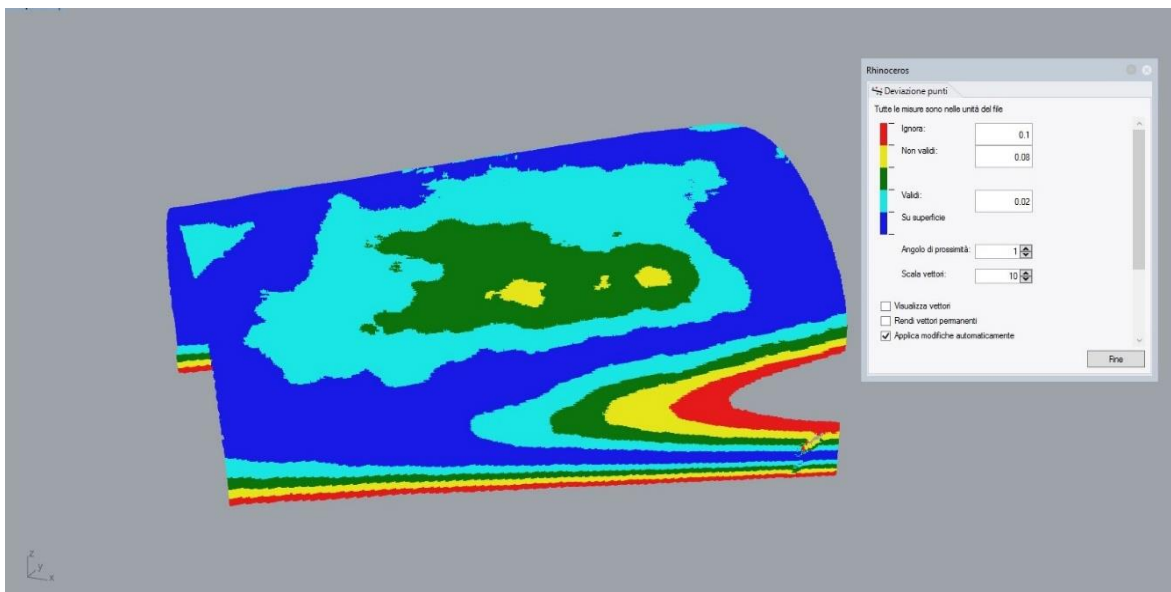


Figure 4. Map of the deviation between a perfect conical Surface and the real Surface. Notice how in some areas (in red) the discrepancy is over 10 cm.

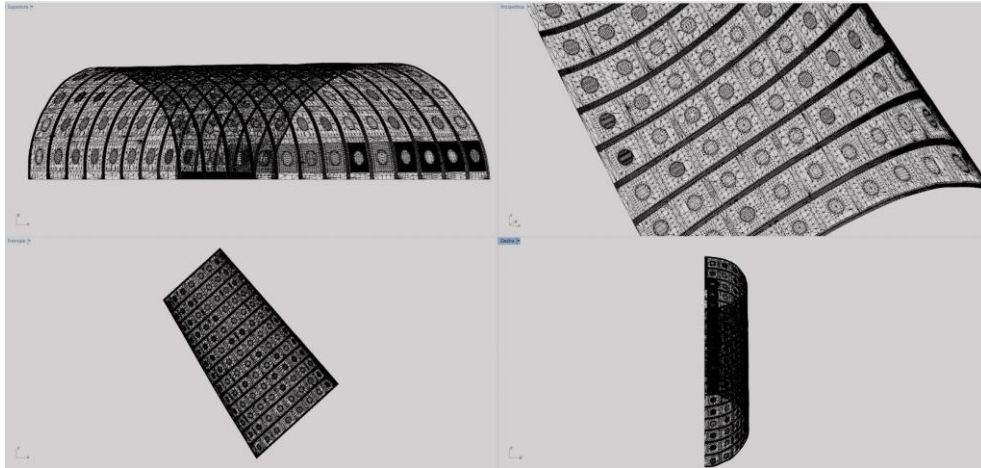


Figure 5. The geometry of the lacunars is directly traced onto the three-dimensional model, starting from the fragments of the decorations.

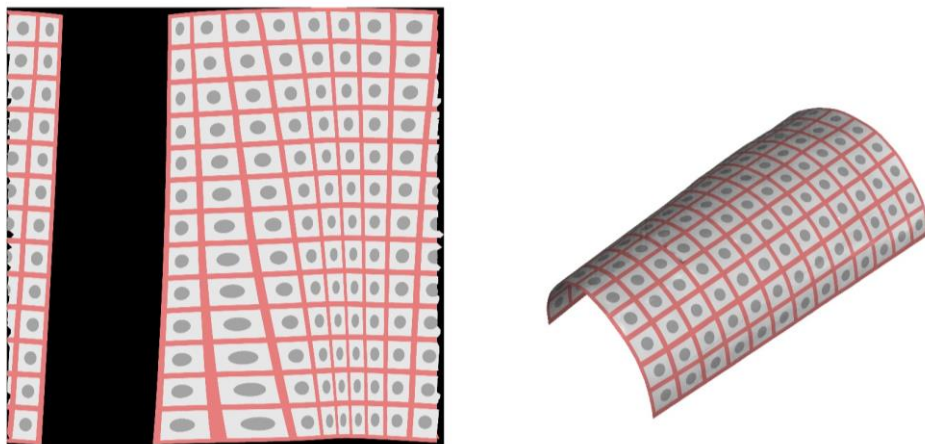


Figure 6. The extraction of the texture was then carried out employing a cylindrical projection. Reconstruction of the lacunars of the barrel vault made on the basis of the texture obtained through the cylindrical projection (UV mapping).

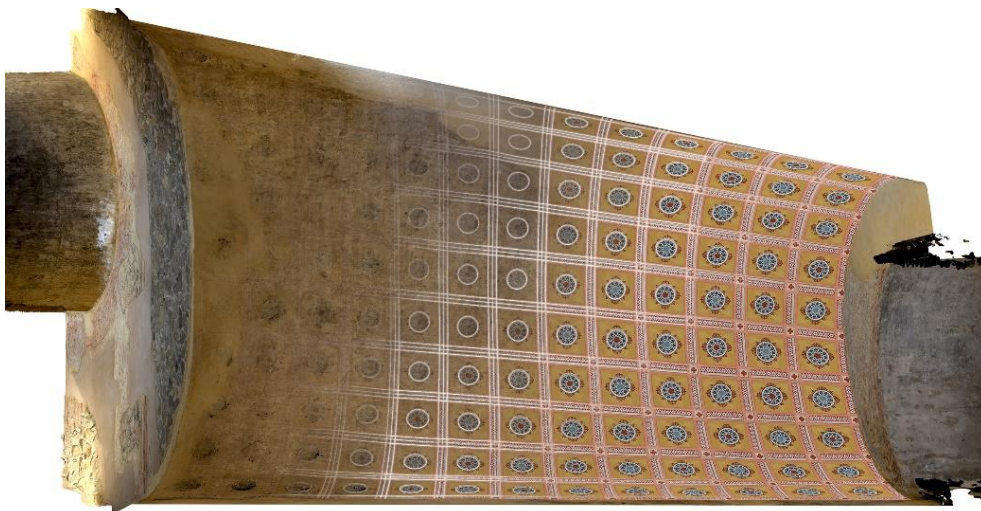


Figure 7. Image of the elaboration of the barrel vault of the Rocca di Vignola. From left to right: textured model obtained from the photomodeling process; three-dimensional vector redesign of the grid of the lacunars; texture of the decorations reconstructed and digitally reworked by the restorer.

Subsequently, within the Rhinoceros software, it was possible to create the vector graphics necessary for the reconstruction of the disappeared decorations. In particular, we proceeded

to trace the geometry of the lacunars directly onto the three-dimensional model, starting from the fragments of the decorations (Fig. 5). It became necessary to work directly on the three-dimensional model, since the surface, as mentioned, had irregularities that did not make it developable. Following this process, it was possible to create a first texture that carried out the basic geometries of the lacunars.

The extraction of the texture was then carried out employing a cylindrical projection (Fig. 6). In this way, it was possible to create a stable one-to-one correspondence (UV mapping) between the three-dimensional model and the two-dimensional texture, keeping the deformations sufficiently homogeneous within the raster image. This procedure was useful because the texture thus produced constitutes the necessary basis for the reconstruction of the decorations, allowing us to maintain a homogenous degree of detail within the image. The digital image processed by the restorers was therefore reused as the texture of the previous model (Fig. 7).

The renderings were then extracted from this, at a resolution appropriate to the technical characteristics of the slides, placing the camera in the projection center of the fixed projectors. To do this, the seven projectors were first fixed in the physical environment of the Rocca. Subsequently, after a new survey by photomodeling, their position was calculated to pass to the rendering phase (Figs. 8-9).

The seven images thus obtained were subjected to a subsequent warping phase (as foreseen by the classic projection mapping workflow), to cut out the projection areas and correct the last deformations that could be caused by the lenses of the projector itself.



Figure 8. The seven projectors were first fixed in the physical environment of the Rocca and then their necessary position was calculated to set the rendering phase.



Figure 9. The sequence of geometric operations carried out to determine the definitive projection. Left to right: 3d digital model with cameras placed in the projection points; 3d model mapped with reconstructed texture of lacunars; picture of the final projection on the real vault

4. Managing colour: Vignola and Casa Romei

To reconstruct the frescoes of Vignola we started from the base of the existing fragments of the decorations. In this case, the reconstruction (including the choice of colors in the redesign phase) is entirely entrusted to the restorer. Through the observation of the fragments, the analysis of the pigments and the study of the historical context, the restorer selects and recreates the most probable colors. The case of Casa Romei was different.

In the main hall of the museum it is kept a Crucifixion of Christ by an unknown artist dated 1350. The scene, the fulcrum of a complex program, was detached from a wall of Santa Caterina di Ferrara church in 1935. At the bottom, on the left side, a gap interrupts the account of which you can imagine, however, the sense thanks to parts of garments attributable to human figures. Through this project, thanks to graphical re-composition of the whole cycle and a projection of light on the fresco cited above, he wants to compensate the gap and return an iconographic and perceptual reading whole story (Fig. 10). The fresco was shot completely photographically and then later re-projected into the corresponding gap of the original fresco for integration. Since the two portions are kept in distant places, the only procedure identified that allowed a comparison of the color was that of using a double photographic shot with a controlled color profile. To do this, a high-resolution photographic acquisition of the fragment preserved in Florence was carried out. The color was then corrected by applying the color profile obtained with the aid of the *Color Checker*. The same operation was then carried out on the main fresco in Ferrara (Fig. 11). In this way it was possible to directly compare the two frescoes and appreciate the chromatic discrepancies.

The high resolution image of Casa Romei fresco is made by Ghigo Roli. The one of Florence fragment is the work of the Department of Architecture of Ferrara (Fig. 12). Both images were acquired in high resolution (gigapixel), stitching a series of photos made by rotating the machine around the nodal point. In addition, the color checker was used for both images, to create in post-production phase, a color profile allowing a comparison between the images. From the analysis, it has been observed that following the different restorations that involved the two portions of the fresco at different times and ways, these now show different chromatic characteristics. In particular, the Florentine fragment underwent a restoration in which the micro-gaps were all integrated in order to recreate the pictorial continuity of the subject. Instead, in the portion of Ferrara the colors are weaker, and no gap has ever been integrated. In addition, the latter lacks the golden colors of the aureoles, which are present

in the splendid Florentine fragment. Given the purpose of the project is that of integration, it was decided to proceed with a correction of the projected fresco in order to make it comparable with the existing one.

To control the color, a verification of the projection process is necessary. As mentioned above and as described in previous studies, the choice of gobo projectors during the design phase, i.e. analogical image projectors printed on a filter. With such projectors, the projection color management must occur at the print level. This takes place through a marking process called "laser ablation": in short, the glass filter has a coating layer on one side on which the laser acts gradually, removing layers according to the desired color.



Figure 10. Fresco of the crucifixion of Casa Romei with the insertion of the fragment preserved in Florence.

Since laser ablation is not yet subject to rigorous numerical control, but is entrusted to the operator's experience, the verification of the actual color rendering takes place only afterwards through various tests, where color samples are projected onto the surface which then will host the final screening. In these circumstances, other photographic shots were taken for comparison with the original digital file. Finally, the last phase involves assistance with the final setup with the control of the balance between projected lights and ambient lighting.



Figure 11. Photograph of the fresco of the crucifixion at the height of the gap, with the colorchecker superimposed.



Figure 12. Left: full image of the three women; right: detail in 1:1 scale from the high-resolution image of the same subject. We are grateful to Giovanni Ricasoli Firidolfi for granting us permission.

The results of this technique were not judged satisfactory enough: the possibility of approaching the Crucifixion would in fact have allowed the visitor to read the structure of

the pixels of the slide, causing the loss of visual continuity between the existing artifact and the projected image. For this reason, for the first time, it was decided to use a traditional type of digital video projector, hung from the ceiling (Figs. 13-14).



Figure 13. Left: the original test slide image: the image of the “three women” was divided into four different sections, on which four different colour balance settings and four different ways of dealing with the edge of the projection were tested. Right: projection test carried out with a traditional projector. On this occasion, the rendering of colors on the material support (of warm tones) and the connection between the existing fresco and the detached one were evaluated



Figure 14. Fresco of the crucifixion of Casa Romei with the projection mapping inaugurated in 2021 and the totem containing the descriptive video. In the final phase, for better chromatic coherence and fidelity of detail, it was decided to project the image with a digital video projector.

Conclusion

The workflow described in this way pursues the aim of maintaining geometric and colorimetric coherence in all the processing phases, guaranteeing, as per set objectives, the best possible integration between the reconstructed decoration and the existing one and ensuring the overall enhancement of the architectural asset.

As described, the object of this research is configured as a light-design project in which the light is declined according to alternative layouts, with the specific purpose of enhancing the space, recreating specific atmospheres and enriching their use by offering new interpretations.

At the time of writing, the projections in the entrance to the Rocca di Vignola were inaugurated to the public (7 December 2019), while the conclusion of the Crucifixion project of the Museo di Casa Romei was postponed to 2021 due to the Covid pandemic [6]. The fruition of this last cultural heritage was enhanced with the creation of a 5.30 minute video (Fig. 15), explaining the history of the crucifixion, from the foundation of the church that hosted up to the hypothesis of the recomposition of the entire wall on which it was positioned the fresco.

It is therefore assumed that it will soon be possible to evaluate the final result of both experiences and analyze any critical issues.

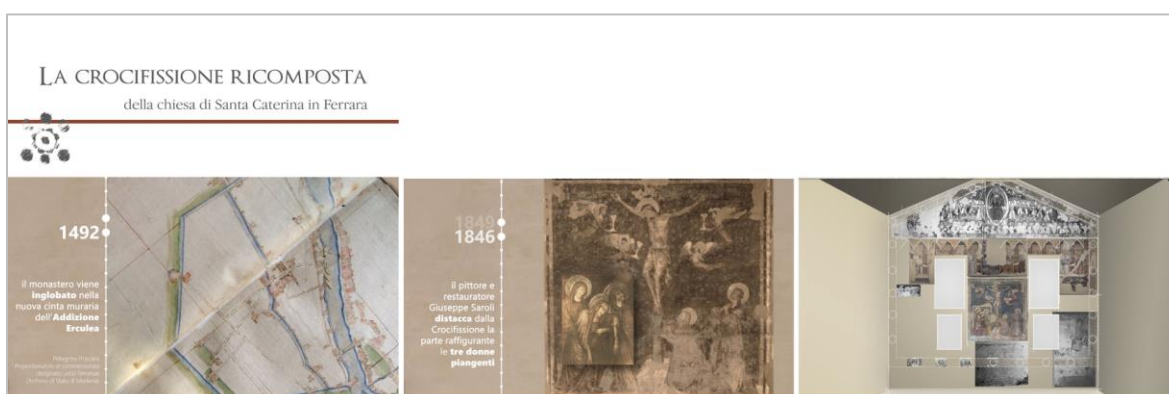


Figure 15. Frame from the explanatory video created by the authors for the project to promote the Crucifixion, displayed on media stations at Casa Romei.

Acknowledgments

Supervisor project SOGNO O SON DESTI: Achille Lodovisi; Director Museum Casa Romei: Andrea Sardo; Architectural surveys and results: Stefano Giannetti, Manuela Incerti; Reconstruction of geometries and decorations of the Rocca di Vignola: Stefano Giannetti; Artistic and pictorial reconstruction of the Rocca di Vignola: Natalia Gurgone, Laura Vignoli; Projection mapping: Marco Grassivaro, Federico Bigi by Apparati Effimeri; High resolution photographs of the frescoes of Vignola and of the fresco of the crucifixion of Casa Romei: Ghigo Roli; High resolution photographs of the fresco of Florence: Stefano Giannetti, Manuela Incerti. Geometric and colorimetric management of images: Stefano Giannetti. Paragraphs 1, 2 and 5 were written by Manuela Incerti, 3, 4 and 5 by Stefano Giannetti. Scientific coordination for the Department of Architecture: Manuela Incerti.

We kindly thank Giovanni Ricasoli Firidolfi and Uliva Velo for the operational support for the data collected in Florence. We also thank Vignola Foundation, BPER Banca (sole

sponsor for Casa Romei), Estense Foundation and Modena Foundation for supporting our research.

The research was also carried out with the support of the instrumentation financed with the University UNIFE FIR 2017.

References

[1] Lo Turco M. Teatri urbani e affreschi di luce. Raccontare il territorio con le tecnologie digitali. Luigini A, Panciroli C, editors. Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio. Milano: Franco Angeli; 2018, p. 151–171.

[2] Maniello D. Augmented Heritage per la per la valorizzazione dei beni culturali. Suoni e luci per il Königorgel di Nijmegen. DISEGNARECON 2016; 9(17): 8.1-8.10.

[3] Lodovisi A. Tracce in luce. Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Province Modenesi 2018; XI (XL): 59–92.

[4] Giannetti S, Lodovisi A, Sardo A, Grassivaro M, Incerti M. Esperienze di projection mapping per la valorizzazione delle facciate dipinte nei territori estensi. Experiences in projection mapping. Enhancing the painted facades of the Estes. In P. Belardi, editor. UID 2019 - Riflessioni: l'arte del disegno/il disegno dell'arte / Reflections: the art of drawing/the drawing of art. Roma: Gangemi; 2019, p. 1621–1628.

[5] Lamborghini G. Il tassello mancante nella Crocifissione di Santa Caterina Martire. Voci di una città 2018; 28: 15–17.

[6] Incerti M, Giannetti S, Lodovisi A, Sardo A. Dal rilievo al projection mapping. La ricomposizione degli affreschi della chiesa di Santa Caterina Martire in Ferrara / From the Survey to Projection Mapping. The Recomposition of the Frescoes of the Church of Santa Caterina Martire in Ferrara. Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationships. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Discipline. Milano: Franco Angeli, 2020, p. 3365–3382.

Il riuso del patrimonio architettonico in stato di rudere come strategia per la conservazione. Il “Canto di Stampace” a Pisa

The reuse of the architectural heritage in a state of ruin as a strategy for the conservation. The “Canto di Stampace” in Pisa

Marchionne Laura - Università degli Studi di Firenze, Pisa, Italia, e-mail: laura.marchionne@unifi.it

Parrini Elisa - Empoli, Italia, e-mail: elisa.parrini@alice.it

Abstract: Historical ruins provide a tangible link with our past as they embrace several testimonies over time. The analysis of these testimonies illustrates the identity collective memory of the place where the ruin is located. The reuse strategy appears to be an effective instrument to ensure the conservation of an historical building, preventing the persistence of ruination and decay processes. The re-use, and therefore the "adaptation", of ancient structures in a state of ruin alludes the inclusion of new functions other than the exquisitely contemplative one, providing a role within the life of the local community. The extensive study of a particular case, such as the “Canto di Stampace”, the south-west section of the medieval city walls of Pisa, can serve as a valuable reference to define an eligible practice and elaborate a strategy to sustainably manage and reuse of historical ruins in an urban context. With a restoration proposal, the outdoor spaces are redesigned as a new urban park including multi-functional areas, the historical buildings are restored and connected to the cultural activities of the city. The Canto di Stampace is therefore converted from a neglected unsafe area to an important landmark destination with a high cultural and social value.

Keywords: Fortification, Valorisation, Re-Use, Integration, Ruins

1. Introduzione

Il presente contributo propone l’approfondimento del tema della valorizzazione del patrimonio architettonico che si trova in stato di rudere inserito in contesti urbani, portando come esempio il caso studio del “Canto di Stampace” a Pisa, tratto sud-ovest della cinta muraria medievale, che include l’omonimo bastione cinquecentesco.

Sono ancora molti in Italia[1] i manufatti di questo tipo che richiederebbero un degno restauro e una giusta valorizzazione. Essi costituiscono vuoti urbani o interruzioni nei connettivi sociali delle popolazioni: un bene abbandonato non è soltanto un bene che non esplicita il proprio valore, ma diventa il suo esatto contrario, un disvalore, un valore negativo. L’abbandono dei beni culturali costituisce una sorta di censura della memoria, una dissipazione di valore sociale e culturale.

Il patrimonio architettonico rappresenta la conservazione delle tracce materiali della nostra memoria storica. Il senso di frammentarietà insito nel rudere di architettura non toglie nulla alla capacità testimoniale del bene[2], poiché il frammento[3], soprattutto se inquadrato in un’adeguata campagna di conoscenza, rimanda al tutto.

La valorizzazione dei beni culturali presuppone prima di tutto la loro tutela, che sta nel loro riconoscimento, nella conservazione, protezione e restauro. Preservare fisicamente i beni culturali è certamente il primo passo, tuttavia non deve mancare la previsione della futura fruizione. Il riuso, anche se non costituisce il fine primario[4], è un valido mezzo per

assicurare la conservazione di un edificio storico: senza l'uso quotidiano si attuerebbe più velocemente il processo di degrado fisico e questo ancor più giustificherebbe l'abbandono[5].

È evidente che la conservazione e la tutela delle testimonianze architettoniche ridotte allo stato di rudere è un tema trasversale, che necessita di apporti multidisciplinari. Lo studio intende affrontare le complesse problematiche che riguardano i molteplici ambiti del Restauro, collegandoli a quelli della Composizione, dell'Archeologia, del Paesaggio, della Tecnologia, con riferimento alle questioni relative alla fruizione del patrimonio culturale.

Il riuso e quindi "l'adattamento" delle strutture antiche in stato di rudere a nuove funzioni, diverse da quelle squisitamente contemplative, introduce la tematica della modificazione del costruito, che richiede approfondimenti nell'ambito della coniugazione tra composizione del nuovo e attenzione alla consistenza materiale dell'architettura storica in quanto documento/monumento.

Inoltre, una previsione di recupero e valorizzazione non può prescindere da una preventiva fase conoscitiva: alla base devono sussistere solide e dettagliate analisi del territorio, nonché un'accurata indagine storica, bibliografica e d'archivio. La conoscenza è una premessa indispensabile per ottenere informazioni approfondite su diversi livelli (storico, tipologico, materico) e analizzare lo stato di conservazione dei manufatti architettonici storico-monumentali. La capacità di lettura, di analisi e soprattutto di sintesi sono le fondamenta per l'organizzazione complessiva del processo progettuale.

2. Le architetture di fortificazione di Pisa

La costruzione delle mura medievali di Pisa ebbe inizio nel XII secolo; i lavori procedevano a tappe, a cominciare dall'angolo nord-ovest nel 1154, e furono completati in pochi anni[6,7,8] (Figura 1). La tecnica costruttiva impiegata fu quella "a sacco", con pietre esternamente squadrate, per ottenere commenti molto precisi e poca calce tra le bozze, ma internamente informi al fine di garantire la presa delle due cortine con il sacco interno, costituito da un conglomerato stratificato di pietre e calce. Lo spessore complessivo è di circa 2,20 metri, e la sommitale merlatura è realizzata in laterizio, di sagoma rettangolare. Le mura erano circondate da un pomerio e da un fossato. Aggiunte, modifiche e nuove fortificazioni furono fatte nel corso dei secoli successivi.

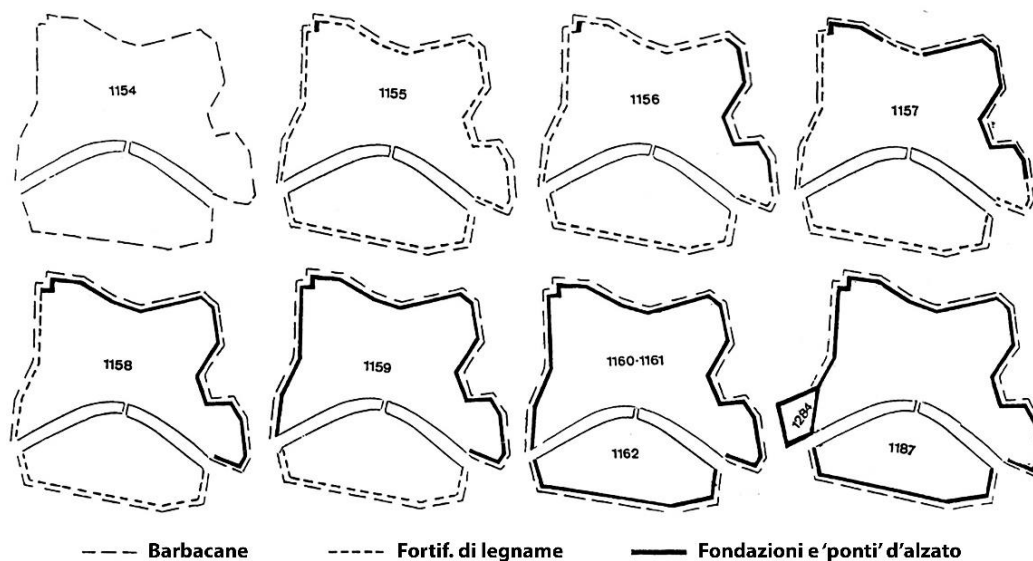


Figura 1. I lotti di costruzione delle mura urbane (Tolaini, 2005, p. 21).

2.1. Il Canto di Stampace – evoluzione storica

La stratificazione storica costituisce un documento importantissimo e tutte le epoche che hanno caratterizzato la vita del Canto di Stampace e delle fabbriche architettoniche connesse rappresentano una base fondamentale da analizzare ai fini della ricerca progettuale (Figura 5).



Figura 2. Giorgio Vasari, La presa della fortezza di Stampace a Pisa, affresco, 1568-1571, Firenze, Palazzo Vecchio, Salone dei Cinquecento.

Nel 1287 fu costruita una torre a rinforzo dell'angolo sud-ovest delle mura[9], in seguito inclusa all'interno di un fortilizio durante la dominazione fiorentina: le cronache ne riportano l'esistenza nel 1426, quando veniva usato come prigione[10].

Le battaglie protrattesi a cavallo tra i secoli XV e XVI comportarono gravi dissesti al Canto di Stampace. Sia la torre medievale che il fortilizio quattrocentesco rimasero fortemente danneggiati, insieme a buona parte delle mura circostanti, durante l'assedio fiorentino che portò alla definitiva sottomissione di Pisa a Firenze (Figura 2). Si resero pertanto necessarie grandi opere di rafforzamento: venne edificato il baluardo cinquecentesco, costruzione giunta fino ad oggi, probabilmente utilizzando le strutture già presenti del fortilizio quattrocentesco[11].

Nel XVII secolo venne realizzato un nuovo sistema di baluardi in terra all'esterno del vecchio circuito murario. Si può ipotizzare che il bastione Stampace rimase inalterato, salvo forse essere rinforzato con terrapieni[12]. Queste fortificazioni furono demolite nel secolo successivo poiché avevano perso la loro funzione militare.

2.1.1 Epoca contemporanea

Durante il XIX secolo la cinta muraria medievale era percepita come inutile e ingombrante, e in particolare il bastione Stampace subì ingenti trasformazioni tra fine '800 e inizio '900 per il passaggio della linea ferro-tranviaria[13,14].

Nel 1884, la nuova tranvia Pisa-Pontedera occupò l'area extramoenia meridionale ad ovest della barriera Vittorio Emanuele ad uso stazione. Nello stesso anno si decise di prolungare la tranvia collegandola con gli Scali del Sale, la darsena che sorgeva lungo l'incile del canale dei Navicelli, subito fuori le mura del Canto di Stampace. Per il passaggio del binario si demolirono le strutture delle piazze armate sul fianco orientale del bastione e venne

realizzata una galleria a ferro di cavallo al suo interno; nel pozzo venne inserita una piattaforma girevole, che serviva a ruotare i vagoni e posizionarli sul binario in direzione nord-sud; infine fu realizzata una seconda galleria che usciva da un fornice ricavato a fianco della cannoniera settentrionale, previa demolizione della casamatta e della piazza di sotto.

Nel 1892 la linea tranviaria fu ampliata per farla proseguire fino al mare: dal capolinea di Pisa si costruì un nuovo binario che, lasciando la stazione, si arrampicava sul Bastione Stampace su di un piano inclinato adiacente alle mura e, per mezzo di un imponente viadotto, sovrappassava il Canale dei Navicelli scendendo poi verso la via Vecchia Livornese. Il passaggio in sovrelevata richiese l'apertura nel bastione di un varco in quota in senso Est-Ovest.

Dopo il crollo del ponte di questa tranvia nel 1922, il baluardo fu nuovamente forato in direzione Est-Ovest per un secondo tracciato della tranvia a livello stradale, questa volta con l'apertura di due fornici a una quota più bassa rispetto alla precedente, e dotato di un ponte in calcestruzzo armato per scavalcare il canale. (Figura 3)

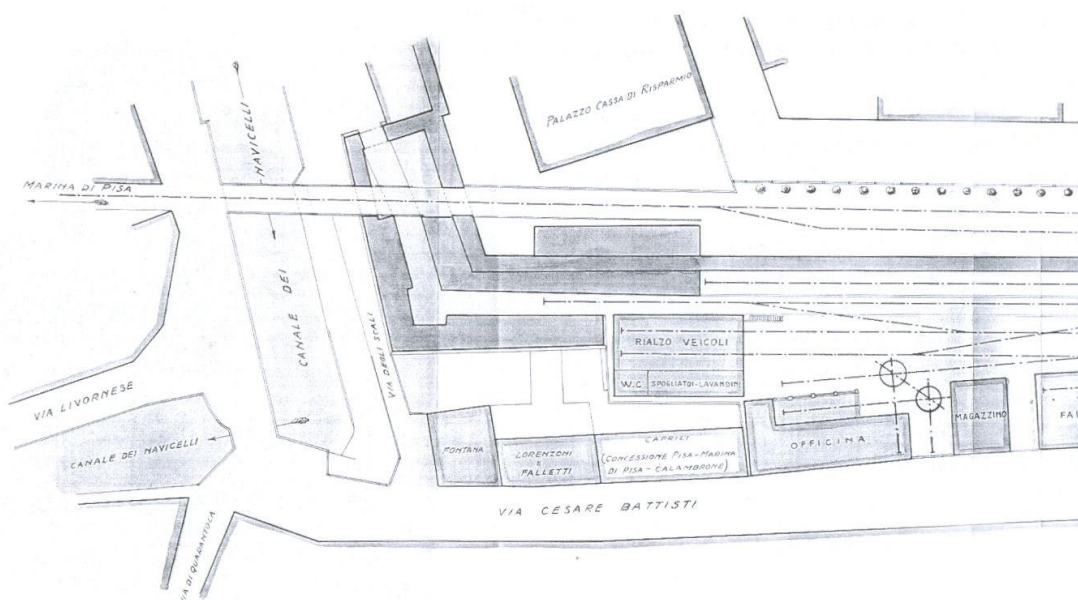


Figura 3. Il tratto di binario all'altezza del Bastione Stampace nel 1932 (Betti Carboncini-Bedini, 1986).

Il 31 agosto del 1943 avvenne lo storico bombardamento della città di Pisa[15,16]: i Lungarni furono devastati, i ponti distrutti, la stazione rasa al suolo. Il quartiere di Porta a Mare fu fortemente colpito (Figura 4): questo infatti comprendeva il Canale dei Navicelli (che univa l'Arno con la parte sud della città e proseguiva fino al porto di Livorno) nonché la zona industriale dove era concentrata la produzione bellica. Il Canto di Stampace e i monumenti qui presenti furono fortemente danneggiati.

Il bombardamento determinò inoltre la fine dell'attività ferroviaria del tram: la ferrovia subì gravi danni sia agli impianti che al materiale rotabile e molte opere vennero distrutte. Nel dopoguerra la zona degli Scali del Sale prospiciente il bastione venne riempita con le macerie.



Figura 4. Mappa del quartiere di Porta a Mare indicante le bombe esplose e inesplose durante il bombardamento del 31 agosto 1943 (“31 agosto 1943”, 2004).

2.1.2 *Interventi recenti e stato attuale*

Quest’area rimase per molto tempo abbandonata all’ incuria e al degrado. Nei primi anni 2000 fu oggetto di alcuni interventi di recinzione e illuminamento che risultarono poco efficaci. Nel 2012 fu avviato un progetto per il recupero e la riqualificazione del tratto di mura di Porta a Mare: l’area migliorò notevolmente il suo aspetto ma purtroppo presentava ancora problemi di sicurezza e connessione col resto della città. A fine 2020 è stato ideato un nuovo piano di lavori per il recupero dell’area e la creazione di un nuovo parco urbano. Questi progetti indubbiamente donano una nuova vita al quartiere e rendono maggiormente fruibile la zona, ma allo stesso tempo non sembrano sfruttare a pieno le infinite potenzialità degli incredibili manufatti architettonici qui presenti, sia da punto di vista socio-culturale che dal punto di vista territoriale, e il rischio che l’area rimanga solo un punto di passaggio e non un polo attrattivo della città è ancora presente.

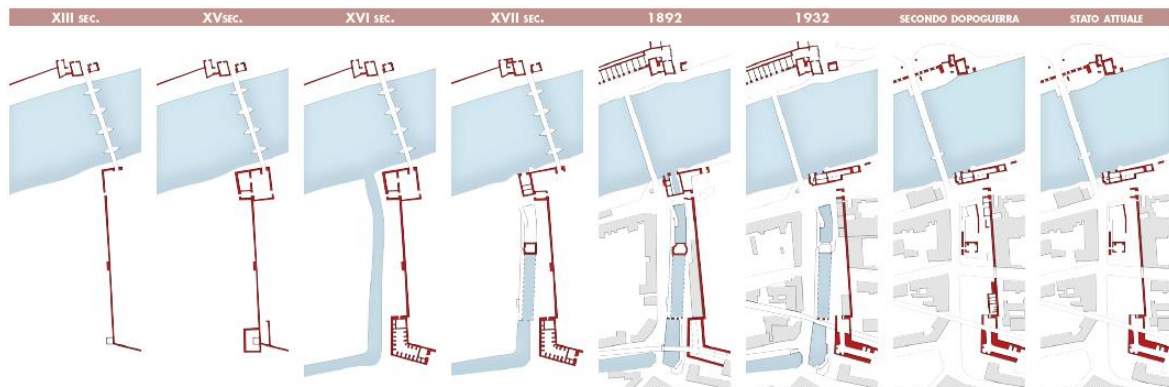


Figura 5. Evoluzione storica del Canto di Stampace.

2.2. Analisi dello stato attuale

Le campagne di rilievo eseguite a supporto del presente studio[17,18,19] si sono basate sull'integrazione di molteplici metodologie di misurazione[20]: laser scanner, fotogrammetria e misurazioni manuali. Gli elaborati prodotti sono serviti come base per l'elaborazione delle varie analisi tematiche a supporto del successivo progetto di restauro (Figura 6); questo infatti rappresenta un percorso critico di confronto continuo tra tutti gli aspetti che riguardano il caso studio[21]. Le indagini conoscitive del manufatto hanno come obiettivo l'acquisizione della consapevolezza della complessità del caso e l'elaborazione di sintesi critiche.



Figura 6. Bastione Stampace, estratto dalle analisi tematiche. Rappresentazione bidimensionale del fronte ovest: rilievo a fil di ferro, ortofoto, particolare analisi materico-strutturale e analisi del degrado.

È quindi necessaria una lettura del manufatto su diversi livelli: l'identificazione del sistema costruttivo, dei materiali utilizzati e la mappatura dei fenomeni di degrado presenti. Sono utili inoltre indagini archeologiche, volte al riconoscimento della storia del manufatto e della sua evoluzione, ovvero l'analisi delle modifiche formali e materiali risultanti dalle azioni costruttive e distruttive succedutesi nel tempo. Lo studio stratigrafico di superfici e strutture[22] è uno dei metodi principali per identificare e analizzare i diversi periodi storici e i rispettivi “brandelli” di testimonianze: le diverse tecniche e materiali utilizzati in una particolare costruzione sono considerati segni delle sue trasformazioni; queste sono dette “unità stratigrafiche” e sono mappate e ordinate secondo il metodo chiamato “Matrix di Harris”[23] (Figura 7).

L'individuazione e la classificazione delle diverse tipologie costruttive, estesa ai tratti di mura adiacenti al bastione, nonché la lettura di dati di natura mineralogica e petrografica, aggiungono ulteriori informazioni alla base conoscitiva.

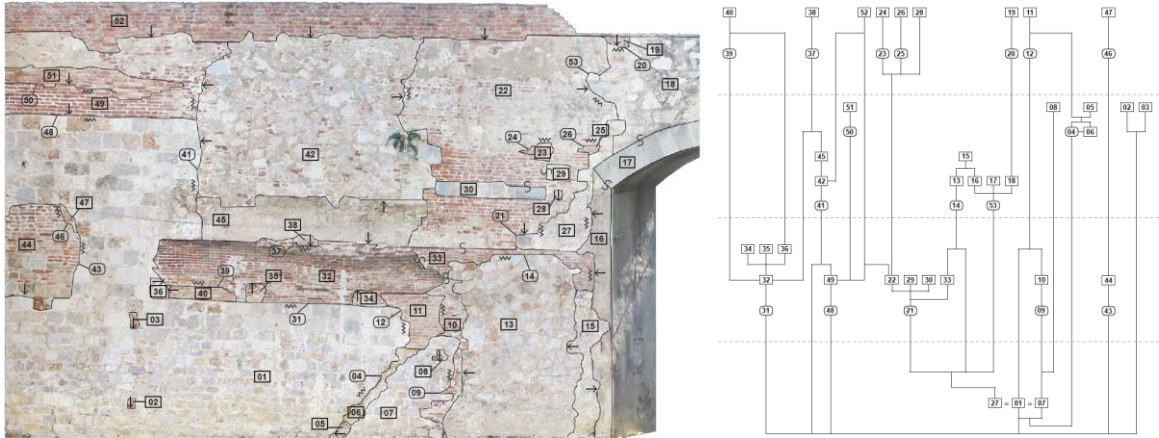


Figura 7. Particolare dell'analisi stratigrafica di un prospetto interno del Bastione Stampace. Individuazione delle unità stratigrafiche e diagramma Harris Matrix.

3. Proposta progettuale

La redazione del progetto di restauro deve contenere i passaggi di metodo e le interrelazioni fondamentali che assicurano il maggior controllo possibile dello sviluppo progettuale in funzione della sua realizzabilità e quindi delle azioni che sottendono all'effettiva trasmissione al futuro di un manufatto storicizzato[24].

Nel restauro si intende per attualità espressiva quel particolare modo di perseguire la distinguibilità delle eventuali integrazioni e, allo stesso tempo, quel particolare modo di conservare l'autenticità dell'opera senza respingere a priori l'uso di materiali e tecniche aggiornate, rispondenti ai criteri di reversibilità e compatibilità[25].



Figura 8. Layout di progetto.

La proposta di recupero del complesso monumentale di fortificazione pisano e il suo inserimento nell'offerta culturale cittadina segue il concetto di compatibilità, per il quale l'aggiunta funzionale e tecnologica non viene esclusa e utilizza un linguaggio architettonico

contemporaneo; tuttavia non è prevaricante e nemmeno invasiva, rispetta il più possibile l'identità del luogo e prevede l'impiego di materiali e soluzioni leggeri.

La riqualificazione dell'area (Figura 8) ha come scopo una sua integrazione all'interno della città e dei suoi equilibri attraverso la realizzazione di nuovi spazi sociali: la scelta della destinazione delle funzioni è stata calibrata sull'individuazione dei punti di forza e delle debolezze, in modo da valorizzare i primi e sanare i secondi.

I manufatti architettonici presenti vengono quindi inseriti nell'esistente offerta museale cittadina e nel percorso di visita delle architetture difensive. Si prevede il ripristino del camminamento sommitale delle mura medievali: le mancanze derivanti dalle demolizioni del secolo scorso, lungo Largo Martini e in corrispondenza di Porta a Mare, sono state superate mediante l'inserimento di camminamenti in quota. La compatibilità delle nuove strutture con l'esistente è data dall'impiego di tecnologie e materiali leggeri: elementi metallici dalle dimensioni contenute e non invasivi, che presentano una traforatura e una resa cromatica che ricordano filologicamente un intervento di cuci-scuci (Figura 9).



Figura 9. Ricucitura del percorso sommitale. Sezioni e pianta.

Il Bastione e la ex Stazione rappresentano due punti notevoli di accesso al nuovo percorso museale. Entrambi vengono resi fruibili e accessibili, e riconfigurati come nuovi poli culturali cittadini. L'inserimento di nuovi collegamenti verticali, anche meccanizzati, e orizzontali si adegua alla normativa vigente sull'abbattimento delle barriere architettoniche, pur sempre rispettando i principi del Restauro.

Il bastione viene quindi restaurato, ripristinando sia le gallerie interne, adibite a spazi espositivi, sia la copertura, dove si va a creare un affaccio panoramico. Mediante uno scavo lungo i fronti esterni del bastione, viene riportata alla luce tutta l'altezza della scarpa: questa operazione permette la configurazione di un ampio spazio antistante al Bastione, dalle molteplici potenzialità di fruizione (Figura 10).

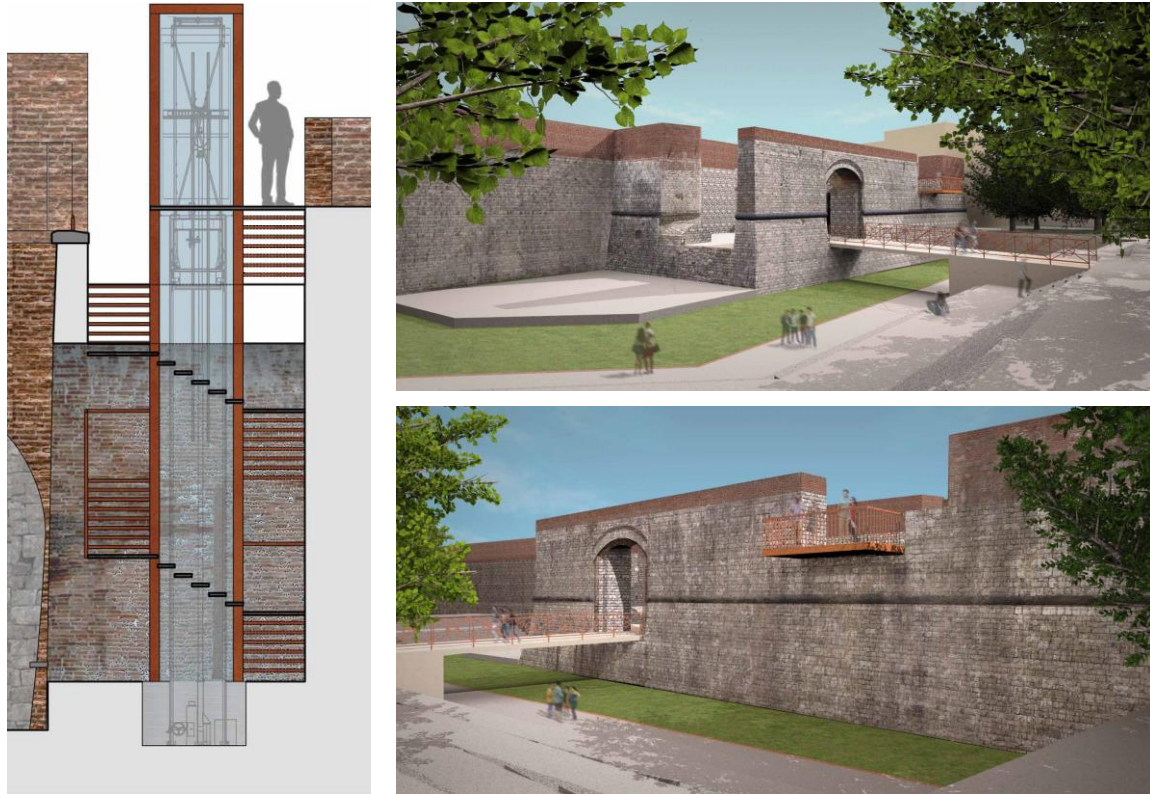


Figura 10. Proposta progettuale: inserimento di collegamenti verticali e viste prospettiche del bastione.

L'edificio dell'ex Stazione viene anch'esso restaurato e i collegamenti verticali vengono implementati per una corretta fruizione delle diverse tipologie di utenti. Gli ambienti vengono destinati a funzioni di accoglienza turistica, spazi espositivi permanenti e temporanei, nonché uffici amministrativi.

L'intera area è stata ripensata come un nuovo parco urbano, con aree verdi polifunzionali e spazi dedicati a varie attività all'aperto. Sulla pavimentazione, viene riproposto il disegno dei binari 8-900eschi: questa scelta, oltre che testimoniare una importante fase storica che l'area ha attraversato, conferisce unitarietà al progetto. L'elemento binario permette alcune forme di sviluppo: dalla duplice linea metallica con pavimentazione interna a listoni che ricorda le linee ferrate, ad altre varie modalità, come ad esempio l'incasso per l'illuminazione a terra o elementi di estrusione quali portali, pannelli verticali, sedute e fioriere (Figura 11, Figura 12). Il progetto prevede quindi l'inserimento di elementi di arredo integrati con il contesto, versatili e rimovibili, in armonia con le strutture metalliche del camminamento sommitale precedentemente descritto. Questi elementi sono stati pensati come modulari, mobili e componibili, per poter ottenere diverse configurazioni e poter ospitare diverse funzioni, in linea con la nuova vocazione attrattiva e innovativa dell'area.

Vengono inoltre inserite specie vegetali che migliorano le caratteristiche ambientali sia da punto di vista estetico che del benessere ecologico, con suggestive fioriture e filtri vegetali contro lo smog.

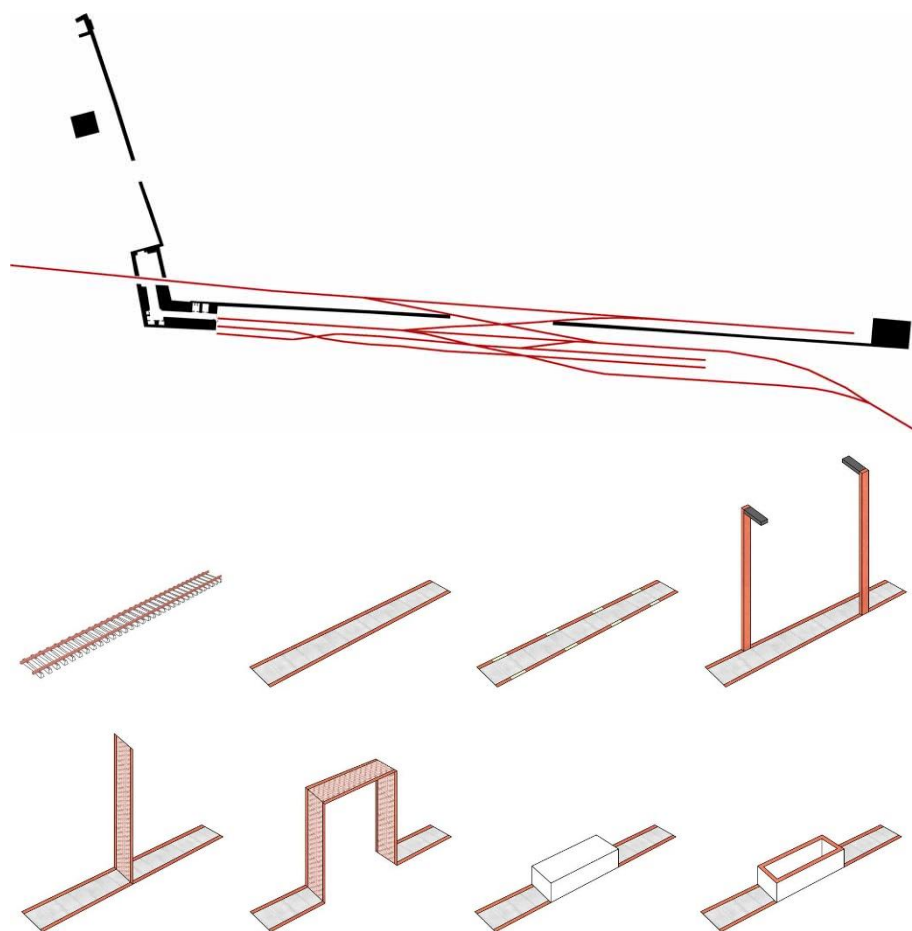


Figura 11.. L'elemento del binario come concept progettuale



Figura 12. Viste renderizzate

Al fine di coinvolgere maggiormente la cittadinanza, il progetto propone di dedicare una zona del parco urbano alla coltivazione sperimentale e l'osservazione degli insetti impollinatori, da gestire con la collaborazione dell'Università di Pisa. Questi spazi, oltre ad essere fruibili e visitabili dai cittadini e turisti, potrebbero essere anche luogo di studio e ricerca, per studenti di agraria, biologia, o laboratori interdisciplinari come ad esempio allestimenti di percorsi di visita o comunicazione multimediale.

Il progetto propone inoltre una rifunzionalizzazione del tratto iniziale del canale dei navicelli, dove si ipotizza un possibile stallo per imbarcazioni per gite turistiche lungo l'Arno, sempre nell'ottica di un progetto integrato in un ambito più ampio di tutta la città.

4. Conclusioni

Questo studio ha cercato di rispondere alle esigenze di una città, portate in luce dalle intenzioni di riqualificazione del suo Comune, ovvero come recuperare il Canto di Stampace per restituirgli il suo antico splendore. A tal fine, è stato ipotizzato un progetto che riporti vitalità e migliori le qualità ambientali, ricco di elementi capaci di funzionare da catalizzatori sociali.

I poli attrattivi sono di diversi tipi: quelli culturali rappresentati dal percorso sulle mura medievali e nel bastione cinquecentesco; quelli artistici, come il teatro all'aperto e i portali per esposizioni itineranti; quelli ambientali con parchi urbani innovativi e versatili; ed infine quelli di collegamento urbano, sia riguardanti la mobilità del quartiere che il collegamento con il resto della città, comprendendo anche il fiume Arno, altro grande protagonista silenzioso della zona.

Tutti questi interventi sono volti a valorizzare i manufatti architettonici presenti, cercando di non essere troppo pesanti o invasivi e rispettando il più possibile la loro identità mediante l'impiego di materiali e soluzioni leggere. Un esempio: la ricucitura ideologica della breccia lungo le mura medievali operata con una passerella pedonale in quota e quinte traforate in materiale metallico, posizionate in modo da invogliare i passanti ad attraversarle e usufruire di tutto il parco a disposizione.

Il risultato ottenuto da tale lavoro di ricerca e sperimentazione progettuale è un rinnovato Canto Stampace: non più solo un luogo di passaggio trascurato e poco sicuro ma una vera e propria meta dall'alto valore culturale e sociale.

Riconoscimenti

Questo lavoro nasce come rielaborazione del materiale prodotto in occasione della tesi “Il canto di Stampace. Un caso studio per la riqualificazione e la riconnessione urbana della città di Pisa attraverso le antiche strutture difensive” (Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio, Università degli Studi di Firenze, 2020)

Si ringraziano: il relatore Prof. M. De Vita (Università degli Studi di Firenze) e il correlatore Prof. M. G. Bevilacqua (Università di Pisa), per il valido supporto dimostrato durante l'elaborazione della tesi; nonché l'Arch. M. Guerrazzi (Comune di Pisa) per la disponibilità e la condivisione di prezioso materiale.

Referenze

- [1] Carta del Rischio, ISCR
- [2] Picone R., Il rudere architettonico nella storia del restauro, in Confronti. L'architettura allo stato di rudere, in Quaderni di Restauro Architettonico, n. 0, Roma, 2009, pp. 27-41
- [3] Brandi C., Teoria del restauro, Torino, 1977
- [4] G. Carbonara, Che cos'è il restauro? Nove studiosi a confronto, Marsilio, Venezia, 2005, p.27
- [5] Frate M. C., Restauro e conservazione del patrimonio storico, Palermo, 2010, pp. XI-XVI
- [6] Lupo Gentile M. (a cura di), Annales Pisani di Bernardo Maragone, Bologna 1930-1936

- [7] Redi F., Pisa com'era: archeologia urbanistica e strutture materiali (secoli V-XIV), Liguori Ed., Napoli, 1991
- [8] Tolaini E., Le mura del XII secolo ed altre fortificazioni nella storia urbana di Pisa, Bandecchi e Vivaldi, Pontedera 2005
- [9] Lupo Gentile M., 1930-36, I, 491
- [10] Bellondi E. (a cura di), Cronica volgare, in RR.II.SS., T. XXVII, II, 1918
- [11] Tolaini E., Pisa: la città e la storia, ETS, Pisa, 2007
- [12] Salotti C., Il '600. I bastioni e le mezzelune di terra, in Bevilacqua, M. G., Salotti, C., Le mura di Pisa - Fortificazioni, ammodernamenti e modificazioni dal XII al XIX secolo, Edizioni ETS, 2010, Pisa
- [13] Betti Carboncini A., Bedini M., Livorno e Pisa: due città e un territorio nella storia dei trasporti pubblici locali, Calosci Editore, Cortona, 1986
- [14] Vasarelli F., Il Trammino Passato, presente e futuro della ferrovia del litorale pisano, Edizioni ETS, Ghezzano (PI), 2012
- [15] Ferrara E., Stampacchia E., Il bombardamento di Pisa del 31 agosto 1943. Dalle testimonianze alla memoria storica, Tagete, 2004
- [16] Aa. Vv., 31 agosto 1943, Pacini Editore, Pisa, 2004
- [17] Bevilacqua M. G., La fortificazione delle mura urbane a Pisa nel XVI secolo. Il rilievo delle strutture superstiti, tesi di dottorato in Scienze e Tecniche delle Costruzioni Civili, Università di Pisa, 2008
- [18] Pierotti M., L'Oltrarno dimenticato. Progetto di restauro e riqualificazione urbana del canto di Stampace a Pisa, tesi specialistica in Ingegneria Edile Architettura, DESTEC, Università di Pisa, 2013
- [19] Marchionne L., Parrini E., Il canto di Stampace. Un caso studio per la riqualificazione e la riconnessione urbana della città di Pisa attraverso le antiche strutture difensive, tesi di specializzazione, Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio, Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, 2020
- [20] Bini M., Bertocci S., Manuale di rilievo architettonico e urbano, Novara, De Agostini Scuola S. p. A., 2012
- [21] De Vita M., Verso il restauro, Firenze University Press, 2012, pp. 18-19
- [22] Brogiolo G., Cagnana A., Archeologia dell'architettura. Metodi e interpretazioni, Firenze, 2012
- [23] Harris E., Principles of archaeological stratigraphy, Academic Press, London, 1989
- [24] Ivi, p. 38
- [25] Palmerio G., Il progetto di restauro, in Carbonara G. (diretto da), Trattato di restauro architettonico, vol. I, Torino, 1996

**Ricominciare dal frammento.
Alcune note su Gibellina vecchia e Gibellina nuova**

**Start over from the fragment.
Some notes on old Gibellina and new Gibellina**

Esposito Daniela - 'Sapienza' Università di Roma, Facoltà di Architettura, DSDRA, Roma, Italia,
e-mail: daniela.esposito@uniroma1.it

Concas Daniela - 'Sapienza' Università di Roma, Facoltà di Architettura, DSDRA, Roma, Italia,
e-mail: daniela.concas@uniroma1.it

Abstract: The theme of the value of the fragment, its perception in contemporary culture, in today's scientific language and the related works of arrangement, reassembly by anastylosis, reintegration, within the limits of the recoverability of the architectural text, and reconstruction assumes substantial importance. What is meant by fragment? Consequently, what is the methodology of approaching a source like this? So, and under what conditions, can the unity be recomposed starting from the fragment or is it destined to remain alone forever, in its 'anachronism'? These are some questions that we will try to answer by analyzing two significant cases made in old Gibellina and in new Gibellina following the earthquake that struck the Belice Valley in 1968: the Grande Cretto by Alberto Burri and the Palazzo di Lorenzo by Francesco Venezia.

Keywords: Fragment, conservation, Grande Cretto, Palazzo di Lorenzo, Gibellina

1. Introduzione (D.E.)

Il tema del valore del frammento, della sua percezione nella cultura contemporanea, nel linguaggio scientifico odierno e delle relative opere di sistemazione, ricomposizione per anastilosi, di reintegrazioni, nei limiti dell'esigibilità del testo architettonico, e di ricostruzione assume un'importanza sostanziale oggi davanti alle ingenti devastazioni commesse in siti fra i più considerevoli al mondo, quali Aleppo, Damasco e Palmira, e nei casi di distruzione a seguito di eventi calamitosi, come il sisma o altri fenomeni naturali. In tutti questi contesti si pone con urgenza e con chiarezza il problema o di conservare lo *statu quo* dopo l'evento disastroso, accompagnandolo da eventuali opere di sistemazione dell'area che ne costituisce il contesto, o di come e quanto rimettere in posto, ricomporre, reintegrare e ricostruire al confronto con l'istanza della conservazione dell'autenticità delle opere danneggiate. Le procedure per anastilosi diretta, ad esempio, definiscono in modo chiaro il limite fra la ricomposizione basata sui frammenti esistenti e ricollocabili nella loro posizione 'certa' (anastilosi) e la ricostruzione in generale. Come sottolineato da Giovanni Carbonara in diverse occasioni, la ricomposizione per anastilosi diretta «risiede proprio nel fatto che la ricollocazione "meccanica" dei diversi elementi ha un fondamento oggettivo, come la ricomposizione incontestabile dei frammenti d'un antico vaso. Le motivazioni di questo tipo di restauro architettonico (concettualmente analogo a modalità di restauro delle sculture in

pietra o, come s'è detto, delle ceramiche) si fondano sulla possibilità di restituire una leggibilità immediata e diretta del monumento e dei suoi caratteri spaziali» [1, p. 152-153; 2, p. 103-104]¹.

Appare utile riguardare al frammento di architetture del passato per una sua definizione e collocazione nel contesto culturale contemporaneo con riferimento al metodo di analisi e ai criteri della sua ricollocazione, rimontaggio e reintegrazione nel restauro del patrimonio culturale. La riflessione che si propone, in fase preliminare concentrata sul caso concreto di Gibellina vecchia (Fig. 1) e di Gibellina nuova (Fig. 2), è indotta dalla necessaria messa in discussione della concezione e degli esiti operativi sui frammenti e sui resti di antiche strutture architettoniche, alla luce dei più recenti sviluppi nel campo estetico, delle tecniche e della rappresentazione virtuale di oggetti, opere o parti di opere perdute. Oggi, richieste della contemporaneità si concentrano, da una parte, sulla necessità di ricostruire operando sui resti di edifici distrutti da eventi catastrofici, antropici e naturali e, dall'altra, sulla risposta alle esigenze della conservazione e della valorizzazione culturale offerte ora dal vorticoso sviluppo tecnologico che, con sempre maggiore frequenza, dà luogo a restituzioni virtuali, troppo spesso identificate, erroneamente, come parte dell'operatività propria del restauro (cd. 'restauro virtuale').



Figura 1. Gibellina vecchia, Grande Cretto (©R. Nadalin). Figura 2. Gibellina nuova, Palazzo di Lorenzo (©R. Nadalin).

Le note che si presentano sono volte a consentire un ampliamento della conoscenza del pensiero contemporaneo, anche filosofico ed estetico, sul tema del frammento e della "unità potenziale" dell'opera, anche se mutila, analizzato attraverso una disamina delle posizioni odierne nel campo della psicologia dell'arte, in quello della realtà architettonica considerata nel suo rapporto fra materia, forma e memoria, nel singolo frammento, tenendo conto anche degli spunti offerti da approcci di altra natura, come quello ad esempio cognitivista.

2. La cultura del frammento (D.E.)

Cosa si intende per frammento? Di conseguenza qual è la metodologia di approccio a una fonte come questa? Si potrebbe identificare il frammento come parte di un 'tutto', di un contesto nella maggioranza dei casi già noto, che il frammento contribuisce semmai a precisare o piuttosto nel suo valore in sé, nella sua intrinseca materialità, fonte autonoma di testimonianza storiografica e non come tessera di un complesso di significati che lo trascende. Il frammento può essere inteso come singolo elemento o come parte di un intero.

¹ Come sottolineato da Putzu [3, p. 8] una distinzione chiara del processo di anastilosi rispetto alla restituzione o alla ricostruzione è presentata in Carbonara: «Per questi suoi caratteri «l'anastilosi si distingue dai correnti metodi di 'restituzione' o 'ricostruzione' dei monumenti distrutti o gravemente danneggiati e si avvicina più alla 'ricomposizione' dei frammenti d'una statua marmorea o d'un antico vaso in materiale fragile come il vetro o la ceramica» [4, p. 23].

Dunque si può e in quali condizioni e ricomporre l'unità partendo dal frammento o questo è destinato a rimanere per sempre solo, nella sua 'anacronicità'?²

Contrapposta al frammento sussiste la lacuna: due opposti che si incontrano nel restauro in una metodologia comune che passa attraverso il riconoscimento del loro valore in riferimento all'insieme del monumento di cui sono parte³. Con uno sguardo 'dalla parte del frammento', appare opportuno cogliere ogni aspetto della sua consistenza esistenziale per una sua lettura sempre più approfondita e nella consapevolezza che interpretazione e operatività del progetto sono legati indissolubilmente da un processo critico di conoscenza. Si ritiene utile e opportuno la proposizione di alcune note per una riflessione sullo sviluppo contemporaneo, inserito nella prospettiva storica, della cultura del frammento. Una riflessione che si avvia dal riconoscimento del valore del frammento architettonico come parte di un tutto, soprattutto con l'intento di misurarsi con la Storia in modo condiviso e con le diverse discipline nei vari campi della conoscenza, nel campo della sua materialità, come verità precaria, e in relazione con l'intero di cui è parte⁴.

La riflessione trae spunti da studi che, da ambiti diversi, si sono occupati del tema generale del frammento. Si fa in particolare riferimento a tre momenti significativi per il progresso del pensiero sul frammento nella sua consistenza filosofica, storica e materiale, articolati nell'ultimo ventennio e dopo il Convegno *Le corps en morceaux*, curato da Anne Pingeot, svoltosi a Parigi nel 1990⁵. Il primo momento è rappresentato dal Convegno e dalla relativa mostra *Relitti riletti. Metamorfosi delle rovine e identità culturale*, organizzati a Roma dall'archeologo Marcello Barbanera presso la Sapienza Università di Roma nel 2009, curata con atti Torino, 2009; dieci anni dopo un altro Convegno sarà l'occasione per riaprire lo studio sotto un punto di vista storico e filologico. Col titolo *Frammenti di un discorso storico. Per una grammatica dell'aldilà del frammento*, l'Università degli Studi di Pisa, organizzò nei giorni 10-12 dicembre 2015 un confronto con contributi di diverse discipline, i cui atti saranno pubblicati nel 2019, a cura di C. Tristano [9]. Sempre in ambito pisano, il tema dei frammenti veniva affrontato per una tesi di dottorato e pubblicato nel 2018 da M. Marcheschi [10]. Più recentemente si aggiunge ai precedenti, una raccolta curata da Federica Ribeira e da Pasquale Cucco ricca di casi esemplificativi riuniti in un numero speciale della rivista "Esempi di Architettura", dal titolo *Ricomporre i frammenti. Distruzioni, ricostruzioni, trasformazioni* [11].

² Questi e altri quesiti accompagnano la riflessione sul concetto di frammento nell'interessante volume *Frammenti di un discorso storico* (2019) nel quale, in apertura la curatrice, C. Tristano pone alcuni quesiti di concetto e di metodo delimitando il doppio livello di interpretazione del 'frammento' (espressione negativa dell'intero o positiva in quanto resto di quell'intero?): "E dunque il frammento [...] può essere considerato nella sua materialità come una "verità precaria" o può essere messo in relazione stretta con la totalità, di cui esso è espressione negativa, ma che pure permette di ricostruirla virtualmente e talvolta virtuosisticamente? E fino a che punto è possibile e utile procedere nell'azione di ricostruzione all'interno di una analisi storica?" [9, p. IX].

³ Sul tema della lacuna, della sua definizione e sulla reintegrazione, si rimanda a Brandi [5] e Carbonara [6].

⁴ Lo studio è parte di una ricerca avviata con finanziamenti di Ateneo (Ricerca media di Ateneo 2020-Sapienza Università di Roma), dal titolo: *Il frammento architettonico: limiti e finalità della reintegrazione fra restauro, ricomposizione materiale e restituzione virtuale* (Responsabile scientifico Prof. Daniela Esposito). La dottoressa Daniela Concas è impegnata come assegnista di ricerca, nell'ambito della medesima ricerca, in un'indagine e una raccolta sistematica di casi significativi sulla contestualizzazione e decontestualizzazione del frammento; la dottoressa Francesca Lembo Fazio ha svolto uno studio critico riguardante la "Schedatura delle citazioni di frammenti nella documentazione giuridica e letteraria medievale".

⁵ Il catalogo della mostra itinerante *Le corps en morceaux*, esposta nel 1990 sia a Parigi e sia, successivamente, a Francoforte viene pubblicato a Parigi nel 1990 [7]. Si rimanda anche all'edizione del 1992 [8].

In ognuno dei contesti richiamati ricorre la ricerca di punti comuni di confronto per una metodologia condivisa di approccio alla tematica generale del frammento e del riconoscimento del suo valore⁶.

La parola frammento trae la sua origine dal latino *fragmentum*, derivato di *frangere* “rompere”. La definizione offerta da alcuni dizionari della lingua italiana Devoto Oli comprende due significati distinti ma congruenti della parola: il frammento come prodotto della separazione a seguito di una frattura con conseguente perdita del valore testimoniale di un qualcosa che è andato perduto e il frammento come qualcosa separato dall’intero, valido come rinvio ad un assente, di cui si possiede qualcosa ma solo in parte⁷.

Dunque sembra che il carattere di un frammento si definisca in relazione all’assenza dell’intero, di cui costituisce parte. Un intero da cui è stato separato involontariamente e con il quale non è in genere direttamente confrontabile ed è perduto e non si dà a conoscere se non attraverso il frammento stesso. Ogni opera d’arte è indivisibile e “ove materialmente l’opera risulti divisa, si potrà cercare di sviluppare la potenziale unità originaria che ciascuno dei frammenti trattiene proporzionalmente alla sopravvivenza formale ancora recuperabile in essi” [12, p. 44]. L’unità potenziale è immanente nei frammenti e dunque l’intervento di restauro, di qualsiasi natura esso sia (anastilosi, ricomposizione e altro), deve essere contenuto entro i limiti determinati dai suggerimenti impliciti nei frammenti stessi e fino ad evitare qualsiasi intervento di ricomposizione o reintegrazione nei casi di estrema frammentarietà o di prevalenza del valore storico dei resti. Ogni tipo di intervento ricadrà comunque sempre sotto l’istanza storica ed estetica e sarà il risultato di un temperamento delle due istanze, richiamando quindi i criteri della riconoscibilità delle reintegrazioni, della reversibilità, dell’insostituibilità della materia autentica e del minimo intervento.

Se il Frammento è assimilabile all’effetto di un evento ‘catastrofico’, riduttivo, parzializzante di un intero, come ad esempio il sisma o azioni antropiche distruttive, la ricerca della ‘redenzione’/ricomposizione/allocazione è interna al rapporto tra filologia e filosofia, in quella ‘tensione’ verso la verità, sotto forma di ‘congetture’ e di ipotesi ricostruttive. Conoscenza, ricomposizione, reintegrazione e ricostruzione sono ambiti propri dei processi di interpretazione e di conservazione e restauro di frammenti, fino a quei processi di reintegrazione ‘mentale’ dei frammenti di antiche strutture, soprattutto archeologiche, riconoscibili in alcuni restauri a partire già dai primi anni del Novecento e già presenti nella cultura del restauro archeologico dal secolo precedente.

⁶ L’obiettivo è esplicitamente dichiarato nell’introduzione di C. Tristano al volume *Frammenti di un discorso storico* [9].

⁷ Nel Vocabolario Treccani della lingua italiana il frammento viene definito come segue: “1. Ciascuno dei pezzi in cui s’è rotto un oggetto, o, più genericamente, piccola parte staccata o tolta da un oggetto: *un f. di vetro, di ceramica; un f. d’osso; un f. del frontone del Partenone; esaminare al microscopio un f. di tessuto; frammenti di fissione nucleare*, i due, o più, nuclei leggeri che si originano dalla fissione di un nucleo atomico pesante. 2. a. Parte di opera letteraria pervenuta mutila: *i f. degli storici greci; i f. di Saffo, di Alceo*; anche, singolo brano di un’opera concepita frammentariamente e che, per ragioni artistiche o per altro motivo, non abbia avuto una sua esteriore unità: *i f. delle «Grazie» del Foscolo*. b. Denominazione usata dagli studiosi del diritto romano per designare ogni singolo passo di cui si compone il *Digesto*. c. Nella letteratura moderna, breve componimento lirico, in prosa o in versi, caratteristico del frammentismo”. Nel Dizionario della lingua italiana di G. Devoto e G.C. Oli (ed. Firenze, Le Monnier, 1990) il Frammento viene definito nel seguente modo: *1. Ciascuno dei piccoli pezzi di un oggetto che ha subito rottura o frattura: i f. di un osso; i f. di un vaso greco (fig. Quantità minima o trascurabile. Episodio minimo, marginale). Parte superstite di un’opera letteraria in gran parte andata perduta: un f. di un’ode di Pindaro”*.

3. Gibellina vecchia e Gibellina nuova (D.C.)

Ricominciare dal frammento è la chiave per comprendere gli interventi realizzati a Gibellina vecchia e a Gibellina nuova a seguito del terremoto che ha colpito la Valle del Belice nel 1968⁸. Il sisma ha cancellato il passato e ha costretto a creare il futuro per cambiare il destino di questo piccolo centro rurale e della sua popolazione recuperando quello che sembrava oramai destinato a scomparire completamente dalla memoria.

Come testimoniano le fotografie dell'epoca molti edifici sono ancora in piedi dopo il terremoto, ma la giustificazione di evitare la caduta di elementi pericolanti porterà nel tempo alla demolizione totale del paese. Queste pietre non potevano restare inerti. C'è un forte bisogno di ricordo, di conservazione e di trionfo sulla morte. Così nella ricerca del *genius loci* si ricostruisce la propria storia tramite l'arte e l'architettura contemporanee per ricordare le radici di questa gente, poi luogo di dolore, per superare l'origine contadina del precedente insediamento e per una rinascita sociale e culturale [13]. A Gibellina vecchia il frammento architettonico si cela in un'opera d'arte *site-specific* e a Gibellina nuova si palesa in particolare in una nuova architettura, il Palazzo di Lorenzo.

Per tramandare alla memoria la città vecchia Alberto Burri realizza un monumento in scala 1:1, il Grande Cretto, inglobando le rovine di Gibellina vecchia nella sua opera d'arte e dando così forma fisica alla tragedia. L'idea è scaturita all'artista a seguito della visita prima al vecchio paese, dove i pochi lacerti murari e l'immensa massa di detriti l'avevano commosso, e poi al sito archeologico di Segesta, dove la proiezione delle ombre sui gradini della cavea del teatro, che cambiavano da un minuto all'altro l'aspetto dell'architettura dandole vita e immortalità, gli avevano ricordato le fessurazioni della terra nei periodi di siccità⁹. Da un lato sceglie il sito originario per realizzare la sua opera a perenne ricordo di quest'avvenimento tragico e dall'altro la connette con le architetture e la storia passata di questo territorio¹⁰.

Gibellina vecchia era un abitato compatto, stratificato e arroccato sul dorso di una collina. A nord era delimitato dal tracciato della Strada Statale 119 (definita sulle curve di livello Gibellina vecchia-Santa Ninfa) e a sud dalla Strada Provinciale 5 (arteria di accesso all'entroterra rurale della Valle del Belice) che tramite via Roma (ex via delle Corse) conduceva al centro del paese. L'impianto urbano era definito da questa arteria in direzione ovest-est e da via Umberto I, strada principale, in senso nord-sud. Questi due assi, quasi ortogonali tra loro, tagliavano la città in quattro zone: la parte più antica a sud e a nord-est e quella di espansione a nord-ovest. Dopo il sisma a eccezione degli edifici crollati, il tessuto urbano del paese risultava ancora ben delineato negli andamenti delle vie. Pertanto all'artista è scaturita naturalmente l'evocazione degli isolati delimitati dalle strade come labirinto della memoria e reinterpretazione della lettura dei luoghi, delle originarie relazioni fra pieni e vuoti e del recupero dei rapporti con il paesaggio.

Il Grande Cretto, iniziato nel 1985, ha una forma quadrangolare di circa 315x277m (87.255m²) definito nei suoi limiti fisici da tagli netti che costituiscono i percorsi perimetrali e che hanno escluso dall'intervento stesso parte delle rovine circostanti. Queste avrebbero dovuto essere rimosse e sostituite da un'area verde che contemporaneamente isolasse l'opera

⁸ Tra i 14 comuni coinvolti Gibellina verrà classificata come soggetta a trasferimento totale (con Montevago, Poggioreale e Salaparuta) diversamente dagli altri paesi interessati da programmi di spostamento parziale (Calatafimi, Camporeale, Contessa Entellina, Menfi, Partanna, Salemi, Sambuca, Santa Margherita e Vita).

⁹ L'espressione materica delle cretature aveva già denotato la sua produzione artistica fin dagli anni Settanta del Novecento con i Cretti, prima dipinti e poi sculture a scala sempre maggiore fino a toccare la dimensione paesaggistica con l'opera a Gibellina vecchia.

¹⁰ Gibellina nuova era stata quasi ultimata all'epoca e aveva già molte opere di artisti e di architetti illustri.

e la collegasse al paesaggio circostante [14, p. 119 e 143]. Oggi rimane visibile, tuttavia, la sensazione che un evento catastrofico si sia verificato lì per la presenza di alcuni edifici distrutti e di alcuni spiccati murari nelle vicinanze dell'opera artistica (Fig. 3).



Figura 3. Gibellina vecchia, Grande Cretto (©R. Nadalin). Figura 4. Gibellina vecchia, Grande Cretto (©R. Nadalin).

Le due arterie principali originarie e i percorsi trasversali e longitudinali del quadrante nord-ovest sono riproposti pressoché fedelmente nella loro direzionalità ma non nella loro linearità o sinuosità cedendo il passo a una strutturazione di matrice artistica, mentre il tracciato viario di una piccola parte del quadrante nord-est e di quello sud è rappresentato in piena libertà (Fig. 4). Le strade (originariamente percorsi matrice, di collegamento e d'impianto edilizio) non sono gerarchicamente riprodotte ma uniformate nella loro larghezza variabile tra i 2m e i 3m e sono pavimentate con calcestruzzo. I ruderi delle architetture del paese, gli oggetti domestici, gli attrezzi agricoli e tutto quanto si trovava nelle vicinanze (vestiti, giocattoli, ecc.) sono accatastati e perimetrati con lamiera metalliche deformate utilizzate come casseforme per le gettate del c.a. per amplificare l'effetto finale di movimento delle superfici delle pareti che dovevano riproporre gli isolati della città vecchia; risultato ottenuto mediante le sacche d'aria che si creavano sul calcestruzzo. Infine questi grandi blocchi sono coperti con una rete metallica e una colata di cemento tipo "Aquila Bianca" e inerti calcarei, provenienti dalla cava di Monte Falco, con granulometria diversa secondo le indicazioni fornite dal Laboratorio Chimico Centrale dell'Italcementi; ad oggi non si conoscono però i rapporti acqua/cemento e inerti/cemento [15, p. 568]. Gli isolati sono alti circa 1,60m, affinché le persone possano guardare oltre, e nel 1989 prima dell'interruzione dei lavori per mancanza di fondi sono già terminati 102 blocchi (circa 65.000m²) rispetto ai 122 (circa 90.000m²) previsti nel progetto di ricostruzione simbolica del paese che saranno ultimati nel 2015 realizzando gli altri 20 isolati mancanti¹¹. Vista la vastità del Grande Cretto insorge da subito un problema di manodopera che collabori con l'artista: vigili del fuoco e militari per demolire le murature ancora in piedi e ad assemblare tutte le masserizie rimaste *in loco* e carpentieri per eseguire il lavoro. È un processo di distruzione/costruzione che coinvolge anche il concetto di tempo immobile e mutevole. La distruzione del frammento architettonico diventa la concretizzazione dell'opera e la sospensione del tempo, dopo la demolizione, conferisce sacralità all'intervento in scala paesaggistica restituendo nuova vita dopo la morte tramite la realizzazione delle strade del vecchio centro trasformate in cretti percorribili.

Il risultato finale è una grande tavola bianca priva di ornamenti in cui Burri lavora la materia-colore ispirandosi a forma e spazio [16, p. 99]. Gli unici segni sono le superfici ondulate e le tracce verticali lasciate dalle lamiera metalliche deformate, che creano increspature nella loro nudità a memoria della drammaticità dell'evento sismico con giochi di luci e ombre

¹¹ In occasione del centenario della nascita di Burri, la Regione Sicilia, il Comune di Gibellina, la Fondazione Palazzo Albizzini "Collezione Burri" di Città di Castello completano e restaurano questa opera.

(Fig. 5). Inoltre, il trattamento superficiale del calcestruzzo dei singoli blocchi in contrasto tra pareti lisce e lucide e copertura sbruffata e opaca è illuminato diversamente nelle diverse ore della giornata accentuandone la vivacità. Queste irregolarità fanno sì che i ferri dell'armatura abbiano una protezione di alcuni centimetri nelle parti convesse e di molto inferiore in quelle concave. Inoltre risulta molto elevata la porosità del calcestruzzo e in alcuni parti si riscontrano evidenti vespai conseguenti ai processi di segregazione durante la messa in opera (Fig. 6). Purtroppo le scelte estetiche dell'artista hanno portato a una accelerazione delle problematiche di degrado e hanno reso necessario, circa vent'anni dopo, un intervento di restauro preceduto da un Cantiere della Conoscenza [17, 18]. Quindi il Grande Cretto è “materia” viva segnata dall'azione del tempo, un tempo inesorabile che testimonia l'esistenza finita dell'uomo e dei materiali [19, p. 47] come i cretti, le opere artistiche di Burri, che nascono figurativamente proprio come esaltazione del deterioramento che diviene elemento principale della composizione [20, p. 110].



Figura 5. Gibellina vecchia, Grande Cretto (©R. Nadalin). Figura 6. Gibellina vecchia, Grande Cretto (©R. Nadalin).

Il Grande Cretto, custode di frammenti architettonici e non cristallizzati per commemorarli, è un intervento diretto di Burri sulla “materia” della città distrutta. Esso è contemporaneamente un'opera artistica, architettonica, urbanistica e paesaggistica. È un grande quadro da contemplare a distanza nel suo insieme da diversi punti di vista e in differenti ore della giornata. È un monumento in scala reale creato per essere percorso in silenzio in contatto tra la morte e la vita e per essere avvolti dallo spazio, inglobati in esso e pervasi da sensazioni scaturite dalla memoria pregressa e dalla conoscenza diretta al pari dell'esperienza evocativa degli storici e tragici seppellimenti di Pompei ed Ercolano [21, p. 124]. È la memoria, liberamente interpretata, della topografia della città vecchia con il suo labirinto di strade. È una colata di colore bianco in dialogo con i campi ocre, le coltivazioni verdi e il bosco scuro della Sinapa che esaltano la percezione del Grande Cretto che si offre a visioni d'insieme e di scorcio a seconda dei punti di vista. Tutto ciò non è altro che la struttura del vecchio tessuto urbano, il *genius loci*: forme geometriche quadrangolari, rette, curve, avvallamenti e depressioni, che provocano la sensazione spaziale di essere immersi fra le ‘zolle’ idealizzando l'idea della passeggiata fra le ‘case’. Inoltre l'intensità emotiva è accentuata proprio dall'opposizione visiva tra l'esterno, opera a scala paesaggistica alla quale ha contribuito la popolazione locale che si ritrova nel ri-comporre le rovine per ibernare i propri ricordi a perenne memoria, e l'interno, opera a scala umana che riprende vita con il calpestio e il vociferare dei visitatori in quel cammino di riflessione sulla nozione stessa di perdita. La memoria con il Grande Cretto è preservata e poi sublimata dove gli edifici erano stati distrutti, dove le vite erano state spezzate e dove era nata la speranza della città futura.

Dopo anni si costruisce Gibellina nuova in una porzione di territorio tra Santa Ninfa e Salemi, una vallata fluviale (pianura della Salinella) più vicina alle proprietà agricole dei gibellinesi, adiacente all'autostrada e alla ferrovia per fare ripartire l'economia della zona.

L'edificazione inizia lentamente e prosegue fino agli inizi degli anni Novanta del Novecento con una sequenza di gesti progettuali firmati da celebri autori [14, 22]. La città, costruita a circa 30km di distanza da Gibellina vecchia, è aperta, piatta e definita da una forma a farfalla ricercando una unità architettura-arte-urbanistica per conferire un senso al nuovo impianto: Gibellina nuova non è una città d'arte né un museo all'aperto perché non è stata pianificata, ma è cresciuta da sola seguendo le contingenze della sua vita stessa [13, p. 235].

Francesco Venezia qui progetta un edificio per rievocare la testimonianza materiale del grande frammento del Palazzo di Lorenzo, recuperato durante le demolizioni di Gibellina vecchia, e per conservare la memoria del paese distrutto e della propria storia, come richiesto dalla committenza. All'inizio gli era stata richiesta una soluzione di tipo tecnico, una sorta di traliccio metallico, per sostenerla e realizzare una grande quinta da posizionare nel centro della nuova città [23, p. 64]. Però il rapporto tra frammento architettonico e progetto contemporaneo rappresenta per l'architetto una delle principali tematiche delle sue ricerche per studiare nuove forme: il frammento che viaggia nel tempo, dal passato al presente, nel quale l'architettura in via di estinzione e quella in via di realizzazione raccontano sempre la stessa storia [24].

L'edificio, progettato nel 1981 e realizzato nel 1987¹², è situato ai margini del nuovo centro abitato su un terreno in leggero pendio ed è incentrato tutto sul grande frammento architettonico che costituisce l'ordine superiore verso cui si orienta tutta la progettazione: le tracce della città vecchia s'innestano in una nuova realtà, che le custodisce (Fig. 7). La facciata del Palazzo di Lorenzo è collocata al centro di un prospetto di un lungo e stretto corpo di due piani situato a nord-est ed è prospiciente una corte "murata" di forma rettangolare di 10x40m, che genera una nuova architettura evocando il passato con l'unico elemento superstite portatore di significati simbolici. Questa configurazione richiama due archetipi architettonici: per un verso la preesistente fontana di Papa Giulio III inglobata nel Palazzo Borromeo (o palazzina di Pio IV) a Roma e per l'altro il cortile della Mostra (o della Cavallerizza) a Palazzo Ducale a Mantova o quelli di Villa Giulia a Roma. Qui ritroviamo il concetto di tempo immobile e mutevole nel passaggio da rovina a parte integrante dell'edificio [25, 26, 27] con un atto da un lato di anastilosi che ricomponi gli elementi lapidei e dall'altro d'impiego delle tecniche costruttive locali coinvolgendo nella memoria le maestranze del territorio. Venezia così crea una nuova architettura nel ricordo del passato, che è già presente e futuro, e amplia il ricordo che la sola ricomposizione del frammento avrebbe potuto trasmettere [28, p. 261]. Inoltre il grande frammento collocato nel vuoto 'murato' conserva la sua vocazione di facciata nella misura urbana precedente in modo da essere percepita da vicino e da evitare il confronto con il nuovo abitato.

A nord-ovest la testata della corte è raddoppiata da un volume a C, distaccato dalla muratura perimetrale. Questo ambiente stretto, detto il 'riposo', è un luogo aperto e in diretto contatto con il paesaggio. È uno spazio essenziale, in cui sono presenti solamente una lunga seduta in travertino d'Alcamo e una scultura (il grande serpente in bronzo di Pier Giulio Montano trafugato nel giugno del 2015) sistemata a terminazione dell'apertura verso la collina in una volontà di commistione tra frammento, architettura, arte e paesaggio.

In questa nuova architettura di muri notiamo una attenta riflessione non solo sul frammento architettonico del Palazzo di Lorenzo, ma sulla "materia" *in toto* come memoria del suo uso originario; reminiscenza delle radici dei gibellinesi e dei tanti monumenti di questa parte della Sicilia; messa a punto delle scelte operative per garantire una notevole resistenza; capacità d'invecchiamento per procrastinare il degrado previa valutazione dei materiali,

¹² Con la collaborazione dell'ing. Giovanni Passaro per la parte strutturale e dell'arch. Giuseppe Taibi per l'assistenza in cantiere [24, p. 205].

degli spessori e delle tecniche esecutive [23, p. 66]. L'arenaria giallo-oro della cava di Caltanissetta, il tufo giallo-oro della cava di Trapani, le pietre calcaree e i ciottoli reperiti nei campi dalla campagna limitrofa [24, p. 57] sono i materiali locali adoperati per i paramenti murari dell'edificio, che, essendo in una zona ad alto rischio sismico, ha uno scheletro in cemento armato con tamponature in conci squadrate di tufo. Il trattamento delle murature è differente a seconda del setto e a seconda della posizione verso la corte o verso lo spazio esterno. Della parte strutturale sono a vista la trave perimetrale basamentale e quella marcapiano che legano i quattro muri della corte con pavimentazione in lastre di pietra lavica dell'Etna.

Nella parete nord-est è incorporata la parte superstite del prospetto principale tardo cinquecentesco del Palazzo di Lorenzo. La facciata originaria presentava un impianto simmetrico, scandito da cinque assi di aperture (al piano terra portali ad arco a tutto sesto e al piano primo portefinestre balconate) e bipartito da una cornice modanata in arenaria. La centralità del prospetto era sottolineata nell'ordine inferiore da tre portali più ampi e da una bicromia di materiali: calcare bianco-avorio per le tre aperture e arenaria giallo-oro per il resto dell'impaginato. Invece, al livello superiore, sempre in arenaria, era evidenziata con le tre portefinestre con timpano triangolare modanato unite da un unico balcone in ferro su mensole. Poi, una fascia marcaffinestra si prolungava a destra verso un ampliamento successivo con al piano terra un portale ad arco a tutto sesto e al piano primo una finestra. Infine, un cornicione, scalettato al centro, chiudeva il prospetto che era sopraelevato di un piano, esito probabilmente di un intervento ulteriore. Nel crollo si sono persi i tre assi di aperture sul lato destro e la parte sommitale. Nella nuova configurazione il grande frammento architettonico è montato per anastilosi ed è incorniciato da un paramento murario in conci squadrate di arenaria (alti circa il doppio di quelli originari) con giunti sottili di malta a ricorsi orizzontali, alternati lisci a filo di sega e lavorati in opera a scalpello con bordo da taglio largo per ottenere un effetto di prevalenza dei giunti orizzontali rispetto a quelli verticali [24, p. 57] (Fig. 8). I cinque portali sono tutti schermati, mentre al contrario le tre portefinestre superstiti del piano superiore sono aperte. Alle due estremità del nuovo prospetto è presente un taglio netto sulla muratura, che verso sinistra consente l'accesso allo spazio interno.



Figura 7. Gibellina nuova, Palazzo di Lorenzo (©R. Nadalin). Figura 8. Gibellina nuova, Palazzo di Lorenzo (©D. Concas).

Invece, la parete sud-ovest, che corrisponde all'esterno alla facciata del nuovo edificio, è suddivisa in tre fasce dove sono disposti, senza un disegno preciso, conci squadrate e scarti di cava, entrambi di tufo, a ricorsi orizzontali con malta a raso intervallati dal marcapiano in c.a. a filo con il paramento murario e da una cornice sporgente che va rastremandosi verso gli spigoli. Inoltre qui i giunti strutturali¹³, nel rapporto di 1:2 ma sfalsati rispetto al sistema proporzionale compositivo della costruzione, sono anche giunti di luce. Viceversa, la parete

¹³ Sono inseriti anche nel lungo volume parallelepipedo, ma celati.

nord-ovest è divisa dal marcapiano in due zone che sono trattate in modo diverso: a livello inferiore con una tessitura in opera listata dove si alternano tre ricorsi orizzontali di laterizio e quattro fasce di muratura di altezze diverse in bozze irregolari di pietra calcarea, tufo e ciottoli con malta in sottosquadro; a livello superiore con bozze sotto di tufo e sopra di calcaree con malta a raso disposte a filari prevalentemente orizzontali (Fig. 9). Invece, nella parete sud-est è lasciata a vista la struttura con tamponature in sottosquadro in calcestruzzo lavato ad acqua a pressione per ottenere l'effetto della sua erosione naturale.

All'esterno l'edificio si presenta più omogeneo: la facciata è a filari orizzontali con conci squadri di tufo e malta a raso richiamando la tessitura muraria dei palazzi storici di Gibellina vecchia, mentre tutti gli altri prospetti sono intonacati color ocra, a eccezione del volume semicircolare sul fronte sud-est in calcestruzzo. Inoltre appare un'architettura chiusa in se stessa con poche aperture verso l'esterno: al centro del prospetto rivolto alla città una finestra, alla quale ci si può affacciare solo dall'interno, e tre tagli a tutta altezza (contemporaneamente giunti tecnici e di luce) e in quello nord-est del lungo volume parallelepipedo al piano terra una porta, coincidente con quella interna nella corte, e tre aperture a tutto sesto, corrispondenti all'imbotte degli archi dei portali superstiti, e al primo piano undici aperture balconate, in parte contrapposte a quelle della facciata originaria, le quali definiscono all'interno una sorta di loggia. Pertanto la forma complessiva della nuova architettura si coniuga così con l'utilizzo di materiali, prevalentemente del luogo, e con la loro posa in opera che viene diversificata a seconda della funzione, strutturale o decorativa.

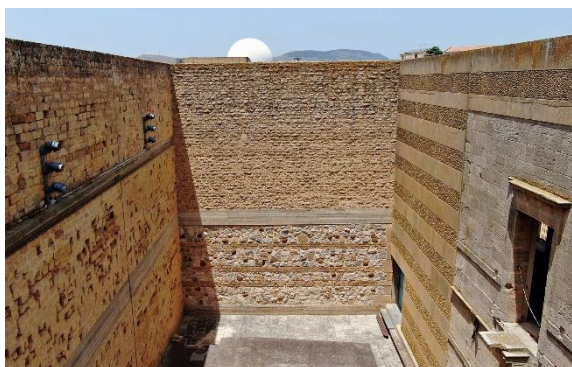


Figura 9. Gibellina nuova, Palazzo di Lorenzo (©R. Nadalin) Figura 10. Gibellina nuova, Palazzo di Lorenzo (©D. Concas)

Il prospetto principale del nuovo edificio è inquadrato da un giardino a tre terrazzamenti, dove è presente un camminamento decentrato, che traguarda l'unica finestra, posizionata a una altezza di circa 1,80m, la quale a sua volta consente la vista del paesaggio verso la campagna attraverso il balcone centrale del Palazzo di Lorenzo e il suo corrispondente sulla parete opposta (Fig. 10). Inoltre un pergolato, realizzato in un secondo momento, precede il giardino che è delimitato a sinistra da una siepe e a destra dal percorso d'ingresso al cuore del nuovo edificio, prima in salita e dopo in discesa, che asseconda l'orografia del terreno ed è fiancheggiato da alti muri in tufo. Arrivati alla corte da qui si prosegue con una rampa, accostata alla controfacciata e posata su grandi blocchi di arenaria, che conduce al primo piano offrendo l'occasione sia di affacciarsi alla finestra e di sbirciare attraverso i giunti strutturali per osservare la città sia di apprezzare i diversi ordini della facciata del Palazzo di Lorenzo da punti di vista sempre più ravvicinati. Poi tramite il passaggio semicircolare, che sporge dal prospetto sud-est, si accede al lungo ambiente del volume parallelepipedo dal quale è possibile scorgere da un lato il paesaggio circostante e dall'altro la corte sporgendosi alle aperture originarie per averne una visione dall'alto. Alla fine si giunge al "riposo" che con una rampa porta al giardino per poi ricominciare il cammino. Ecco che ritorna il tempo circolare, legato al percorso ascensionale, in un continuo scambio tra interno ed esterno e in un incessante gioco di dislivelli; tempo che ci accompagna all'esperienza evocativa

contemporaneamente del grande frammento architettonico e delle vie in salita e discesa della città vecchia, da cui esso arriva, recuperando così la dimensione intima di lontana, ma neanche tanto, memoria che rivive ancora oggi.

Infine la luce, proveniente dalle poche aperture e dai giunti tecnici, assume un ruolo fondamentale: il grande frammento attraversato da fasci luminosi rimane sospeso tra una condizione di architettura viva e di rovina romantica, mentre gli elementi modanati e sporgenti e le diverse trame dei materiali catturano il chiarore producendo ombre mutevoli nei vari momenti della giornata. In questo modo la memoria dei luoghi, scaturita da un processo di anastilosi, emerge in primo piano rispetto alla composizione volumetrica di linee semplici aprendo a vedute familiari capaci di evocare immagini latenti ma ancora vive. Inoltre il volume semicircolare aggettante a sud-est proietta la sua ombra sul muro, scandendo lo scorrere del tempo come una meridiana, e sul lato opposto il “riposo”, all’interno oscurato dalla propria ombra, vibra con una lama di luce proveniente dai tagli che lo distaccano dal muro della corte.

La dialettica tra frammento architettonico e opera nuova genera il tempo basato su disuguaglianze e uguaglianze tra realtà differenti, la cui combinazione annulla la distanza restituendo un altro senso ai brani superstiti [29]. Così l’atto ri-creativo centra l’obiettivo di conservare la “materia” autentica e permette la riconquista di una visione potenzialmente unitaria dell’insieme monumentale nella forma della sua edizione critica. Sia nel Grande Cretto sia nell’edificio che accoglie il Palazzo di Lorenzo il frammento architettonico, eredità materiale e immateriale dell’identità dei gibellinesi e della loro storia, per un verso testimonia la dicotomia tra ciò che si è perso e ciò che evoca e per l’altro verso porta con sé il concetto di tempo che prosegue rinnovandosi. Inoltre in ambedue gli interventi si ritrovano alcuni elementi comuni: il ricorso a geometrie elementari; la composizione volumetrica per linee semplici; l’assenza di nuovi ornamenti decorativi; le relazioni fra “materia” e opera artistica/architettonica; le commistioni di materiali con lavorazioni superficiali diverse; l’utilizzo di tecniche costruttive differenti; l’impiego di maestranze locali; i percorsi che rievocano la preesistenza; gli squarci prospettici che aprono al paesaggio circostante; i giochi di luce e di ombre.

4. Conclusioni (D.C.)

In mezzo a questo territorio di passaggio Gibellina rappresenta una centralità che comprende in un unico corpo la città nuova con il Palazzo di Lorenzo, il Grande Cretto, i tracciati viari, i monti e tutte le altre presenze che popolano il paesaggio tra le due realtà (vecchia e nuova).

Così come il terremoto fa parte della storia delle due Gibellina, parimenti la memoria del drammatico evento è autorevolmente rientrata nel processo di rievocazione del luogo e della sua architettura. Nelle realizzazioni di Alberto Burri e di Francesco Venezia il tempo passato e il tempo presente, ciò che è stato e ciò che sarà, tendono allo stesso fine che è il presente. Questa è l’identità del luogo: tutto si trasforma; reliquie del passato per definire nuove architetture custodi delle radici di un popolo. Siamo di fronte a due modalità di approfondire il *genius loci* nella dialettica tra caratteristiche naturali del luogo e antropologia esistenziale degli autori. Da un lato una serie di relazioni, fisiche e temporali, tra il tutto e le parti trovano una loro espressione aulica di grande empatia, che rammenta la città vecchia, e dall’altro il grande frammento lapideo, non privo di malinconica bellezza, è il centro attorno al quale si realizza la nuova architettura che rievoca ancora oggi il dramma dello sradicamento vissuto dagli abitanti: in entrambe innesto e germoglio.

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare per la disponibilità e le preziose segnalazioni l'ing. arch. Giuseppe Neri direttore dell'Ufficio tecnico del Comune di Gibellina, l'arch. Enzo Fiammetta direttore del Museo delle Trame Mediterranee e la signora Maria D'Aloisio responsabile del bookshop.

Referenze

- [1] Carbonara G. *Restauro Architettonico: principi e metodo*. Roma: MEArchitectural Book and Review; 2012.
- [2] Carbonara G. *La reintegrazione dell'immagine*. Roma: Bulzoni; 1976.
- [3] Putzu MG. *Dall'anastilosi alla ricostruzione. Il caso dei Fori Imperiali a Roma e raffronti in ambito nazionale e internazionale*. In: Mancini R, Dal Mas RM, Putzu MG, a cura di. *Architetture per il restauro: l'anastilosi*. Roma: Sapienza Università editrice; 2021, p. 1-56.
- [4] Carbonara G. *Abbecedario minimo (I). Anastilosi*. ANAΓKH 2014; 72:23-24.
- [5] Brandi C. *Teoria del Restauro*. Torino: Einaudi; 1977.
- [6] Carbonara G. *Avvicinamento al restauro*. Napoli: Liguori; 1997.
- [7] Pingeot A, a cura di. *Le corps en morceaux*. Parigi: Spadern; 1990.
- [8] *Le corps en morceaux*. Terrain 1992; 18.
- [9] Tristano C, a cura di. *Frammenti di un discorso storico*. Spoleto: Centro italiano di studi sull'alto medioevo; 2019.
- [10] Marcheschi M, a cura di. *Rottami, rovine e minuzzerie. Pensare per frammenti*. Pisa: ETS; 2018.
- [11] Ribeira F, Cucco P, a cura di. *Ricomporre i frammenti. Distruzioni, ricostruzioni, trasformazioni*. *Elementi di Architettura* 2021; n.s.
- [12] Brandi C. *Teoria del Restauro. Lezioni raccolte da L. Vlad Borrelli, J. Raspi Serra e G. Urbani*. Roma: Edizioni Storia e Letteratura; 1963.
- [13] Corrao L, Carollo B. *Il sogno mediterraneo*. Alcamo (TR): Ernesto Di Lorenzo Editore; 2017.
- [14] Cristallini E, Fabbri M, Greco A. *Gibellina. Nata dall'arte. Una città per una società estetica*. Roma: Gangemi; 2004.
- [15] Rizzo G, Ercoli L, Megna B. *Problemi di conservazione di un'opera di land art di straordinarie dimensioni: il grande cretto di Alberto Burri a Gibellina (TP)*. In: Catalano A, Sansone C, a cura di. *Concrete 2009. The building techniques*. Napoli: Luciano Editore; 2009, p. 567-575.
- [16] Zorzi S. *Parola di Burri*. Torino: Umberto Allemandi & C; 1995.
- [17] Ercolino MG, *The Grande Cretto in Gibellina. Issues related to the conservation of art, memory and landscape*. In: Stefanaggi M, a cura di. *Art d'aujourd'hui. Patrimoine de demain. Conservation et restauration des oeuvres contemporaines*. Champ-sur-Marne: SFIIC; 2009, p. 268-275.
- [18] Ercolino MG, *Tra conservazione e restauro partecipato, riflessioni sul Grande Cretto di Burri a Gibellina*. In: Biscontin G, Driussi G, a cura di. *Eresia ed ortodossia nel restauro: progetti e realizzazioni*. Marghera-Venezia: Edizioni Arcadia Ricerche; 2016, p. 323-333.
- [19] Sciascia A. *Il fuoco e il tempo*. In De Simone G, Farina G, Fazzi S, a cura di. *Alberto Burri nel panorama della Land*. Palermo; 2004.
- [20] Vitiello M. *Gibellina: né "completamenti", né "ricostruzioni" per il grande Cretto di Alberto Burri*. ANAΓKH 2016; 76:107-110.
- [21] Moschini F. *L'intervento di Alberto Burri a Gibellina. La riappropriazione del luogo*. *Gran Bazaar* 1981; 13:125-124.
- [22] Oddo M. *Gibellina la Nuova. Attraverso una città di transizione*. Torino: Testo&Immagine; 2003.
- [23] Buonfantino FF. *Francesco Venezia: la complessità delle stratificazioni*, ANAΓKH 1994; 8:64-69.
- [24] Venezia F, *L'Architettura, gli scritti, la critica. Documenti di architettura*. Milano: Electa; 1998.
- [25] Tironi G, *Ombre di Passaggio. Costruzione di vuoti nelle luci della Sicilia*. In: Venezia F. *Francesco Venezia. Le idee e le occasioni*. Milano: Electa; 2006, p. 292-294.
- [26] Dal Co F, *Forme e tempo. Sul lavoro di Francesco Venezia*. In: Venezia F. *Francesco Venezia. Le idee e le occasioni*. Milano: Electa; 2006, p. 302-305.
- [27] Marzo M, *Francesco Venezia. L'azione del Tempo*: Firenze *Architettura* 2017. 2:92-101.
- [28] Zelli F. *Risignificare l'Antico. Il valore del frammento nell'architettura di Francesco Venezia*. In Capano F, Visone M, a cura di. *La città palinsento. Tracce, sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici*. Napoli: Federico II University Press; 2020, tomo I, p. 259-263.
- [29] Gizzi S. *Ruderi e restauro architettonico*. In Tavares Dias L, Alarcão P, coord. *Interpretar a ruína, contribuições entre campos disciplinares*. Actas do seminário internacional de arquitetura e arqueologia. Porto: FAUP; 2008, p. 14-31.

La riqualificazione energetica di un complesso di edilizia popolare d'autore Le case INCIS di Ridolfi: una sfida per i rivestimenti termoriflettenti

The energy requalification of an author's social housing complex Ridolfi's INCIS Houses: a challenge for heat-reflective coatings

Curro Giuseppina - Università degli Studi di Messina, Messina, Italia, giuseppina.curro@studenti.unime.it

Fiandaca Ornella - Università degli Studi di Messina, Messina, Italia, ornella.findaca@unime.it

Russo Giovanni F. - Università degli Studi di Messina, Messina, Italia, giovanni.russo6@studenti.unime.it

Abstract: After more than half a century since their construction, many buildings, complexes, and districts of affordable social housing require technical and performance enhancements to adapt to altered housing needs, also arisen from current environmental policy.

The approach to their redevelopment must account for a multitude of factors: ranging from the creator's value to the social, cultural and technological testimony of a construction system which characterised the post-war period; from the adoption of specific intervention methods to innovative materials aimed at preserving the expressive and material value of the structure; from the technical inadequacies in responding strategically to current regulations and assessing residents' actual needs.

In this paper, bearing in mind the historical and architectural value of Mario Ridolfi's INCIS housing complex in Messina, adopted as a model for methodological experimentation, innovative products were analysed and compared to put forward an unconventional energetic refurbishment solution, according to current legislation, taking into account the fiscal incentive system favouring individual interventions combined with public financial support. The challenge concerns conciliating the prerogative of conserving the Modern, also when not conditional, and the pressing needs of performance adjustment imposed by energetic requirements, yet in practice implemented by the residents piecemeal.

Keywords: Energy requalification, Social housing, Thermoreflective materials, Mario Ridolfi, INCIS Houses of Messina (Sicily_IT)

1. Gli ecobonus e l'edilizia d'autore

«Dato che nel seguito si dovrà discutere come rimediare ai difetti presenti negli edifici, è necessario chiarire quali e di che natura siano le anomalie che le mani degli uomini possono correggere. Così come l'efficacia dei rimedi indicati dai medici dipende in gran misura dalla conoscenza che loro hanno della malattia [...]» [1].

Le parole del poliedrico maestro rinascimentale Leon Battista Alberti, nonché teorico del primo trattato moderno sulle tecniche costruttive, risultano quanto mai attuali in riferimento al tema della riqualificazione energetica del patrimonio esistente, elemento cardine delle politiche *green* comunitarie e delle agende operative dei Paesi membri della Comunità Europea.

Le pratiche dei governi - sempre più orientate verso la transizione ecologica ricorrendo al contenimento dei consumi, alla drastica diminuzione dell'emissione di sostanze inquinanti, al superamento della dipendenza da fonti non rinnovabili e con l'incentivazione all'uso di energia pulita - puntano a conseguire una sostenibilità ambientale, economica e sociale principalmente attraverso nuovi modelli dell'abitare che non possono prescindere dalla conoscenza, conservazione e valorizzazione delle opere autoriali capillarmente diffuse nel nostro Paese e non ancora sottoposte a tutela per gioventù costruttiva o per mancato riconoscimento pubblico del loro valore.

È proprio l'enorme patrimonio italiano di edilizia economica e popolare realizzato nel secondo dopoguerra, sotto l'egida di rivolgimenti culturali, esigenze economiche, operazioni finanziarie, che in questo momento si trova in bilico fra qualità architettonica misconosciuta e profili prestazionali ormai datati.

Difatti, il Codice dei Beni Culturali richiede una storicizzazione del valore misurato in 70 anni dalla realizzazione, escludendo tutto ciò che è stato costruito dopo il 1952 ma, ancor più, evidenzia una mentalità classista poiché non attribuisce dignità e urgenza di conservazione a quel comparto della ricostruzione realizzato dal mondo operaio (per rilancio del settore edile) a favore del mondo operaio (per mutate istanze sociali). Così negli anni è stato oggetto di interventi manutentivi, anche invasivi e sfiguranti, nel silenzio degli enti preposti alla salvaguardia, anche quando espressione di una cultura architettonica avanguardistica per l'epoca, di una generazione di professionisti riconoscibili in una accezione razionalista di respiro nazionale, se non internazionale, di un apparato funzionale, figurativo e costruttivo caratterizzante un'epoca e indiscutibilmente rappresentativo di valori da preservare.

In aggiunta a questo inappropriato presupposto in cui si ritrovano gran parte degli edifici realizzati a partire dagli anni Cinquanta, negli ultimi 25 anni, sono subentrati interventi straordinari per il rinnovamento del patrimonio costruito, sostenuti dall'introduzione di misure legislative, solo economicamente incentivanti, potenziate sempre più nel tempo.

La prima detrazione fiscale, volta esclusivamente all'esecuzione di lavori di ristrutturazione in ambito residenziale e non all'efficientamento energetico, è stata introdotta alla fine del secolo scorso [2] e prorogata fino al 2007. È proprio la legge finanziaria di quell'anno [3] che dà l'avvio alla riqualificazione energetica dell'esistente con il riconoscimento delle detrazioni d'imposta delle spese sostenute per interventi che ne aumentino il livello di efficienza e, simultaneamente, alla possibilità di alterazione di quel comparto di edificato non rientrante per età tra quelli tutelati anche se esponente di un *unicum* culturale irripetibile.

L'orientamento di prassi che negli anni si è formato in materia è stato sempre più consolidato dalle norme con la conferma e l'ampliamento dell'ambito di applicazioni possibili (acquisto e installazione di schermature solari, impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore alimentati da biomasse combustibili, dispositivi multimediali di controllo a distanza per il funzionamento efficiente degli impianti), delle tipologie di operazioni effettuabili (riduzione del rischio sismico su parti private e comuni; sistemazione a verde di aree scoperte private e comuni anche esterne ad edifici condominiali, ecc.) e delle condizioni di spettanza dei benefici (aumento della percentuale di detrazione IRPEF e innalzamento dei limiti massimi di spesa agevolabili per unità immobiliare; cessione delle detrazioni fiscali alle ditte che hanno effettuato i lavori), fino alla recente introduzione del «Bonus facciate» e del successivo «Superbonus 110%» [4], che racchiude in sé sia il Sismabonus 110% che l'Ecobonus 110%. Istituito come misura per fronteggiare la crisi economica del settore edilizio scaturita dall'emergenza sanitaria da Covid19, prorogato attualmente fino al 31 dicembre 2025 con limitazioni legate alle tempistiche di avanzamento dei lavori, quest'ultimo incentivo statale è l'emendamento più controverso per la salvaguardia e tutela dell'Architettura Moderna

poiché, se da un lato punta ad ammodernarne l'aspetto prestazionale, dall'altro mina la sopravvivenza della sua identità storico-culturale.

Le facilitazioni amministrative, introdotte dal Decreto Semplificazioni [5] per accelerare le procedure burocratiche relative ai lavori oggetto di Superbonus, introducono un nuovo titolo abilitativo, la Comunicazione di Inizio Lavori Asseverata Superbonus (CILAS), che consiste in una semplice informazione al Comune di appartenenza, affidando interamente ai committenti e ai progettisti la responsabilità culturale sulle modalità di trasformazione del patrimonio architettonico, senza alcun confronto e/o verifica da parte delle istituzioni.

Consapevole che i requisiti del Decreto Rilancio per l'accesso ai bonus avrebbero potuto escludere gran parte degli edifici vincolati, il legislatore ha cercato di "avvantaggiare" almeno questa categoria di immobili apportando delle deroghe alle prescrizioni di legge, al fine di includerli nell'incentivo. Nel caso in cui la costruzione sia sottoposta ad almeno uno dei vincoli previsti dal Codice dei beni culturali e del paesaggio o gli interventi trainanti – isolamento termico delle superfici opache verticali, orizzontali e inclinate; sostituzione degli impianti di climatizzazione – siano vietati da regolamenti edilizi, urbanistici e ambientali, la detrazione si applica agli interventi trainati per le unità immobiliari – sostituzione di serramenti; acquisto di schermature solari; installazione di impianti solari fotovoltaici –, purché venga rispettato l'obbligo del miglioramento di almeno due classi energetiche comprovato dagli Attestati di Prestazione Energetica - APE, elaborati ante e post intervento.

È chiaro che quanto sancito dalla legge può essere applicato esclusivamente ai beni sottoposti a una qualsiasi forma di tutela, ma il recupero degli edifici esistenti, soprattutto quelli realizzati prima dell'entrata in vigore delle normative sul risparmio energetico, comporta criticità non soltanto dal punto di vista tecnologico ed economico, legate all'adeguamento alle attuali direttive, ma innanzitutto di conservazione del patrimonio culturale da tramandare alle future generazioni senza alterarne le connotazioni identitarie [4].

Pertanto, se non adeguatamente applicati, gli attuali incentivi statali possono danneggiare irreversibilmente testimonianze significative della storia urbana delle nostre città. Valori culturali unici esplicitati nella complessità dei temi affrontati, dove il ruolo della costruzione diventa occasione concreta di una caratterizzazione del paesaggio urbano, memore della sperimentazione del sapere razionalista. Nonostante la formazione intellettuale italiana sia attenta e propensa alla conservazione e valorizzazione, non è ancora comune concezione che l'intervento di riqualificazione sul costruito Moderno e Contemporaneo necessiti di un approfondimento conoscitivo come accaduto per il patrimonio storico tradizionalmente riconosciuto, per fornire al progettista le chiavi interpretative dell'opera. Da più parti si stanno muovendo diversi movimenti e associazioni culturali pubbliche e private (Fondazione Scuola Beni Attività Culturali, DO.CO.MO.MO; GBCItalia, RecMegazine) per sottolineare quanto gli interventi previsti dagli aiuti pubblici possano cancellare brani di città di valore storico testimoniale del secondo Novecento. In mancanza di strumenti legislativi, l'unico mezzo a disposizione sono le segnalazioni agli Enti preposti, sperando nell'applicazione di un vincolo di carattere paesaggistico o puntuale, in una proclamazione di interesse culturale o, nel caso di giovani costruzioni, in una dichiarazione di carattere relazionale per i nessi con i valori storici, tecnico-costruttivi, ed altro.

2. Le "Case INCIS" a Messina (Sicilia_IT): lo stato dell'arte energetico

La riqualificazione energetica del patrimonio abitativo nazionale, eterogeneo per localizzazione, età, caratteristiche costruttive e stato di conservazione, richiede l'adozione di strategie di

intervento adattabili, da calibrare e differenziare pur rispondendo a protocolli e linee guida convenzionalmente riconosciute.

Le Case INCIS di Ridolfi a Messina, esempio emblematico del programma di interventi pubblici per la realizzazione di edilizia sociale nel dopoguerra italiano, più volte messo al centro delle nostre ricerche per sottolineare miopia, disinteresse, incuria a fronte di qualità architettonica, innovazioni distributive, attenzione al sistema costruttivo [6], necessitano di un adeguamento alle normative energetiche vigenti, condizione che accomuna la quasi totalità della produzione italiana postbellica, ma che qui assume caratteri e criticità peculiari.

Gli alloggi realizzati dal programma INA-Casa, nati per soddisfare l'elevata domanda di abitazioni da parte delle nuove classi operaie, molto spesso non appartengono più agli Istituti statali che li hanno sovvenzionati: negli anni sono stati ceduti agli occupanti sia in ottemperanza alla formula originaria del contratto di locazione a riscatto, sia per liquidazione degli stessi Enti gestori. Nel caso in esame, si ha una convivenza di gestioni: pubblica, per i soli locali commerciali siti al piano terra con annessi alcuni depositi interrati e/o seminterrati; privata, per la totalità degli appartamenti posti nei piani superiori e le relative cantine di pertinenza, con evidenti difficoltà nella programmazione di un'univoca manutenzione.

L'urgenza intercettata nel complesso di Case INCIS, modello esemplare della cultura del saper fare di un preciso periodo storico, di tornare a reclamare attenzione giunge dal rischio prospettato proprio dagli Ecobonus, che potrebbero interferire pesantemente con tutto ciò che questo, come altri frammenti di analoga categoria storico-architettonica, rappresenta per la nostra cultura. Nonostante abbiano costituito la prima significativa esperienza nazionale di standardizzazione di tipologie e dotazioni di alloggi pubblici con criteri evoluti per l'epoca, spesso queste costruzioni, invecchiate più rapidamente rispetto all'edilizia storica accreditata, manifestano acuti livelli di inadeguatezza di natura e origine diversa.

Bisogna tuttavia considerare che la tutela del suo valore deve essere temperata con le rivendicazioni degli abitanti che negli anni hanno, talvolta in autogestione, provato a eliminare alcuni disagi derivati dalle carenze prestazionali derivanti sia dalle mutate esigenze di benessere (adottando soluzioni incongruenti ed eterogenee) sia dalle mutate prescrizioni normative.

Inoltre, soltanto dal secondo settennio del Piano Fanfani (1949-1963) le linee guida di progettazione degli edifici prescrivono misure per isolare termicamente gli involucri, ma in ogni modo gran parte del patrimonio presenta comunque prestazioni energetiche largamente inadeguate agli standard normativi attuali e scarsi livelli di comfort indoor.

In questa direzione abbiamo, quale prima e necessaria verifica, valutato lo stato di fatto energetico di uno degli organismi architettonici che compongono questo isolato di edilizia popolare (Palazzina A) a partire dalla volontà del suo progettista, passando poi per una verifica autoptica da confermare con una simulazione digitale.

La capacità progettuale di Mario Ridolfi è indiscutibilmente mostrata sia dalle realizzazioni, sempre attente alla sinergia fra sistema ambientale e sistema tecnologico, sia dai suoi scritti che, per le scelte di dettaglio nelle diverse fasi del processo edilizio, si soffermano a evidenziare la riflessione "prestazionale" che le ha motivate. A Messina è il caso dell'orientamento degli edifici, della disposizione degli ambienti, della collocazione di balconi a punta di diamante, finestre d'angolo, griglie frangisole, cornicioni. Tutto ciò, provando a "progettare con il clima" messinese per massimizzare i benefici naturali alle condizioni di benessere (Fig. 1).

Un'attenzione particolare è stata poi rivolta ai disegni d'archivio conservati nel Fondo Mario Ridolfi presso l'Accademia Nazionale di San Luca [7], e in particolare alla grafica presente

cercando, nell'abilità dagli elaborati proposti - sempre ricchi di informazioni materiali, rimandi incrociati, specifici procedimenti - di rintracciare anche indicazioni tecnico-costruttive correlabili al benessere termo-igrometrico. Soltanto in una sezione trasversale da via Ugo Bassi al cortile interno si ritrova l'annotazione "isolamento" che non può essere ignorata per la valutazione energetica, nell'ambito della chiusura orizzontale di copertura, in uno strato che pare sovrapporsi a quanto evidentemente campito come struttura portante in calcestruzzo armato (Fig. 2).

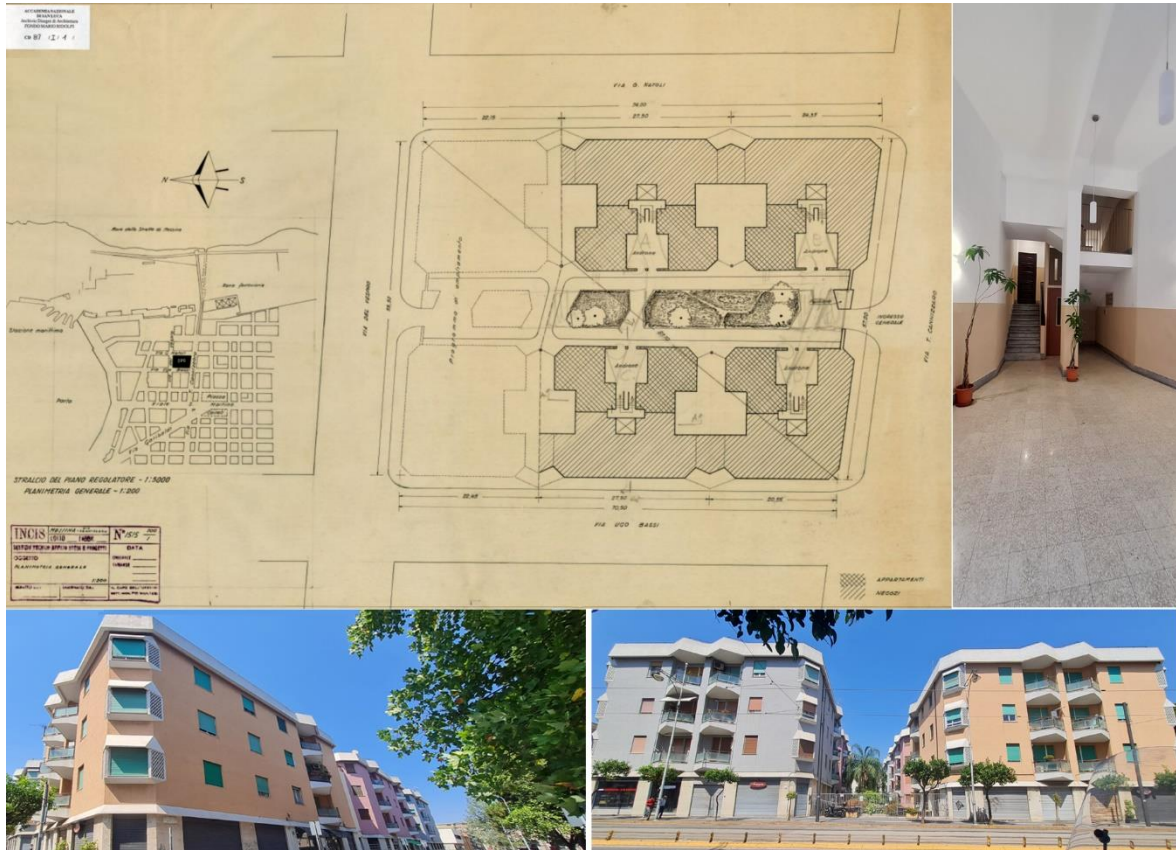


Figura 1. Planimetria con indicazioni "climatiche" e foto del complesso INCIS © Fondo Ridolfi-Frankl-Malagricci

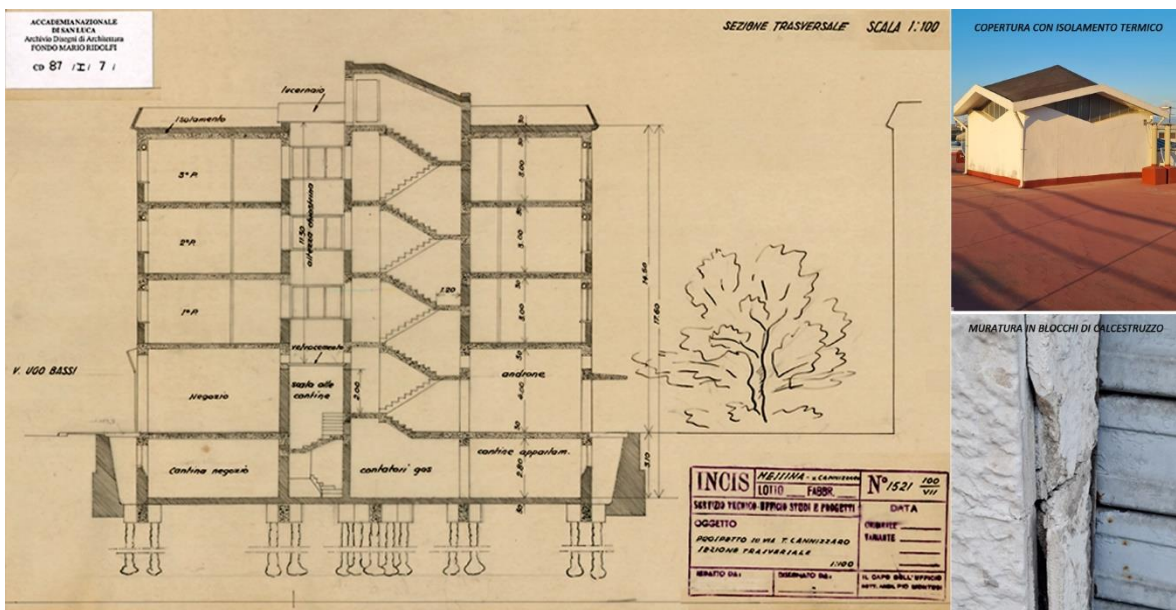


Figura 2. Sezione trasversale di un corpo di fabbrica e foto dettagli costruttivi - © Fondo Ridolfi-Frankl-Malagricci

La lettura della grafica utilizzata, sempre consapevole nei disegni di Ridolfi, evidenzia un retino a tratto diagonale che ritorna nelle pareti perimetrali, ma nella sua grammatica tecnica, se si fosse trattato di un particolare materiale con funzione specifica lo avrebbe certamente suggerito. C'è da pensare, riconducendosi al “modo di costruire” degli anni Cinquanta, ampiamente adottato anche nelle realizzazioni INA-Casa, per le quali furono redatti fascicoli esplicativi, che si tratti di pareti di tamponamento con funzione di isolamento. D'altronde ci si rivolgeva a manodopera non specializzata, capace di impiegare soluzioni tecniche semplici e tradizionali.

Una conferma progettuale da noi ricercata nel Manuale dell'Architetto edito dal CNR-USIS nel 1946, che ha visto l'architetto componente del Comitato Organizzativo, nonché curatore: non poteva infatti essergli estranea quella cultura tecnica che si esprimeva con segni convenzionali codificati per rappresentare i diversi materiali – un tratteggio diagonale per “muratura e laterizi in genere”/scheda A 3d –, o la scelta di soluzioni costruttive per pareti esterne – correlate al calcolo della conducibilità/scheda G 4a –, rivestimenti esterni – contemplando il moderno tipo Terranova/scheda F 2a –, pacchetti di copertura – soluzioni plurifunzionali/scheda F 1c [8].

Ulteriore considerazione, consultando l'intero volume, riguarda l'assenza di ricorso a materiali specificamente isolanti per l'involucro se non in copertura, dove i sottofondi sono in calcestruzzo leggero con granulato di pomice a cui può essere o meno sovrapposto uno strato di sughero. Una nota segnala che i sottofondi possono essere realizzati anche con laterizi speciali.

In tutti i disegni delle Case INCIS consultati compare una struttura in calcestruzzo di cemento armato che consente anche l'esecuzione di tutti i particolari scultorei e aggettanti, e che risulta coerente con le vicissitudini sismiche della città. Le alternative possibili per le chiusure orizzontali e verticali oscillano fra la scelta di materiali con una struttura molto porosa (nessun ricorso a materiali compatti) integrate per le esposizioni più fredde da fodere laterizie col fine di creare intercapedini d'aria. Nei fascicoli INA-Casa è presente un divieto riferito all'uso di laterizi a fori orizzontali, allora diffusamente adottati (anche nei quartieri finanziati dall'INA), per le discontinuità che si generavano in angoli e giunti fra elementi di fabbrica [9].

Tale incongruenza pone un interrogativo in assenza di dati materiali (nessun documento d'archivio rinvenuto e diagnosi non distruttive effettuate).

Una tabella di sintesi per la difesa termica risolve il problema prescrivendo il parametro termo-fisico di resistenza termica R quale discriminante a cui riferirsi. In un clima temperato, quale quello presente a Messina, viene attribuito alle murature di perimetro un valore di $R=0,8$, eccetto per le esposizioni nord o battute da pioggia e vento dove si richiede $R=1,0$ da ottenersi adottando contropareti laterizie interne o pannelli isolanti; alle coperture, piane o a tetto, $R=1,1$ a difesa dell'insolazione estiva; alle soluzioni dei vani abitati a piano terra $R=1,0$; per gli infissi devono prevedersi avvolgibili o persiane, con aggiunta in questo caso di scurettili interni [9_ pp. 56-59].

L'analisi sul campo è stata condotta sia nei locali destinati ad esercizi commerciali, sia in una abitazione privata posta al piano terra, sul lato cortile, della Palazzina A, beneficiando della disponibilità di un residente. L'esito conseguito è servito se non altro per acquisire l'informazione circa la costituzione delle pareti perimetrali in blocchetti di calcestruzzo, per verificare gli spessori delle pareti perimetrali esterne e per interrogare i proprietari circa le sensazioni di benessere/malessere termico attribuibili al comportamento invernale ed estivo dell'involucro; nonché per avere informazioni sugli adeguamenti che in tal senso sono stati apportati all'unità immobiliare visitata. A compendio di questi riscontri sono state visionate le Attestazioni di Prestazioni Energetiche annesse ad alcune inserzioni recenti di affitti o vendite nell'ambito del complesso immobiliare che indicavano un consumo energetico pari a 173-175 kWh/mq anno riconducibile a una classe E/F.

La necessità di verificare le valutazioni registrate nei riscontri diretti ha indotto a ripercorrere le simulazioni dello stato di fatto termico con il software TERMUS PLUS dell'ACCA, predisponendo la progettazione parametrica della Palazzina A del complesso (Fig. 3). Nello specifico ci si è concentrati su un singolo appartamento, ovvero l'unità del primo piano a Nord-Est con i caratteristici balconi in aggetto sulla via Giuseppe Natoli.

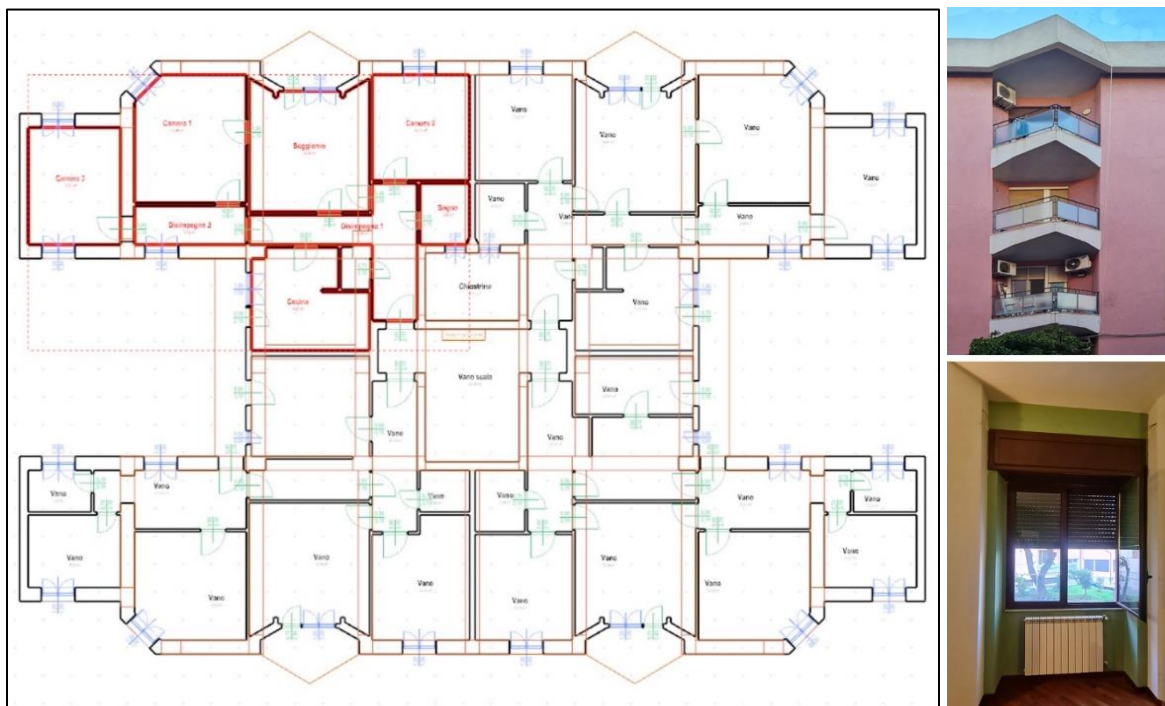


Figura 3. Modellazione BIM per l'appartamento P1 (1), in alto a sinistra nell'immagine e alcuni adeguamenti prestazionali autogestiti dai residenti - © Elaborazione autori.

L'utilizzo del software scelto ha imposto l'accettazione di alcuni compromessi.

Il più significativo riguarda l'impossibilità di effettuare un'analisi energetica del solo involucro, senza tener conto di un impianto di riscaldamento, in origine non installato e attualmente presente, con soluzioni differenti e in forma autonoma laddove i proprietari hanno nel tempo aggiornato le loro unità; pertanto, è stato adottato il compromesso suggerito dal software che assegna di default una caldaia a gas naturale, e ciò incide inevitabilmente sui risultati ottenuti. Nel caso specifico si può comunque affermare che in sede di confronto con le successive simulazioni di intervento migliorativo costituisce una base comune e non altera i raffronti utili per stabilire la bontà delle soluzioni di isolamento termico ipotizzate.

La stratigrafia di partenza attinente allo stato di fatto dell'involucro edilizio, evinta dalla lettura delle fonti reperite negli archivi consultati, dalle prescrizioni fornite dalla letteratura tecnica coeva, che ha visto Ridolfi quale protagonista, dai sopralluoghi effettuati e dalle importanti informazioni ottenute mediante la consultazione di testimonianze di residenti e professionisti coinvolti in alcuni interventi passati che hanno interessato l'edificio, è stata così riproposta: per quel che concerne le pareti perimetrali opache, dello spessore di 50 cm, sono state realizzate in blocchi forati di calcestruzzo; i tramezzi, dello spessore di 10 e 20 cm, invece, sono stati disposti in canonici laterizi forati (Fig. 4); i serramenti realizzati in legno con avvolgibili nello stesso materiale (oggi in buona parte sostituiti), caratterizzati dalle transenne angolari in calcestruzzo come ulteriori elementi filtranti.

Una seconda valutazione fatta in ragione delle opzioni consentite dallo strumento di simulazione adottato ha interessato la condizione dei locali contigui quello analizzato. Sono

state fatte due ipotesi, la prima considerandoli climatizzati anch'essi con impianto simulato; la seconda ritenendoli non climatizzati, opzione in questo caso consentita.

I risultati sono stati riportati in termini di Attestazioni di prestazione energetica dello stato di fatto (Fig. 5). La classe energetica di partenza dell'Appartamento P1 (1), secondo l'APE convenzionale, è la D ($EP_{gl,nren} = 49,8435 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$) nel caso in cui tutti gli appartamenti limitrofi hanno un impianto simulato. Nel caso in cui li considerassimo non climatizzati, la classe energetica dell'Appartamento P1 (1) risulterebbe la E ($EP_{gl,nren} = 104,9633 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$).

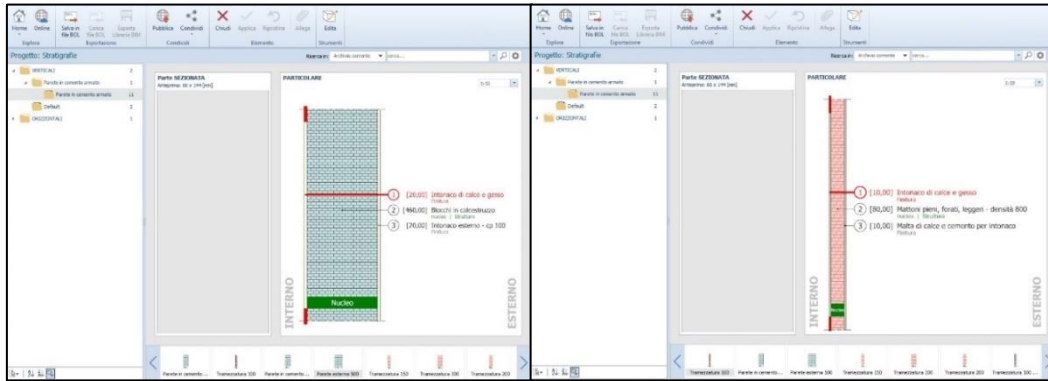


Figura 4. Stratigrafia impostata su TERMUS ACCA PLUS - © Elaborazione autori.

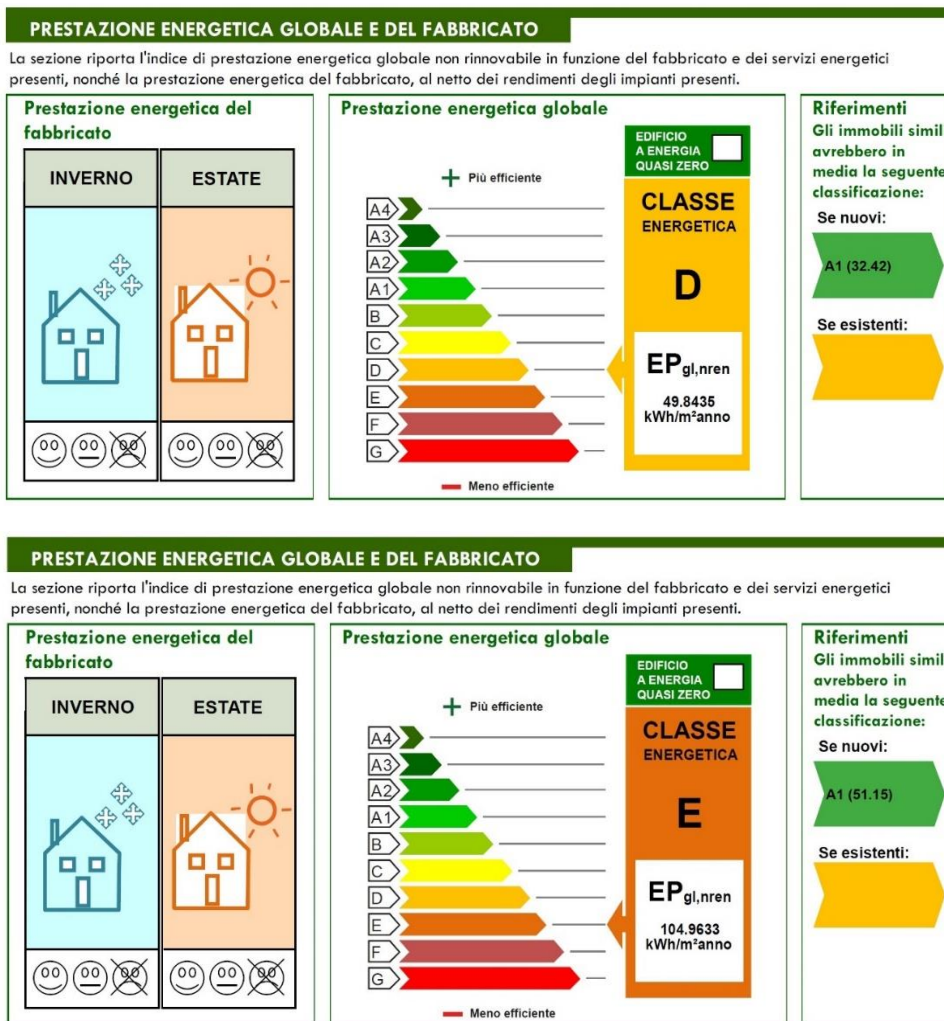


Figura 5. APE con locali contigui climatizzati (sopra) e non climatizzati (sotto) - © Elaborazione autori.

3. Le soluzioni isolanti innovative nel panorama conservativo: i termoriflettenti

Una sfida, dentro la sfida già proposta, riguarda la scelta dell'intervento di riqualificazione energetica, del sistema a cappotto richiesto dagli Ecobonus. Questa, qualora superata, potrebbe riassorbire il contrasto fra valore storico-architettonico dell'organismo architettonico da conservare e l'incalzante esigenza di migliorarne il profilo prestazionale, sollecitato dalla normativa comunitaria e favorito dagli incentivi statali.

L'innovazione tecnologica presente nel panorama degli isolanti termici, che affianca ai prodotti convenzionali altri definiti ad oggi non convenzionali (VIP, Aerogels, Termoriflettenti), non è ancora stata accolta da istituzioni, produttori e professionisti per l'assenza di un protocollo consolidato e capace di garantire almeno quattro condizioni: la qualità conservativa delle applicazioni; l'efficacia dell'intervento; la durabilità nel tempo; il bilanciamento economico.

Con riferimento a una delle novità di questo comparto edile, i rivestimenti termoriflettenti, si procederà a fare chiarezza su questi aspetti affrontando l'intervento di riqualificazione energetica dell'unità immobiliare già adottata per verificare lo stato di fatto [10].

La prima riflessione affronta la possibilità che un isolante a basso spessore, rispetto a uno convenzionale, possa essere più rispettoso delle peculiarità morfologiche e delle qualità formali. Questa osservazione assume una maggiore forza nel caso dell'architettura di Mario Ridolfi che si caratterizza, e non solo nell'esperienza messinese, per una rilevante attenzione alle integrazioni volumetriche, alla complessità dei giunti e al minimalismo delle finiture (Fig. 6). Tutte peculiarità che l'inserimento di un cappotto con isolanti termici diffusamente utilizzati in questa fase delle riqualificazioni energetiche (EPS, lana di roccia, ricomposti lignei) non potrebbero essere valorizzate, ma che al contrario sarebbero negate, confuse, mistificate. Poter adottare un isolante non convenzionale, di cui attestare il vantaggio prestazionale, sicuramente andrebbe nella direzione di una soluzione conservativa, almeno delle caratteristiche figurative, non essendo ancora disponibili dati ufficiali sulla congruenza tecnico-costruttiva prodotti-supporti.


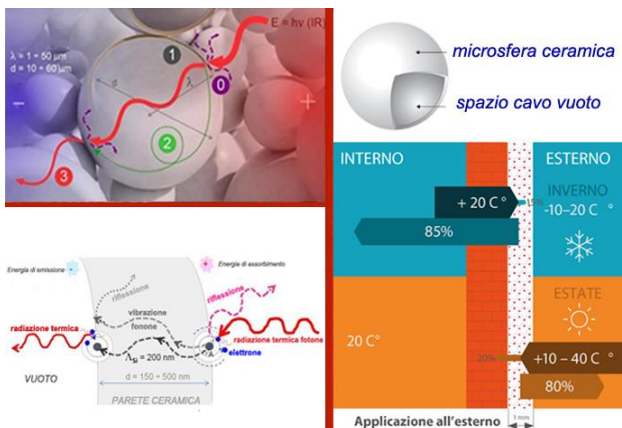
La valutazione energetica dell'intervento ipotizzato ha richiesto una prioritaria indagine di mercato sui rivestimenti termoriflettenti per accertare che rispondessero intanto a quanto richiesto per accedere agli incentivi statali: 1) rispondenza ai CAM Criteri Ambientali Minimi (D.M. 11/10/2017) [11]; 2) disponibilità di Dichiarazione di Prestazione (DoP-Declaration of Performance) o marcatura CE (Regolamento UE n. 305/2011), in assenza di quest'ultima o nel caso in cui non fornisse i valori asseriti dal produttore, determinazione in accordo al D.M. 02/04/1998 [12]; 3) conformità alla normativa di riferimento per il calcolo delle conduttività, dichiarata e di progetto (UNI EN ISO 6946:2018 «Componenti ed elementi per edilizia Resistenza termica e trasmittanza termica Metodi di calcolo» che si rifà alla UNI EN 10456:2008, dedicata alla valutazione della conduttività dichiarata λ_D e di progetto a partire da quella dichiarata e definisce un metodo per il calcolo in caso di assenza di marcatura CE) [13].

Il repertorio selezionato per lo studio, dopo una estesa consultazione commerciale, nel rispetto dei requisiti, imprescindibili per legge, è stato argomentato descrivendone la composizione degli strati, gli spessori e il comportamento termofisico (Tab. 1).



Figura 6. Dettagli delle Case INCIS di Ridolfi che ne caratterizzano una qualità formale da tutelare.

Tabella 1. Composizione strati, spessori e principi termofisici di trasmissione del calore dei prodotti campionati

| Prodotto [Azienda] Composizione degli strati Spessori di produzione Riflettanza: IE Emissività termica-SR Riflettanza solare-SRI | Requisiti per accedere al Superbonus | | |
|---|--|--|-----------|
| | CAM | λ_D (W/m·K) [Norma] | DoP CE |
| Altri indicatori | | | |
| Rivestimenti termoriflettenti | | | |
| Tipo 1 | | | |
| <p>Tillica Pasta [Natural Calk]: “Sistema Tillica Pasta” <i>RASANTE: Miscela di grassello di calce stagionato secondo normative UNI EN459-1 e silicio amorfo (aerogel nanotecnologico)</i> <i>FINITURA: Per mantenere le caratteristiche del prodotto, è rigoroso l’uso dei prodotti della linea Natural Calk</i> <i>s = mediamente 5 mm</i> Emissività termica ϵ 0,43 ASTM C 1371-04 a Riflettanza solare media Ps 0,96 ASTM 1980-11 Indice Riflettanza Solare SRI -</p> <p><i>Comportamento termofisico</i> Effetto combinato di resistenza termica (silicio amorfo-aerogel nano tecnologico) e riflettanza (dimensione nanometrica dei pori)</p> | <p>Asserzione ambientale 0,0020 autodichiarata, s.d. [valutazione conducibilità SI (non soggetta secondo prodotti termoriflettenti il produttore a verifica UNI 16012:2015)] per assenza di sostanze tossiche certificata con Rapporto di prova eseguito da CATAS) VOC esente</p> | <p>SI [102-CPR-T]</p> | |
| <p>CONDUZIONE La silice è un cattivo conduttore di calore. La dimensione nanotecnologica delle particelle di aerogel riduce i punti e le superfici di contatto e quindi ulteriormente la trasmissione del calore per conduzione. L’aria presente nei nanopori è da considerarsi secca, perché la silice è idrofobica e altamente traspirante, e contribuisce all’isolamento.</p> <p>CONVEZIONE e IRRAGGIAMENTO Il grassello di calce giunto a maturazione diviene riflettente e riduce accumulo di calore. La dimensione nanometrica dei pori dell’aerogel impedisce il movimento dell’aria, blocca l’energia cinetica, per cui non si avrà trasmissione del calore per convezione e irraggiamento</p> | | | |
|  | | | |
| Tipo 2 | | | |
| <p>Manti Ceramic – Alta densità [Múszer Automatika] <i>RASANTE: Miscela di microsferi ceramiche a granulometria variabile (nano e micro) contenenti aria sottovuoto e rivestite da un materiale speciale che permette loro di riflettere l’onda termica, immerse in un legante non volatile a base acquosa</i> <i>FINITURA: Rete e intonachino</i> <i>s = 2-10 mm</i> Emissività termica IE 85.5% EN 15976 Riflettanza solare SR 88.4% ASTM C1549 Indice Riflettanza Solare SRI 111,5% ASTM E1980</p> <p><i>Comportamento termofisico</i> Effetto combinato di resistenza termica (microsfere ceramiche cave e vuote) e scudo termico (riflettanza del rivestimento)</p> | <p>Asserzione ambientale 0.0019* autodichiarata 29.07.2020 [metodo sperimentale SI (non soggetta secondo ISA 001/2008)] il produttore a verifica per assenza di sostanze tossiche certificata con TÜV SÜD)</p> | <p>SI 02.08.2021 SI</p> | |
| <p>IRRAGGIAMENTO La trasmissione del calore per irraggiamento è inibita dal contributo prevalente generato dal trattamento riflettente delle pareti delle microsferi ceramiche, sia esterne che interne. Le prime, intercettano la radiazione infrarossa incidente e la riflettono innescando fenomeni di smorzamento per via delle stesse azioni indotte nelle particelle contigue. La radiazione trasmessa entro la cavità vuota per effetto di riflessioni multiple riduce la sua entità. Il calore assorbito dalle pareti sarà dissipato per emittanza sia verso l’esterno della microsfera che verso l’interno e quindi la radiazione termica smorzata per effetto di fenomeni di riflessione secondari.</p> <p>CONVEZIONE Il calore che entra nella cavità non potrà essere trasmesso per convezione perché all’interno della microsfera c’è il vuoto e nessun fluido in movimento.</p> <p>CONDUZIONE e CONVEZIONE La radiazione infrarossa incidente sulla parete della microsfera che non viene riflessa o assorbita sarà trasmessa per conduzione alle altre tramite i punti di contatto (ridotti perché le particelle sono sferiche) e per convezione tramite i pori nanometrici presenti fra stesse. La ceramica delle microsferi è un materiale isolante.</p> | | | |
|  | | | |
| <p>Acronimi DoP (Dichiarazione di prestazione); s.d. (senza data). Nota ¹Nella selezione non è stato riportato il rivestimento termoriflettente Afontermo di AfonCasa per carenza di informazioni sulla composizione della miscela (inerti termici naturali e resine pregiate) e sul principio nanotecnologico e Natural Lime della NanoSilv per la mancata documentazione delle prerogative per accedere ai requisiti statali, al momento solo dichiarata.</p> | | | |

Se ne sono individuati di due tipi: uno che associa materiali termocoibenti, aerogels, e termoriflettenti, grassello di calce, incrementando la presenza d'aria ferma mediante l'uso di nanotecnologie; l'altro che sfrutta la resistenza termica di microsferi isolanti cave e vuote e lo scudo termico indotto dal loro rivestimento riflettente e dalla tecnologia del vuoto.

La selezione operata fra una decina di prodotti si è ridotta poi a due, uno per tipo, poiché, oltre a disporre delle condizioni prescritte per accedere agli incentivi statali con una documentazione recente ed esplicativa, hanno evidenziato un profilo produttivo sostenibile lungo il ciclo di vita, almeno "dalla culla al cancello".

Il loro funzionamento è accomunato da una risposta poliedrica alle componenti del flusso termico: irraggiamento, convezione, conduzione, pur se sfruttando tecnologie differenti. Ciò grazie a brevetti che si sono orientati verso approcci proattivi alla qualità ambientale.

La simulazione ha inteso comparare l'efficacia delle soluzioni selezionate prendendo in esame la conducibilità misurata sulla base di norme o di criteri sperimentali che tengono conto anche della riflettanza, se pure come evidenziato dal comportamento descritto gli effetti sulla riduzione del carico termico vanno ben oltre gli effetti di questo parametro termofisico, pur modificato, e occorrerebbe affrontare la loro risposta dinamica mediante un programma di prove sperimentali mirato a misurare il contributo dato alla riduzione non soltanto della conduzione ma anche di convezione e irraggiamento.

PRIMA SIMULAZIONE – TILLICA PASTA

L'utilizzo del rivestimento termoriflettente della Natural Calk TILLICA PASTA ha evidenziato la possibilità di ottenere il salto di due classi energetiche (da classe D a classe B) dell'Appartamento P1 (1) nel caso in cui si considerano tutti gli appartamenti limitrofi con impianto simulato (Fig. 7/7.1). Altrimenti, nell'ipotesi in cui li considerassimo non climatizzati, non otterremmo il risultato richiesto dagli incentivi statali col solo intervento trainante (da classe E a classe D) (Fig. 7/7.2).

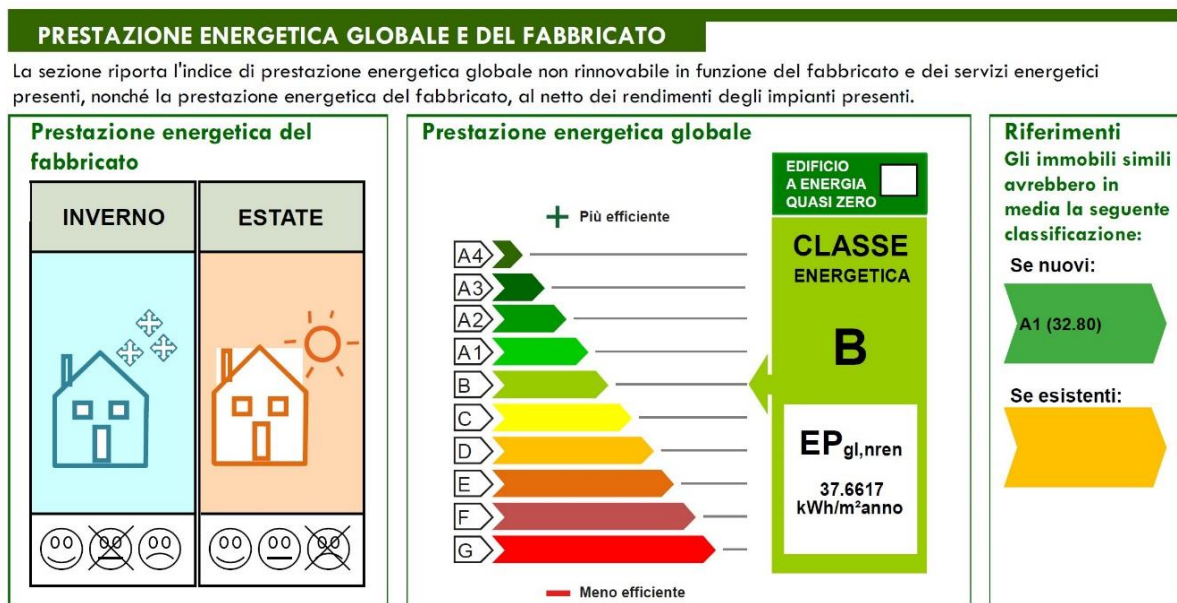


Figura 7.1. APE nell'ipotesi di utilizzo del rivestimento TILLICA PASTA con locali contigui climatizzati - © Elaborazione autori.

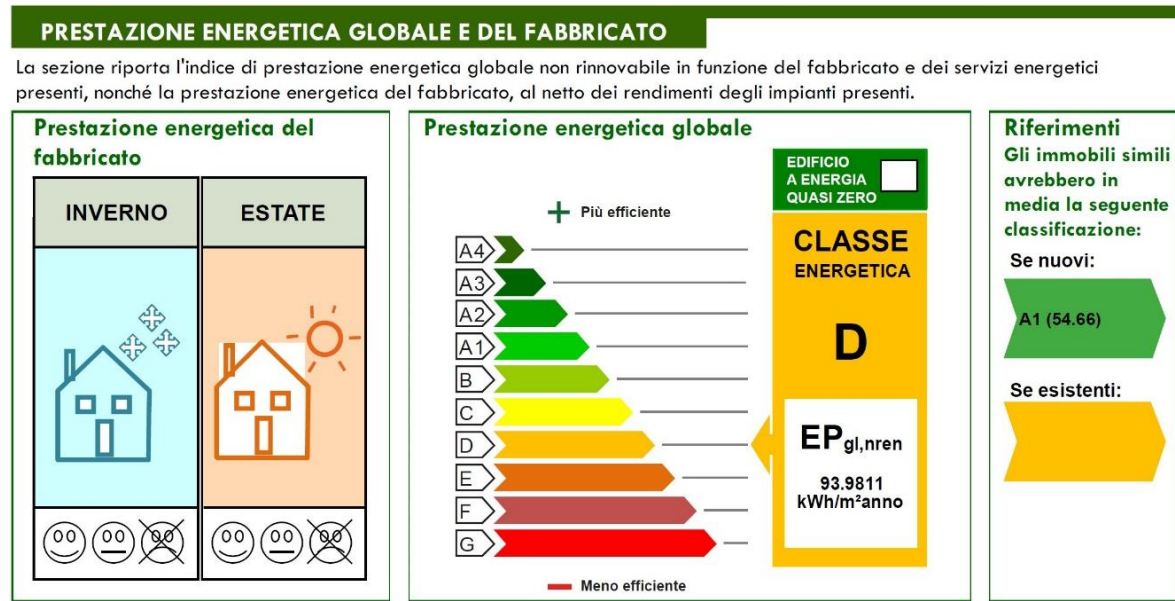


Figura 7.2. APE nell'ipotesi di utilizzo del rivestimento TILICA PASTA con locali contigui non climatizzati - © Elaborazione autori.

SECONDA SIMULAZIONE - MANTICERAMIC AD ALTA DENSITÀ

L'utilizzo del rivestimento termoriflettente della Múszer Automatika, analogamente a quanto ottenuto con la prima simulazione, ha evidenziato la possibilità di ottenere il salto di due classi energetiche (da classe D a classe B) dell'Appartamento P1 (1) nel caso in cui si considerano tutti gli appartamenti limitrofi con impianto simulato (Fig. 8/8.1). Altrimenti, nell'ipotesi in cui li considerassimo non climatizzati, non otterremmo il risultato richiesto dagli incentivi statali col solo intervento trainante (da classe E a classe D) (Fig. 8/8.2).

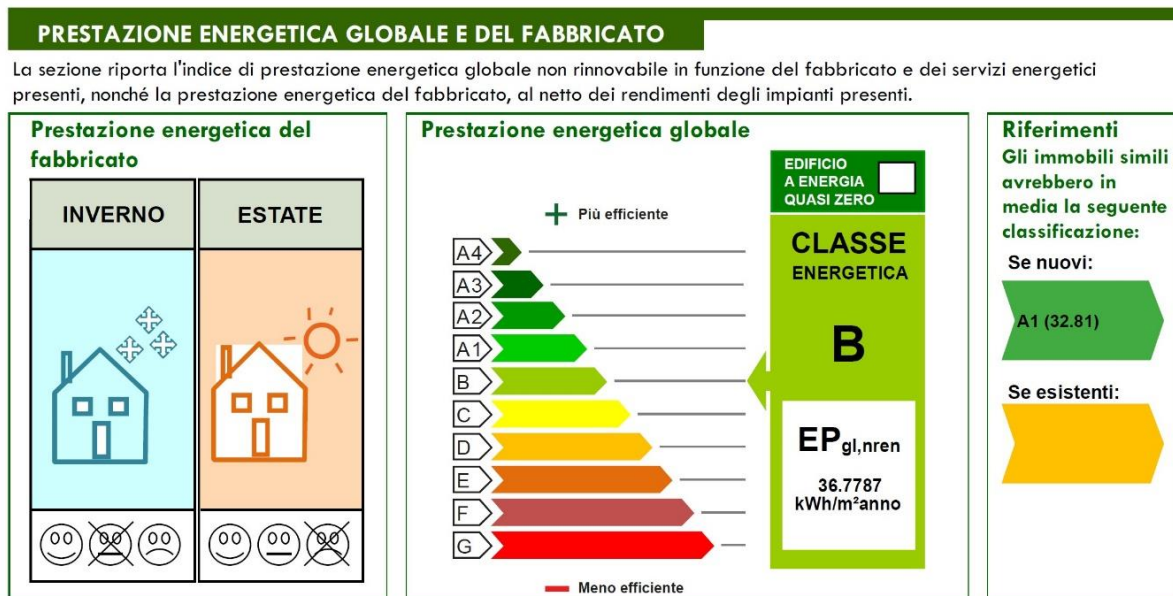


Figura 8.1. APE nell'ipotesi di utilizzo del rivestimento MANTICERAMIC con locali contigui climatizzati - © Elaborazione autori

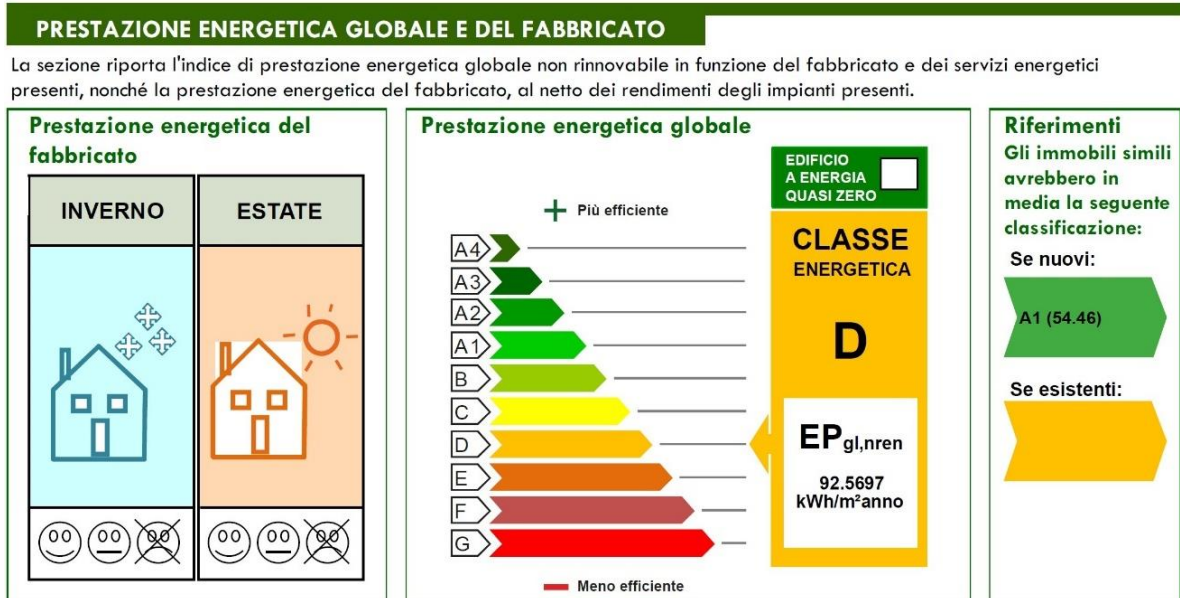


Figura 8.2. APE nell'ipotesi di utilizzo del rivestimento MANTICERAMIC con locali contigui non climatizzati - © Elaborazione autori

Una remora ulteriore a fronte degli isolanti sottili termoriflettenti è il loro costo elevato.

Si è effettuata una valutazione economica degli interventi proposti con i due prodotti (Tab. 2), affiancando alcune riflessioni i cui effetti non possono essere forse stimati nella loro interezza. Certamente una riduzione/eliminazione di tutti gli oneri derivanti da opere edili necessarie in caso di isolanti convenzionali; rifare una finitura, che per caratteristiche conferisce un profilo prestazionale adeguato alle richieste normative, ha un impatto assai diverso dall'essere costretti, dall'incremento di spessore delle pareti perimetrali esterne, a sostituire serramenti e imbotti, accettare riduzioni degli spazi esterni di pertinenza, effettuare interventi correlati. Ma l'aspetto immateriale, difficile da quantificare economicamente, che più di altri dovrebbe motivare la scelta è la possibilità di effettuare un intervento conservativo nel rispetto delle prerogative impresse all'organismo architettonico dal progettista originario. Mario Ridolfi è l'espressione di un neorealismo che affonda le sue radici su una sincerità costruttiva che non stabilisce gerarchie fra le diverse componenti costruttive. A Messina lo studio delle tecniche di rivestimento, al momento solo ipotizzata, sembra suggerire l'uso di un intonaco Terranova, colorato in pasta, e più volte utilizzato laddove le murature sono state occultate. Negli anni è stata effettuata una manutenzione della quale non si è ancora ritrovata traccia. Il tema del restauro del Moderno e dei materiali che ne furono l'espressione è valutare la compatibilità degli isolanti non convenzionali di cui si è valutata l'efficacia e valutati i costi materiali con una finitura effettuata con l'intonaco Terranova ancora in produzione.

Tabella 2. Valutazione economica degli interventi

| | Prodotto | Principio | Sisolante [cm] | U _{parete} [W/m ² K] | APE convenzionale | Risparmio energetico | €/mq ¹ |
|---------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|--|---|----------------------|-------------------|
| | Azienda | λD isolante [W/mK] | Spessore [cm] | <0,38 W/m²K (zona B - ME) | EP_{gl,nren} [kWh/m²anno] | | |
| SDF | / | / | / | 0,45 | Classe D | / | / |
| | | | 50 | non verificata | 49,8435 | | |
| SIMULAZIONE 1 | Manticeramic ad alta densità | Rivestimento termoriflettente | 1 | 0,36 | Classe B | 26,2% | 129,00 |
| | Műszer Automatika | 0,0019 | 52 | verificata | 36,7787 | | |
| SIMULAZIONE 2 | Tillica pasta | Rivestimento termoriflettente | 0,7 | 0,37 | Classe B | 24,4% | 159,37 |
| | Natural Calk | 0,0020 | 49,2 | verificata | 37,6617 | | |

Acronimo SDF (Stato di fatto) Nota ¹ Costo valutato per lo spessore che ha garantito il salto di due classi energetiche.

4. Acquisizioni e futuri step della ricerca

Accertata l'opportunità di effettuare una riqualificazione energetica con isolanti non convenzionali, in termini tecnici ed economici, guardando all'assenza di ricadute tecniche e a un maggior rispetto dei valori immateriali, rimane da prendere in esame quanto ancora non è stato approfondito, forse per pregiudizio o per la loro recente comparsa sul mercato edile, che dovrebbe affiancare alla definizione di un modello termofisico in regime dinamico, adeguato a descriverne il comportamento complessivo, la misura della durabilità delle soluzioni coibenti per definire una cadenza manutentiva e uno studio di compatibilità sia col supporto sia con uno spettro di finiture che contempli anche l'intonaco Terranova. In questa direzione ci riproponiamo di procedere a breve nella ricerca operativa indispensabile per provare a rispondere a interrogativi aperti (sia in termini di simulazioni energetiche più adeguate alle peculiarità dell'involucro sia effettuando prove sperimentali su riproposizioni della soluzione originaria).

Il retrofit del contemporaneo rappresenta d'altronde una sfida per la buona progettazione, implicando il riconoscimento in tempo reale dell'oggi, dei suoi valori e della sua capacità testimoniale nella vita dell'uomo. La ricerca in atto e i suoi sviluppi in prospettiva si propone un "rinnovamento" anche per le amministrazioni, a cui compete non soltanto l'introduzione di meccanismi economicamente incentivanti, ma soprattutto la possibilità di contemplare modelli innovativi meno diffusi a maggior tutela del patrimonio architettonico, e per i progettisti, che debbono essere ispirati dalla capacità critica, oltre che tecnica, di considerare i fattori che definiscono la complessità come peculiarità anche del patrimonio di edilizia sociale da non considerare inferiore. L'applicazione in tali contesti di pratiche largamente diffuse non risulterebbe efficace se si intendesse seguire il principio del rinnovare senza tradire valori didattici, ideologici, evocativi presenti nell'esempio assunto quale emblema metodologico, al fine di tramandare alle future generazioni una memoria architettonica autentica.

Referenze

- [1] Bonelli, R. Portoghesi, P. (a cura di) (1966) Leon Battista Alberti. De Architectura. Trattati di architettura, Volume secondo, «Restauro degli edifici», Libro X pp. 866-1002. Edizioni Il Polifilo, Milano.
- [2] L.N. 27.12.1997 n. 449, «Misure per la stabilizzazione della finanza pubblica» art. 1 c. 5 e 6.
- [3] L.N. 27.12.2006, n. 296, «Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato» art. 1, c. da 344 a 349.
- [4] D.L. 19.05.2020, n. 34 detto "Decreto Rilancio".
- [5] D.L. 07.2020, n. 76 recante «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale».
- [6] Currò, G. (in stampa 2022) L'architettura italiana 1945-1976: un'eredità Moderna da conoscere, tutelare e valorizzare, 2030 d.C. Proiezioni future per la progettazione sostenibile, Gangemi International, Roma.
- [7] Fondo Ridolfi-Frankl-Malagrìcci. <https://www.fondoridolfi.org/> (ultimo accesso maggio 2022).
- [8] C.N.R. (a cura di). (1946). Manuale dell'architetto. C.N.R.-U.S.I.S. Roma.
- [9] INA Casa. Piano Incremento occupazione operaia. Case per lavoratori. Guida per l'esame dei progetti delle costruzioni INA Casa da realizzare nel secondo settennio, III Fascicolo. Roma 1956.
- [10] Cernaro, A. Fiandaca, O. (2022) Isolanti termici nanotecnologici: opportunità o inadeguatezza per la riqualificazione energetica dell'esistente. In *Tecnology, energy and environment in construction*. Editors J.C. Carrasco et al. (Universitat Politècnica de València). Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L. Valencia.
- [11] ANIT (2021). CAM e Superbonus 110%. <https://www.anit.it/publicazione/cam-e-superbonus-110/> (ultimo accesso giugno 2021).
- [12] ENEA (2020). Nota sulla prestazione dei materiali isolanti aggiornata al 2.12.2020. https://www.energia.enea.it/images/detrazioni/Avvisi/NOTA_ENEA_MATERIALI_ISOLANTI_101220.pdf (ultimo accesso luglio 2021).
- [13] ANIT (2020). Materiali isolanti e Superbonus 110%. <https://www.anit.it/materiali-isolanti-e-superbonus-110/> (ultimo accesso luglio 2021).

Ancient Monastery of S. Spirito in Bergamo: the rebirth

Beatrice Bolandrini - Fondazione Istituti Educativi Bergamo (FIEB), Bergamo, Italia,
conservatore@istitutieducativi.it

Roberta Grazioli - Direttore restauri; Bergamo, Italia

Simone Tribbia - Direttore tecnico Ars Restauri, Bergamo, Italia

Abstract: The restoration of the ancient monastery of S. Spirito, which overlooks via Tasso, one of Bergamo's main road axes, has made it possible to rediscover cycles of intact sixteenth-century frescoes in three of the rooms on the ground floor overlooking the two spectacular cloisters. Unfortunately over the centuries the improper use of the complex, including a hotel up to a few decades ago, has distorted the original vocation of the double monastery, founded in 1311 and first entrusted to the Celestines who were replaced by the Augustinians in 1476. The recovery intervention proved to be particularly challenging given the precarious conditions of the entire structure, which began in 2021 and is still underway. It also provided for the recovery of the paintings placed in the original refectory and of an entire cycle of frescoes dedicated to St. Augustine, torn in 1928 to be placed on canvas, as well as its relocation to its original location on the vault and along the walls of the main hall of the building, thanks to the use of particularly innovative techniques that are intended to be shared in this prestigious Xth ReUSO Edition.

Keywords: Bergamo, S. Spirito monastery, torn fresco, relocation

Introduzione

La decisione di intervenire sul complesso di Santo Spirito a Bergamo per dar vita ad un recupero sostanziale, approvato e autorizzato dalla Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio per le province di Bergamo e Brescia, ha necessariamente comportato una preventiva verifica delle fonti ed un'approfondita analisi dello stato di conservazione.

La futura destinazione d'uso, ricettiva, è stata concepita nel rispetto dell'edificio, con l'intento di valorizzarne gli insperati ritrovamenti pittorici, come da espressa volontà della proprietà, Fondazione Istituti Educativi di Bergamo, che nel secolo scorso, in qualità di ente filantropico, ha ospitato un orfanotrofio proprio in questi spazi.

Purtroppo nel corso dei secoli l'uso improprio del complesso, tra cui un albergo fino a qualche decennio fa, ha snaturato l'originaria vocazione del cenobio doppio, fondato nel 1311 e affidato dapprima ai Celestini a cui subentrarono gli Agostiniani nel 1476. L'intervento di recupero si è rivelato particolarmente impegnativo viste le condizioni precarie dell'intera struttura, iniziato nel 2021 è tutt'ora in corso.

Per quanto concerne le fonti bibliografiche si dispone solo di scarse notizie edite in N. Gritti, *Il ciclo di affreschi dell'ex convento di Santo Spirito*, in F. Noris, N. Gritti (a cura di), *Ars et Caritas. La collezione d'arte degli Istituti Educativi di Bergamo*, Bolis Edizioni, Azzano San Paolo (Bg) 2007, pp. 121-138, mentre purtroppo le fonti d'archivio sono piuttosto lacunose e frammentarie.

Il contributo che viene presentato in questa sede è assolutamente inedito, e ha visto coinvolte professionalità diverse: Roberta Grazioli, direttore del cantiere per quanto attiene i restauri, Simone Tribbia, direttore tecnico di *Ars Restauri* che ha eseguito gli accurati

interventi sui dipinti murari, Beatrice Bolandrini, conservatore del patrimonio storico artistico della Fondazione Istituti Educativi Bergamo (FIEB), che si è occupata delle ricerche archivistiche, iconografiche e stilistiche. L'approccio multidisciplinare ha consentito di operare in sinergia, sviscerando quotidianamente le problematiche inerenti gli interventi e l'annosa questione relativa alla ricollocazione di un intero ciclo di affreschi strappato da Franco Steffanoni nel 1928 sulla volta e sulle pareti del salone principale.

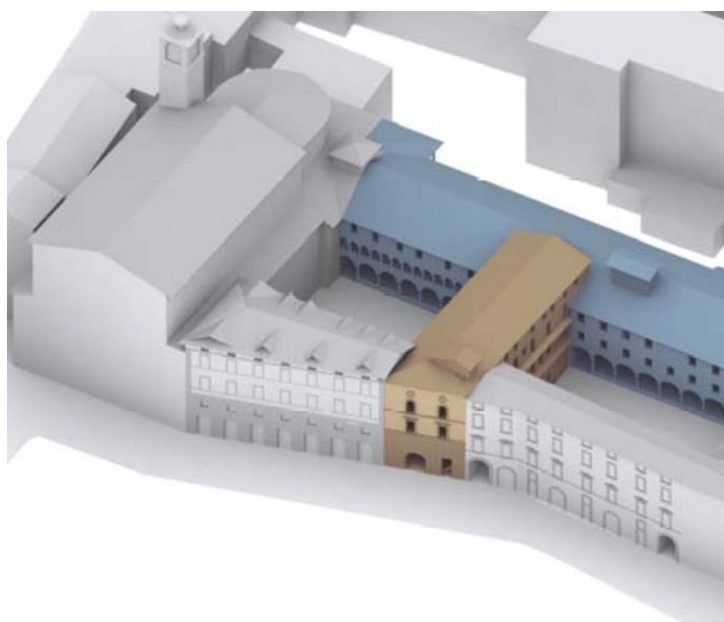
Si precisa che i lavori sono attualmente in corso con ritmi serrati e si prevede la loro conclusione nella primavera del 2023.

1. Le fasi di un restauro "impegnativo" ed insperato: problemi e tecniche innovative
(Roberta Grazioli, direttore restauri FIEB; Simone Tribbia, direttore tecnico Ars Restauri)

L'analisi conoscitiva degli ambienti interni all'ex monastero ha riscontrato un importante degrado da ascrivere a problemi di risalita capillare lungo le pareti e numerose infiltrazioni sulle volte.

L'indagine stratigrafica e delle stesure superficiali degli intonaci presenti ha rivelato una situazione composita, determinata, più che dalla successione storica delle acquisizioni e dell'opera di manutenzione del monastero, dai mutamenti di destinazione d'uso occorsi dopo la soppressione, che ne hanno di fatto decretato l'infausto declino.

Il campionamento messo in atto sulle superfici delle sale al pianterreno ha consentito di porre in luce le peculiarità compositive e materiche.



Le attività propedeutiche che hanno interessato i vari ambienti coinvolti sono state: la rimozione a secco di depositi superficiali incoerenti e parzialmente coerenti a mezzo di spazzole, pennellesse e spugne sintetiche, aspiratori; asportazione manuale di elementi incongrui; rimozione a secco dei depositi superficiali coerenti, delle macchie, delle patine e delle efflorescenze saline mediante pulitura a solventi (solvent organici, acqua deionizzata, solvent basici, chelanti) a tampone o impacco con compresse di materiale assorbente; rimozione di stucature e rasature; preconsolidamento localizzato dei problemi di adesione in corrispondenza di discontinuità e rigonfiamenti gravi con o senza velinatura,

ristabilimento dell'adesione tra il support murario, gli strati di intonaco preparatorio e l'intonaco dipinto, mediante iniezioni di maltina idraulica con esecuzione di salvabordi di servizio, alla stuccatura di crepe; consolidamento strutturale di sezioni lapidee ed intonaci gravemente distaccati mediante l'inserimento di microperni; stuccatura di fessurazioni, lesion, lacune di minime dimensioni; stuccatura di adeguamento dei vecchi rappezzi; tinteggiatura e intonacatura a legante carbonato ex novo.



Ingresso su via Tasso

Nel salone principale, cui si accede dopo aver oltrepassato l'androne d'ingresso, si è conservata un'accurata orditura lignea con cui sono realizzate anche le parti decorative in aggetto (cornice, capitelli) ancorate per mezzo di chiodi forgiati a testa tonda infissi a caldo. La cornice è coperta da rasatura in gesso ed i sondaggi hanno fatto emergere una stesura aranciata a calce intermedia, ad imitazione del cotto che costituisce i conci a stampo del cornicione.





Questo ambiente è indubbiamente il più suggestivo, ma che si è rivelato anche il più impegnativo, richiedendo mesi di studi, indagini ed approfondimenti.

I sondaggi compiuti sulle pareti hanno consentito di riscontrare sovrammissioni di stesure rilevate in relazione anche alle preesistenze riscontrate nelle altre sale. La copertura è suddivisa in otto spicchi che a loro volta scandiscono sulla parete dodici lunette delimitate da una cornice con motivi a foglia d'acanto. È emersa una netta cesura tra l'intonacatura delle pareti sottostante il fregio, eseguita con la stessa sequenza di arriccio paglierino-intonaco paglierino-tinta a calce ocra riscontrata negli altri ambienti e l'intonaco della volta, a legante carbonatico, grigio chiaro, comparabile con quello più antico individuate nell'ingresso e con quello sulla volta della Galleria.

Nel salone principale una volta ultimate le suddette operazioni si è previsto il ricollocamento degli affreschi di inizio Cinquecento strappati nel 1928. Indubbiamente questa tipologia di intervento ha creato non pochi problemi e la soluzione ottimale per la messa a dimora è stata individuata nel sistema reversibile magnetico, previo riporto su supporto strutturale volumetrico.

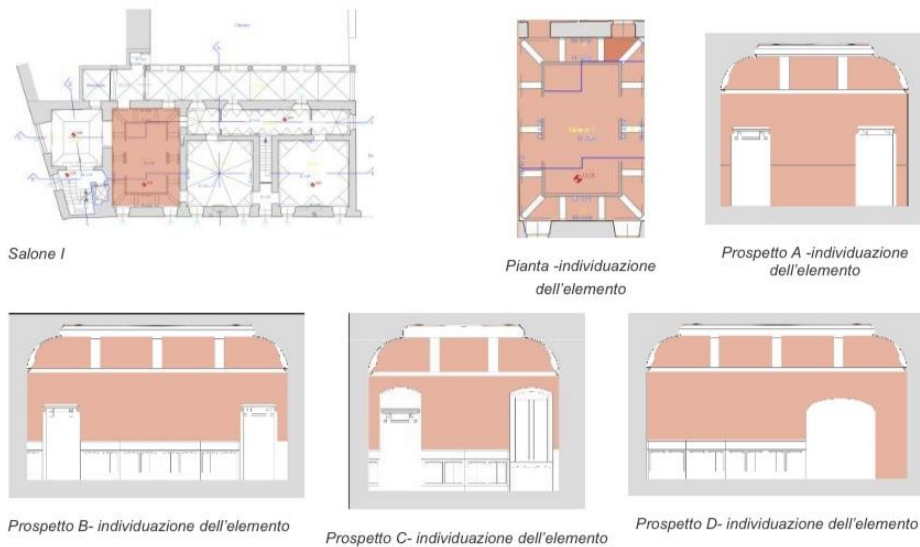
Per svariati decenni i dipinti strappati hanno subito condizioni di totale abbandono, tanto che sono stati individuati gravi danni per corrosione da dilavamento ed abrasione meccanica a seguito delle operazioni di strappo, fenomeni di distacco e esfoliazione, presenza di depositi di particellato e nerofumo incoerenti.

La pessima conservazione successiva allo strappo ha esposto le opere ad aggressioni microbiologiche, nonché alla formazione di patine biancastre. La decisione di intraprendere un sostanziale restauro e la ricollocazione nella loro sede originaria ha significato ideare un progetto di restauro indubbiamente ambizioso ed altrettanto impegnativo, che ha previsto (e prevede dal momento che è attualmente in corso): - messa in sicurezza delle parti a rischio di distacco per consentire le operazioni di trasporto, - distacco delle opere dal supporto ed il riporto su supporto strutturale tridimensionale costruito sulla base del rilievo volumetrico delle singole sedi, - revisione dei supporti tessili, - disinfezione con prodotti a largo spettro, - operazioni di riporto su nuovo supporto

costituito da pannelli multiflex autoportanti, - pulitura, - consolidamento, - stuccatura ed integrazione pittorica, - ancoraggio al supporto murario...

In occasione di questa decima edizione di ReUSO si è presentata la particolare proposta dei supporti sperimentati recentemente a Napoli nella Chiesa di San Filippo Neri, scelta dettata principalmente dalla complessa superficie su cui gli strappi devono essere ricollocati, la tipologia degli interventi di restauro e la ricerca storico artistica dedicata ai dipinti di particolare pregio, dimenticati per secoli e oggi, finalmente, non solo riscoperti ma resi fruibili (entro la primavera del 2023).

Sul soffitto andranno ricollocati a breve tre strappi di dimensioni imponenti: un tondo centrale con il *Cristo Benedicente* del diametro di 3,5 metri e due completamenti laterali con Angeli corredati dai simboli della Passione per un totale di oltre 5 metri di superficie dipinta. Attualmente gli strappi sono in fase di restauro e stanno emergendo con sorpresa e soddisfazione le cromie originali. Sulla volta del salone in quattordici vele trovavano invece posto altrettante storie dedicate alla vita di *S. Agostino*, mentre concludevano la decorazione lesene a candelabre e alcuni fregi monocromi fitomorfi, che andranno ricollocati con un leggero incasso per offrire una lettura unitaria ed armoniosa all'insieme.



Nell'ambiente adiacente e in quello successivo è emersa una raffinata decorazione sulla volta, oltre che un elegante cornicione in cotto che ha resistito alle pesanti manomissioni dei secoli scorsi. Un'attenta analisi degli spazi ha riscontrato la medesima netta cesura tra l'intonacatura delle pareti sottostante il fregio, eseguita con la stessa sequenza di arriccio paglierino-intonaco paglierino - tinta a calce ocra riscontrata anche nelle altre sale, e l'intonaco della volta, a legante carbonatico, grigio chiaro, comparabile con quello più antico individuato nell'ingresso e sulla volta della Galleria. Anche in questi due locali, come nel salone principale, non è presente cocchiopesto nell'impasto. Le pareti sono state rovinosamente coperte da carta da parati a finto tessuto, rimossa. La verifica per battitura ha evidenziato aree di distacco o discontinuità in profondità, che non hanno però compromesso la stabilità, anche se l'indagine stratigrafica ha evidenziato una discreta tendenza della malta alla disgregazione causata soprattutto dalla scarsa quantità di legante. La presenza di malte cementizie e delle soprastanti rasature a gesso ha comportato un'accentuazione del degrado con la dissoluzione e migrazione di sali solubili presenti nei materiali costitutivi e conseguente insorgenza di fenomeni di efflorescenza salina, corrosione, disgregazione e polverizzazione degli intonaci.



Intonaco sotto la tappezzeria



Degrado da risalita sotto la boiserie



Manomissioni per gli impianti



Distacchi di intonaco



Intonaco cementizio



Tracce di impianti sotto la tappezzeria

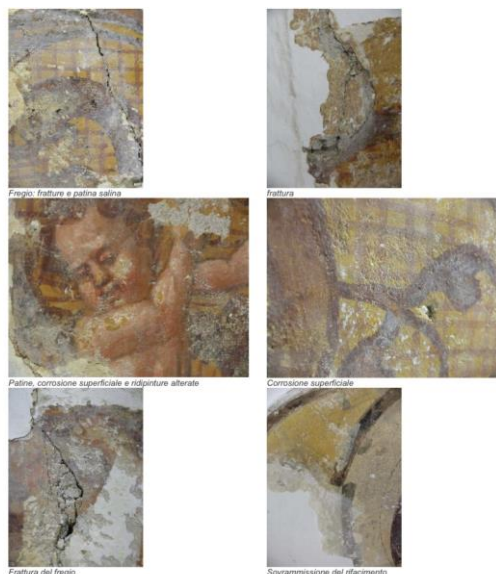
In entrambi gli ambienti, grazie ad interventi mirati è stato possibile non solo consolidare le pareti ed il fregio di particolare interesse, ma è emersa una decorazione molto delicata che riprende il complesso concetto dei nodi di vinciana memoria.



Particolare della volta e del fregio in cotto di un salone al pianterreno

Tra le scoperte più interessanti dal punto di vista pittorico vi è la Galleria, un locale stretto e lungo cui si accede dal salone principale e che affaccia sugli altri due ambienti affrescati recuperati in questi mesi. Lo spazio culmina in una volta unghiata che scandisce una serie di lunette sui quattro lati, sotto le quali corre una cornice in cotto, analoga alle altre, seppur con decorazioni leggermente diverse. Da una testimonianza fotografica del 2005 ad opera dell'arch. Angelini risultava la presenza di due frammenti pittorici appartenenti ad un fregio sotto la cornice ed un tondo con un alto prelato sopra la seconda porta del lato sud est, rimaste in evidenza per tutto il tempo in cui nei locali vi era un albergo.

La campagna attivata in quest'occasione ha definito l'estensione dell'apparato decorativo, assolutamente di pregio, di in cui sono emerse intriganti novità, del tutto inaspettate: un affascinante fregio con figure antropomorfe quasi integro, raffinati profili monocromi nelle lunette superiori e una rappresentazione di *Sant'Agostino*. Anche qui sono riconosciute pregresse operazioni di strappo che non hanno comunque asportato completamente lo strato pittorico, permettendone una soddisfacente lettura.



L'intonachino appare sapientemente dosato e liscio, mentre il disegno preparatorio è eseguito con linee di incisione a sezione quadra che tracciano le partiture architettoniche ed i contorni: alcuni distacchi tra intonaco ed arriccio hanno evidenziato i tracciati preparatori

eseguiti su quest'ultimo prima della stesura dell'intonaco. Tratti ben più sottili ed appuntiti sono stati utilizzati per definire i particolari.

Sulla parete prospiciente l'ingresso trovava posto un grande affresco con *Sant'Agostino* che dona la regola agli agostiniani, ma la figura del protagonista è andata pressochè perduta, mentre sono sopravvissuti alcuni personaggi sul lato destro.

L'intervento in questo ambiente si è rivelato particolarmente laborioso, soprattutto a causa dell'adattamento funzionale a cucina in passato: si potevano osservare le tubature inserite nella muratura demolendo maldestramente intere porzioni di intonaco e cornice, pistrellatura alle pareti, cavi. Inoltre in corrispondenza delle sezioni inferiori e intorno alle aperture l'intonaco a calce è stato grossolanamente sostituito con intonaci cementizi.

Il permanere di umidità di risalita e la presenza di materiali antitraspiranti hanno comportato l'estensione di fenomeni di efflorescenza e criptoflorescenza salina: si osservavano durante le fasi propedeutiche di intervento efflorescenze cotonose bianche fuoriuscire dai giunti fra le piastrelle. Gravi infiltrazioni avevano comportato la disgregazione degli intonaci, il sollevamento per esfoliazione di tutte le stesure superficiali...

Dunque a causa dei numerosi danni perpetrati le superfici pittoriche apparivano seriamente compromesse, ma nonostante ciò con meticolosità è stato possibile un recupero quasi totale del fregio e delle lunette, di cui si comunica in questa sede per la prima volta.

Analogamente anche il recupero del cornicione in cotto è stato piuttosto complesso a causa delle lesioni e delle numerose manomissioni che lo interessavano.

2. Gli affreschi svelati dell'ex monastero di Santo Spirito

Beatrice Bolandrini

L'intento principale di questo contributo è quello di far conoscere due cicli di affreschi di cui si erano sostanzialmente perse le tracce e che non sono mai stati esposti al pubblico dopo gli anni Venti del Novecento, proponendo alcune riflessioni in ambito stilistico ed iconografico, e rinviando ad altra sede un approfondimento sui due saloni che affacciano sulla Galleria e sul refettorio (è in corso il restauro degli affreschi).

Nel caso di quanto verrà ricollocato nei prossimi mesi nel salone principale del complesso di Santo Spirito, un tempo noto anche come foresteria del monastero, si tratta di dipinti che prima di essere restaurati versavano in pessime condizioni nei depositi della Fondazione Istituti Educativi. Quando nel 1928 furono strappati dal restauratore Franco Steffanoni e posti su imponenti telai lignei, già se ne evidenziava il precario stato di conservazione, il che ne decretò di fatto il totale abbandono fino alla recente manifesta volontà di prendersene cura e di ricollocarli nella loro seppur complessa sede originaria.

Il ciclo si compone di quattordici riquadri monocromi dedicati alle *Storie di Sant'Agostino*, ideati per la volta ribassata, intervallati da lesene, nello specifico per la curvatura in prossimità del soffitto, su cui trovavano posto il *Cristo Benedicente* e gli *Angeli con i simboli della Passione*. Lungo le pareti vi erano inoltre dei fregi anch'essi monocromi che dopo un'attenta pulitura si sono rivelati di una struggente bellezza.



Particolare del fregio (strappato) durante la fase di pulitura

Se si osservano le *Storie*, al di là di un minimo scarto qualitativo tra i singoli riquadri, si percepisce un linguaggio unitario, rafforzato dal comune intento narrativo, particolarmente riuscito nelle scene corali descritte nei minimi particolari, che calamitano lo sguardo dei fruitori.

Gli episodi sono quattordici e raffigurano: *il commiato dalla madre; Sant'Agostino lascia l'Africa; la predica di sant'Ambrogio a Milano; la conversione di Sant'Agostino, il battesimo di Agostino da parte di Ambrogio; il ritorno in Africa di Sant'Agostino, la morte della madre di Agostino; Sant'Agostino nominato coadiutore del vescovo di Ippona, la disputa di sant'Agostino; la consegna della Regola agostiniana, la morte di Sant'Agostino, la traslazione della salma, il corteo di re Liutprando, l'arrivo della salma a Pavia.*

Per quanto concerne l'attribuzione di questi affreschi pare pleonastico ribadire quanto gli storici locali si siano sbizzarriti in passato, tanto da scomodare persino il celebre Lorenzo Lotto che a Bergamo era di casa almeno fino al 1525, e dove lasciò uno dei suoi capolavori proprio nell'adiacente chiesa di Sant'Agostino (P. Locatelli, 1867, p. 132).

Archiviata l'ipotesi attributiva a Lotto solo nel 1953 (A. Boschetto, 1953, p. 105), nel 2007 Gritti, all'interno del volume pubblicato dalla Fondazione Istituti Educativi, proponeva il nome di Jacopino Scipioni esclusivamente su basi stilistiche (N. Gritti, 2007, p. 134).

Purtroppo le opere certe di questo artista sono davvero limitate, troppo per cercare di delinearne un catalogo plausibile.

Personalmente ritengo che il ciclo debba prevedere la presenza di più artisti che lavorassero contemporaneamente sia in questo salone sia nella Galleria recentemente riscoperta.

Il rinvenimento della data 1526 dipinta proprio qui, in un angolo di una lunetta, si è rivelato fondamentale per scardinare l'ipotesi consolidata, anche se di fatto mai confermata dalle fonti archivistiche, di una datazione ancora tardo quattrocentesca dei pochi lacerti noti prima di questo corposo intervento.

Se pensiamo al fermento culturale che animava Bergamo nel terzo decennio del Cinquecento non appare affatto inconsueto che la decorazione fortemente voluta dagli agostiniani fosse stata pensata con intenti palesemente autocelebrativi e che sia avvenuta ad opera di un'unica équipe di artisti di alto livello.

Le decorazioni della Galleria sono quelle oggettivamente più intriganti dal punto di vista iconografico. Nelle lunette si percepiscono appena i profili all'antica inscritti in tondi, che rimandano ad un'impaginazione aulica che predilige letterati e personaggi di spicco dell'antichità e dell'Umanesimo.

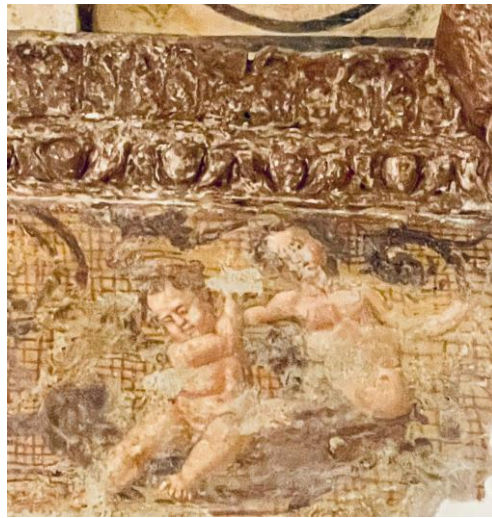
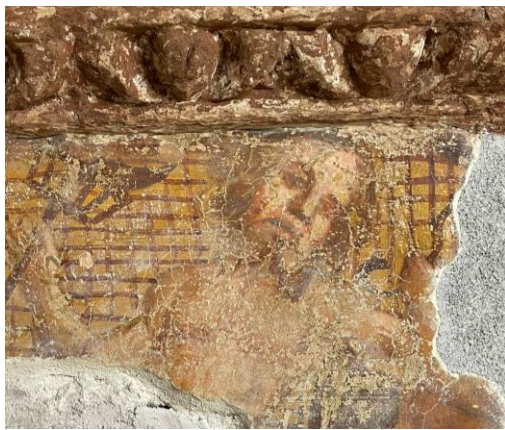


Nonostante siano state tutte oggetto di un brutale strappo, si intuisce comunque una tecnica attenta e raffinata, che induce ad interrogarsi in modo più approfondito sulle maestranze attive in questo cantiere nel terzo decennio del Cinquecento.

Se da un lato l'iconografia del ciclo del salone appare di una confortante semplicità e di una sostanziale aderenza alle scritture sacre, quello che incuriosisce e fa riflettere maggiormente sono i fregi monocromi a grottesca nel salone e nella Galleria.

Nel primo caso troviamo un rincorrersi di figure mitologiche antropomorfe, arcigne arpie e morbidi putti a cavalcioni di mostri dalle lunghe code di drago.

Analogamente il fregio della Galleria stupisce per la scelta iconografica, quantomeno inconsueta per un monastero, prevedendo anche qui figure antropomorfe, arpie, canestre di frutta e solo raramente qualche simbolo cristologico.



Particolari del fregio della Galleria



Particolare delle lunette e del fregio della Galleria

Il tema delle grottesche nel Cinquecento, per quanto affascinante, gode ancora oggi di studi quasi esclusivamente circoscritti ai casi più noti, che comunque sono cronologicamente più tardi rispetto ai nostri, basti pensare alle soluzioni assolutamente innovative introdotte sul soffitto della Sala di Perseo a Castel Sant'Angelo nel 1545 circa da Pietro di Giovanni Bonaccorsi, più noto come Perin del Vaga, o ancora alle proposte irriverenti di Cesare Baglione e Prospero Fontana nei numerosi cantieri in cui sono stati protagonisti a metà secolo.

In questo monastero bergamasco di fatto non si palesa Lorenzo Lotto, ma è innegabile percepirne una presenza indiretta attraverso questa sorta di rebus che anima le pareti.

4. Conclusioni

I cospicui interventi di restauro che hanno coinvolto l'ex monastero di Santo Spirito a Bergamo da un lato restituiranno a breve alla città (e non solo) una parte di patrimonio che si riteneva perduta in seguito allo stato di abbandono degli ultimi decenni, ai rimaneggiamenti strutturali e alle pesanti ridipinture degli interni, dall'altro lato hanno consentito di sperimentare, sotto l'occhio attento e vigile della Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio per le province di Bergamo e Brescia, tecniche innovative e sperimentali. Il rinvenimento della data 1526 su una lunetta nella Galleria, l'armoniosa cifra stilistica che pervade tutti gli affreschi scoperti durante questo restauro e che si estende a quelli strappati nel 1928 e recuperati, ha permesso inoltre di fare nuova luce sulle presenze di artisti a Bergamo nel terzo decennio del Cinquecento, contestualmente alla fervida attività di Lorenzo Lotto in città ed in provincia.

Riferimenti bibliografici

Il contributo qui presentato è il risultato degli interventi di restauro e dell'approfondimento storico artistico legato al ciclo di affreschi dell'ex monastero di Santo Spirito, ed è inedito. La pubblicazione di un volume appositamente dedicato al recupero funzionale dell'edificio, è prevista nella primavera del 2023.

Il valore dell'uso e della manutenzione programmata per gli immobili storici di pregio architettonico: il caso del Castello di Quaglietta in Campania (Italia)

The value of use and scheduled maintenance of historical buildings with architectural interest: the case study of the Quaglietta Castle in Campania (Italy)

Basile Eliana – Università degli studi di Napoli “Federico II”, Napoli, Italia, elianabasile@live.it

D'Angelo Gigliola – Università degli studi di Napoli “Federico II”, Napoli, Italia, gigliola.dangelo@unina.it

Abstract: The work presented aims to emphasise the importance of maintaining the heritage through the study of the castle and village of Quaglietta; it is important to recover an asset of historical and architectural character, but it is equally important to preserve it over time.

Another aspect dealt with is the reutilisation of the study area: the earthquake of 23 November 1980 had completely destroyed the castle and the village, so work was started in 1996 to restore the area which was completed in 2010.

Following the expropriation of the buildings forming part of the castle, new uses were assigned to both the existing and recovered areas, neglecting the real needs of the population. In fact, the area has no real economic attraction and has been abandoned; with the project proposal identified, the intention is to rebuild the bond that the population had with this area, a bond that was broken by the earthquake, by the consequent expropriation of the places and by mismanagement.

Through a knowledge of the places, carried out by means of a historical survey, SWOT analysis and questionnaires proposed to the population, it was possible to identify a new use for the areas of the village and Quaglietta Castle. Through the control of obsolescence, it was then possible to draw up a maintenance plan.

Keywords: restoration, maintenance of cultural heritage, regeneration of villages, cultural identity

1. Introduction

After the 23 November 1980 earthquake, thanks to funding under Law 219/81, the rush to reinforced concrete began, as a quick solution for trying to fill the sense of impotence and emptiness brought by the seism. This, on the other hand, led to the abandonment of the 'old' villages, the loss of the local building tradition and the historical identity of the village [1].

Thanks to the project 'The Villages of Tradition', the village of Quaglietta, subject of interest for this work, has been completely restored and re-functionalised; however, only twelve years after the completion of the work, the signs of decay and neglect are evident.

Starting from this issue, the actual state of degradation of the village was analysed and, in accordance with the Municipal Council's approval, a new function was set for it.

The following work is part of a Master's thesis in Construction Engineering in Building Recovery and Planned Maintenance at the Federico II University of Naples, supervised by Prof. Arch. Marina Fumo and Prof. Ing. Maurizio Nicolella.

The interest in the analysis of this case study stems from the sense of belonging to the village of one of the authors, now a graduate, Eliana Basile, and the need to bring to light the beauty of a forgotten territory by focusing on the rediscovery of the awareness of intangible values and the recovery of the historical heritage that the research group has been pursuing for many years.

Moreover, this work is intended to serve as a warning for future interventions on the historical and cultural heritage, at the same time acting as a warning case and a best practice project.

2. Geographical context

Within the Campania Region, among the Apennine mountains, on a cliff composed of sandstone, clay and limestone rock stands the village of Quaglietta, dominated by its ancient castle.



Figure 1. View of the castle and village after restoration work.

In 1928, the village of Quaglietta was unified with the neighbouring municipality of Calabritto, becoming a hamlet.

The municipality of Calabritto, in the province of Avellino, is located in Irpina, although from a geographical and historical point of view, it is situated in the Alta Valle del Sele (Upper Sele Valley).

The municipality of Calabritto has about 2125 inhabitants; it has a territorial extension of 56.33 km² and a population density for km² of 37.72 inhabitants/km².

The territory presents as a highly irregular highland, punctuated by reliefs and valleys, between which several rivers and springs flow; it is thanks to the abundance of water that

there is a wide variety of crops throughout the territory of Irpinia, which has allowed the development of many culinary traditions that differ greatly from village to village.

2. Historical hints on the fortified village

The phenomenon of encastellation, i.e. the emergence of defensive sites on hills and rocky reliefs and the construction of fortified settlements around the castle of the local lord, began with the disintegration of the Carolingian empire, between the 9th and 10th centuries. According to tradition, it was in the first half of 800 AD that Quaglietta Castle was built, by the Longobards of the Principato Citra of Salerno, in order to protect the territory from Saracen incursions from Agropoli^[2].

The distinctive features of this fortress were its security and inaccessibility due to the position of the rocky relief, which is in the middle of two natural depressions.

After the creation of the granite fortress, the first houses sprang up around it, giving rise to the Quaglietta settlement.



Figure 2. Overhead view of the area of interest.

Over the centuries, there have been many owners of the fiefdom, each of whom made different changes to the castle. Among the owners there was Count Roberto de Quallecta in 1150, and it was thanks to him that the Norman tower was built.

Between the end of the 12th and the beginning of the 13th century, the fief passed into the hands of the Filangieri family, who had the second wall built.

In 1597, by inheritance, the fief passed from Marcantonio de Rossi to Matteo dei Vicariis, and in 1782 Nicola de Vicariis sold the fief to Baron Gaetano del Plato.

Following the marriage, celebrated in the second half of the 19th century, of Count Antonio Viscido di Calabritto to Baroness Marianna del Plato, the castle of Quaglietta became part of the family patrimony and their descendants favoured the passage of the village of Quaglietta to the Calabritto municipality[2].



Figure 3. Spatial location, elements characterising the castle's construction.

3. Post-earthquake interventions

Quaglietta's medieval village was completely destroyed by the earthquake of 23 November 1980.



Figure 4. Comparison of the pre- and post-earthquake area.

In 1987 the Calabritto municipality presented a national competition for the recovery of the mediaeval village of Quaglietta using funds from Law 219/81. A number of professionals took part in this competition, and an ad hoc commission was appointed to evaluate the projects but, due to a lack of funds, the first prize was never awarded.

In 1994, with the change of municipal administration, the idea of recovering the mediaeval village was revived and, for greater design value, the Calabritto municipality formed a consortium with the municipalities of Castelvetere sul Calore, Taurasi and Volturara Irpina, delegating the Terminio Cervialto Mountain Community, territorially competent, to coordinate the design.

The project was entrusted to Prof. Arch. Massimo Pica Ciamarra.

The pilot section of the project 'The Villages of Tradition' aimed at recovering the four castles with the purpose of reusing the existing rooms in accommodation for rural tourism, workshops for the promotion of typical products and in small museums for the documentation of local emergencies.

The restoration work carried out can be considered 'light' and aimed at seismically upgrading the buildings with non-invasive structural techniques.

The improvement recovery was pursued through the use and reuse of local materials and was able to recover the building tradition and provide an indication, also didactic, to the local workers.

The requirements for the re-functioning and modernisation of the historic buildings also involved integration and replacement.

The restoration work on the village and the castle was completed in 2010, of the plots forming part of the village (forty-three) the external shell was restored and the internal layout modified; of these, eleven were converted into workshops, one plot into a restaurant and no less than 31 plots into accommodation. Of the latter, the furnishings were also designed. However, as of 2011, 26 of the 31 lodgings are unusable, as are the shop premises; the vast majority of the buildings show signs of decay, neglect and there has been no lack of vandalism.

The castle has not been exempt from this mismanagement: the rooms intended for cultural activities are unusable and even access to the area has become difficult.



Figure 5. Degradation of the interior.



Figure 6. Signs of carelessness shown at the castle .

Such valuable heritage must be protected from the destructive action of man and the inexorable passage of time, which is why it is important, especially for this kind of work, to organise proper maintenance in order to avoid such unpleasant situations.



Figure 7. Examples of vandalism at the castle.

4. Maintenance of Cultural Heritage

The Cultural Heritage and Landscape Code defines maintenance as "the complex of activities and interventions aimed at controlling the condition of the Cultural Heritage and maintaining the integrity, functional efficiency and identity of the Heritage and its parts". Therefore, maintenance is a discipline characterised by a dual task: on the one hand the analytical one, aimed at defining descriptive diagnostic frameworks of the state of functioning or of the deterioration or risk conditions of a Cultural Heritage; on the other hand the planning one, whose objective is to define implementation strategies and identify, in technical and executive terms, the specific actions to be carried out to contain the actions of the agents of deterioration and to control risk situations.

Thus, Planned Maintenance is maintenance organised and conducted according to a pre-established plan such as the "Maintenance Plan"^[3].

The starting point for the implementation of the maintenance plan for the area under investigation was the survey phase during which the anomalies affecting the external envelope of the buildings located in the village of Quaglietta were identified.

Following this it was necessary to identify the technological solutions of the building envelope, this information was acquired thanks to the recovery of the design drawings deposited in the municipal archives.

Finally, the building envelope was broken down into different components based, also, on their useful life.

Following this it was possible to draw up the diagnosis sheets; these, based on the different components analysed, guide to the recognition of the anomaly thanks to the presence of photographic documentation and identify the cause that generated it. There is also a box on the performance decay of the component and the relevant UNI standards.

In order to be able to determine and subsequently stabilise the timing of the interventions, the anomalies found were identified in the plan.

To be able to determine the frequency of checks and interventions, it is important to calculate the duration of the various components analysed, i.e. the estimated useful life; this was obtained by adopting the Factorial Method proposed in the international standard ISO 15686.

The formula that allows us to apply this method is as follows:

$$ESL = RSL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$$

in particular:

1. the RSL is the Reference Service Life,
2. the factors ranging from A to G are the correction coefficients representing the deviation of conditions from the case under consideration to the one taken as reference.

Therefore, on the basis of the above, the study of the useful life of these building components was divided into the following steps:

1. the reference service life was identified by means of data-bases;
2. to establish the factor value, the latter was divided into several sub-factors;
3. quantitative values were assigned to the sub-factors by transforming a qualitative description into a quantitative one (reference values were set for conditions: poor, normal, good);
4. through the assignment of the quantitative value, the weight that the sub-factor has was identified, thus establishing the total value of the corrective factor;
5. using the above formula, the estimated service life was identified for each component.

Subsequently, the programming tables were drawn up, in which, for each component, the anomalies found are reported and the control and intervention actions to be programmed are identified. The frequency of these is established, starting from the periodicity with which each anomaly tends to occur.

Once the actions related to the conservation of the asset were established, it was necessary to draw up the planning, this constitutes the programming document in which all the maintenance strategies of the designer culminate.

In this document the control and intervention actions were identified for each technical element, by means of appropriate abbreviations, and the cadence within a time window. In order to optimise the preliminary planning both economically and logistically, it is necessary to point out for which of the building components it is convenient to coincide the intervals of intervention; in this regard, a rarefaction of activity and thus a limitation of inconvenience for the users and significant advantages on the economic level have been achieved.

To achieve this goal, a connection matrix was created, which correlates the construction elements. The purpose of this matrix is to highlight those interventions, given the relevance of the technological and operational connections, for which it is particularly opportune and convenient to make the time thresholds coincide.

As a result of the technological and operational connections between the elements and the collimations made between the intervention cycles, it is therefore appropriate to modify the planning in its final version.

Once the controls and interventions to reset the anomalies, to be included in the maintenance programme, have been established, it is necessary to analyse the individual executive

procedure that must be identified in each of its phases; therefore, the control and intervention sheets have been drawn up.

With these, it was finally possible to draw up the maintenance plan; an elaboration consisting of the following operational documents:

1. the user manual, intended for users, which contains information on the correct use of the asset in order to avoid damage resulting from improper use and to acquaint the user with the operations required for its conservation;
2. the maintenance manual, intended for operators and technicians, which provides the necessary indications for correct maintenance;
3. the maintenance programme, which is divided into three sub-programmes: performance sub-programme, control sub-programme and intervention sub-programme.

5. Reuse of the village and castle of Quaglietta

Actions aimed at preserving the hamlet and castle of Quaglietta cannot disregard the project of reutilising the areas.

Abandonment by the population was the real cause of the current state of the area, and in order to give it the necessary care and maintenance, it is important to recreate the link that the population had with the village before the 1980 earthquake. This area, following the earthquake, was declared unfit for use and subsequently became state property.

As already pointed out in the "Villages of Tradition" project, the areas and environments subject to the restoration work were assigned a specific use, established during the approval of the municipal council; however, this did not succeed in creating enough synergy to revive the area.

Creating a new intended use is necessary so that the area, devoid of attractiveness, does not return to its initial state of neglect.

In order to actually understand what the edge and castle should become for the population, they were asked to answer a short questionnaire [9]. The people sampled, of varying ages and sexes, had to define, within the questionnaire, their connection to the area of interest, their level of knowledge (in terms of history, geometry, traditions), their current use and how, for them, it would be desirable to use the area.

From this sampling, it emerged that all persons over 40 years of age have an affective bond with the village and are still inclined to visit the area for short walks and to admire the natural landscape. Whereas people aged 18-30 have few memories of the village and were unable to describe the castle; their connection is almost non-existent and they do not use the area to date.

The answers to the questionnaire revealed the need to give new value to the area, allocating it to cultural activities (such as theatrical performances) but also recreational activities (such as concerts and outdoor cinema).

After this initial information gathering phase, a SWOT analysis was carried out for the entire area.



Figure 8. SWOT analysis.

As can be seen, there are many strengths and opportunities within the area. The area has a unique history and architecture, its strategic location allows a view of the entire Alta Valle del Sele, however, its remoteness from busy areas gives it a sense of tranquillity and quiet.

The area is rich in water, therefore, agriculture is flourishing, in fact, there are many special crops that can be tasted in this area; famous is the zenzifero whose scientific name is *Clinopodium nepeta*. This is an aromatic plant belonging to the Lamiaceae family with which special dishes and products are prepared.

The railway station, located in the municipality of Contursi Terme, makes it easy to reach the area even without one's own means of transport.

The presence of the Pro Loco should therefore be mentioned, which, thanks to the activities it proposes, sponsors and publicises the area.

One more factor which should not be underestimated is immigration; every year, many immigrants return 'to the country' to be able to spend holidays and long periods of holiday in peace and quiet with their families.

These different aspects overshadow the weaknesses identified, which are sometimes difficult to eliminate, such as accessibility. The area can only be reached on foot and it is impossible, due to the strategic location of the castle itself, to implement a transport system for the disabled.

Other weaknesses are, on the other hand, easily eliminated, such as poor management and media visibility.

The same applies to some of the threats identified; with regard to the earthquake, a threat that cannot be eliminated, work to consolidate the masonry, foundations and re-roofing and attics has ensured that any damage that this catastrophic event might cause in the future is reduced.

From the analysis of the meta-project and through the use of the available state funding, investment 2.1 "Attractiveness of Villages" for the cultural, social and economic regeneration of villages at risk of abandonment and neglect, it was decided to create a food and wine route within the village, taking into account the provisions established at the time of the approval of the Municipal Council.

This route starts from the restaurant where, thanks to the involvement of the Istituto Alberghiero Luigi Vanvitelli of Lioni, it will be possible to organise cooking lessons.

Going up towards the castle we come across the eleven shops that will be equipped for the sale of zero kilometre products. In front of these, there are small squares that will be used as rest areas with tables and benches.

It should be noted that the area currently offers the possibility of overnight accommodation thanks to the presence of the Albergo Diffuso.

Once past the village area through the first castle entrance gate, one finds an ancient cave, once used as a dungeon. In this environment, the idea was to create a wine cellar and tasting area for locally produced wines.

On the natural grotto, in front of the second entrance to the castle, there is a space where it was planned to place an info point where it will be possible to ask for information on any events organised and to schedule guided tours of the castle.



Figure 9. Render of the Info Point.

A mobile stage will be built on the viewing terrace, as has already been done for past events. Given the view the terrace offers, binoculars and tables will be placed on which the view will be described. Shade structures will be erected at the end of the terrace.

As far as the castle is concerned, the rooms on the ground floor will be used for exhibitions, while the areas on the upper floor will be equipped for the sale and consumption of local products to conclude the food and wine itinerary started in the village.

The project proposal that has been drawn up does not stop only at the re-functioning of the hamlet and castle area but aims to create valorisation strategies that encourage what could be defined as 'itinerant tourism', an example of which is the Val D'Orcia.

By creating a network of 'beauties', it is possible to focus on the entire Irpinian territory and ensure that it is not abandoned.

6. Conclusions

This research work stems from a rebellion against apathy and carelessness on the part of those who were born and raised in this area and who have admired the falling castle from afar, rejoiced to see it rise again and suffered to see it fall again. The ultimate goal is the desire to revive in people the knowledge of forgotten tangible and intangible heritage, because only through knowledge is it possible to instil in people the passion and care necessary for such precious assets to continue to exist.

References

- [1] Verderosa, A. “Il recupero dell’architettura e del paesaggio in Irpinia” De Angelis Editore, Avellino;
- [2] Ficotola, G. “Quaglietta ieri e oggi” Rotostampa SRL, Nusco, 2015;
- [3] Cecchi, R., Gasparoli, P. “Prevenzione e manutenzione per i beni culturali edificati” Alinea Editrice, Firenze 2010;
- [4] Fumo, M., Formisano, A., Sibilio, G., Violano, A. Energy and Seismic Recovering of Ancient Hamlets: the Case of Baia e Latina, Sustainability, 9 agosto 2018;
- [5] Nicolella, M. Manutenzione programmata degli edifici, Luciano Editore, 2021;
- [6] Programmazione degli interventi in edilizia: guida alla redazione del libretto di manutenzione del fabbricato, Milano:UNI, 2003;
- [7] Albano, J.R. “La manutenzione degli edifici” Sistemi editoriali, 2008;
- [8] Carlucci, C., Raimondi, G., Mordà, N. “Degrado degli edifici in muratura” Maggioli Editore, 2018;
- [9] D’Angelo, G.; Gugg G. Riscoprire la memoria dei luoghi attraverso le indagini preliminari per la qualità dell’intervento, La qualità dell’intervento sui beni culturali attualità, problemi e prospettive, XXXVII° Convegno Internazionale, Scienza e Beni Culturali, Bressanone, 5 - 8 luglio 2022

The rehabilitation impact of historic houses on cultural heritage Sustainable actions for the Historic Centre of Oporto, World Heritage Site

Rosa, Inês Universidade Católica Portuguesa, School of Arts, Master in Conservation and Restoration of Cultural Heritage, Porto, Portugal, inesmmrosa@hotmail.com

Moreira, Patrícia-, Universidade Católica Portuguesa, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR), Porto, Portugal, prmoreira@ucp.pt

Guedes, João Miranda, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, CONSTRUCT, Porto, Portugal jguedes@fe.up.pt

Vieira, Eduarda, Universidade Católica Portuguesa, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes (CITAR), Porto, Portugal, evieira@ucp.pt

Abstract: This paper focuses on the rehabilitation practices of Porto centenary buildings from 2015 to the present, with an emphasis on touristic and common housing projects, chiefly those with great cultural significance. The study evaluates the impact of the interventions conducted on those buildings, with consequent potential for gentrification and loss of identity. Tourism is a relevant element of the equation (low-cost flights/mass tourism/rehabilitation boost - economic growth) due to the deep alterations it allowed and brought to the built historic heritage and traditions. Foremost, this research incorporates historical and cultural preservations grounded in the pillars of sustainability, highlighting procedures adaptable to similar projects in the city, by reviewing defensible projects and regional solutions taking place in other parts of the world.

Keywords: Climate Change; Sustainability; Built Heritage Conservation; Circular Economy; Energy Efficiency

1 Introduction

The work presented is part of the project *HAC4CG - Heritage, Art, Creation for Climate change. Living the city: catalysing spaces for learning, creation and action towards climate change*. The project takes the city of Porto as a case study for global changes and analyses, among other topics, the research line RL1 - *Engaging Citizens through Heritage Protection* focused on Cultural Heritage preservation and contemplates a *Heritage Observatory* (WP3), in which this paper is included. The underlying principle of this study is the translation of a community's identity into built heritage, its collective memories expressed in the designs and the questions arising in its rehabilitation/alteration practices. The aim is to analyse the alterations in the historic city centre built heritage, considering the ICOMOS report on Monuments and Sites in Danger [1] with a review of projects selected weighing the sustainable trinomial: Conservation and Restoration, Circular Economy and Energy Efficiency[2].

2 Cultural Framework

This investigation on Historic Houses Rehabilitation comprises the definitions and orientations on the subject stated by crucial charters, conventions, principles and declarations on historical integrity and sustainable future alongside its role in the community's identity,

providing a framework for a better understanding and systematization of the information regarding the main objectives.

The inclusion of the Historic Centre of Porto as a World Heritage Site encloses the guidelines that not only ensured its classification but also serve protection purposes given its significance.

To have a clear and summarized view of different documents' spirit related to heritage safeguard (Figures 1 to 5) that are important for the guidelines of this work, there has been made a content statistics on selected words (word count), which will be followed by the definitions they provide on the analysed topics.

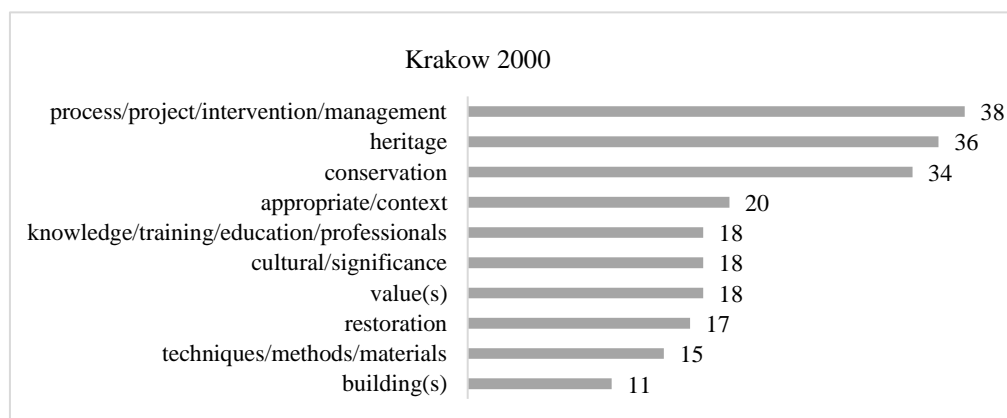


Figure 1. First ten words count from the **Krakow Charter** [3]. By: COUNTWORDSFREE©

The Krakow Charter [3] states the principles for the Conservation and Restoration of the Built Heritage. It centres on the processes of intervention and management of heritage assets followed by conservation and restoration professionals, with special emphasis on the conservation of tangible and intangible features (built heritage), recognizing, for instance, the importance “...to improve our knowledge of traditional materials and techniques, and their appropriate continuation in the context of modern society, being in themselves important components of cultural heritage”.

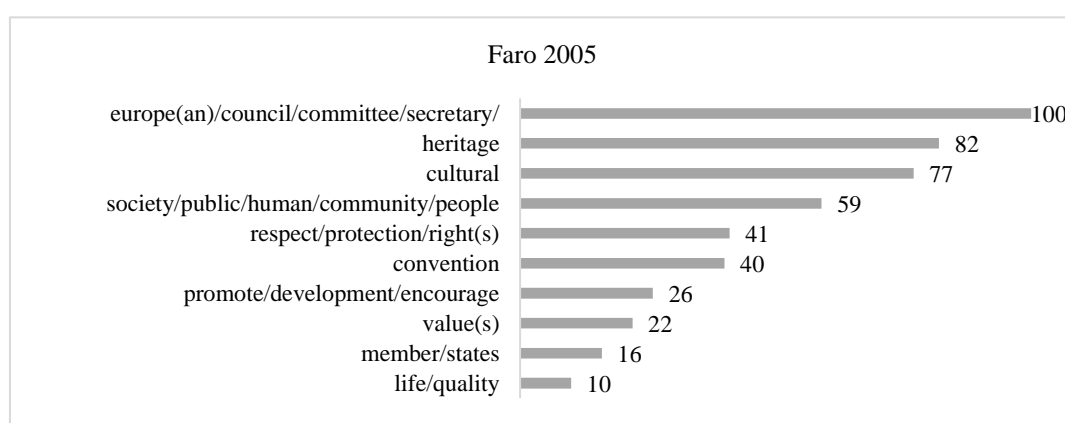


Figure 2. First ten words count from the **Faro Convention** (2005). By: COUNTWORDSFREE©

The Faro Convention [4], on the Value of Cultural Heritage for Society, turns to the institutional responsibility for the implementation of protection measures towards cultural heritage for the societies' well-being and quality of life, and its implication for human rights and democracies.

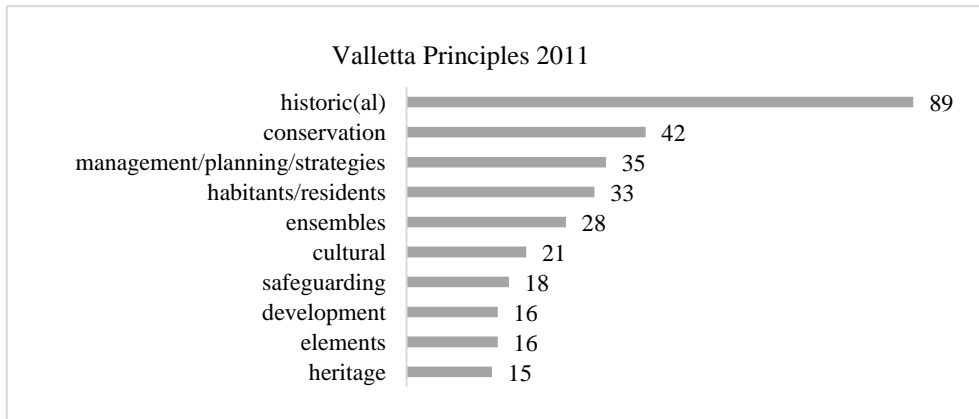


Figure 3. First ten words count from the **Valletta Principles** [5]. By: COUNTWORDSFREE©

The Valletta Principles [5], focuses on a larger scale, by understanding the historical region in which cities/villages are based, and its inhabitants as one, encouraging holistic conservation of the whole, and giving space to the contemporary, though restricted by the values of the pre-existing assets.

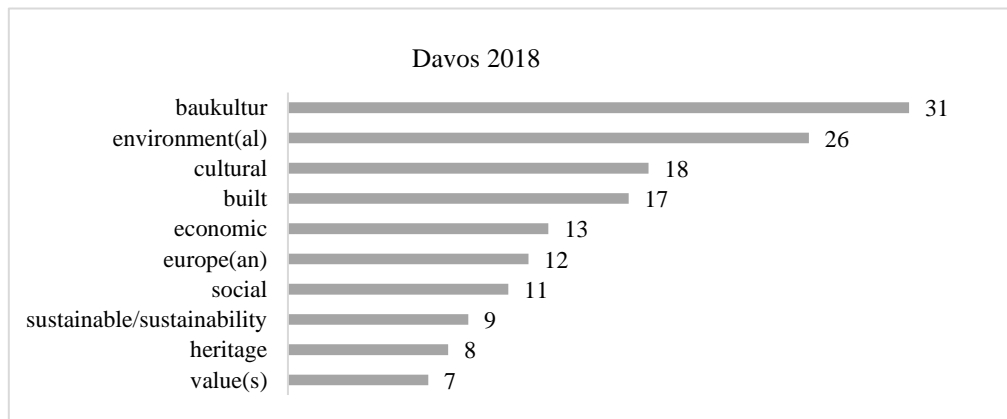


Figure 4. First ten words count from the **Davos Declaration** [6]. By: COUNTWORDSFREE©

The Davos Declaration [6] reclaims the *Baukultur* (building cultural) concept, bringing it to life in a humanistic approach, claiming all populations' right to a “high-quality *Baukultur*”, a cohesive society living in culture-rooted environments, supporting environmental and economical sustainability.

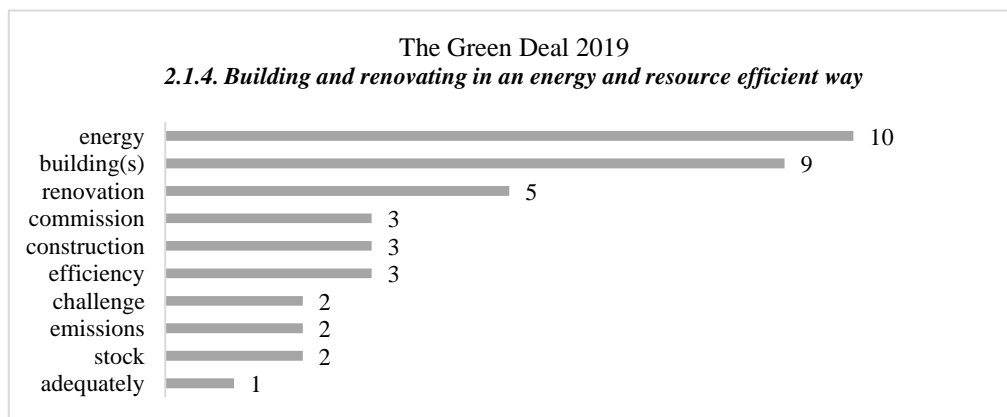


Figure 5. First ten words count from **The Green Deal** [7]. By: COUNTWORDSFREE©

The Green Deal [7], although not addressing the cultural heritage directly, points other strategic areas that cover these assets. Here, the emphasis is given to the construction sectors, and point 2.1.4 *Building and renovating in an energy and resource-efficient way*, focuses on the environmental implications of the industry on the planet. The communication urges the need for more renovation projects, as opposed to new constructions, promoting energy-efficient investments.

3 Alterations to the Praxis

The trends in the construction industry varied in the past years. To understand such variations, we must go back four decades to the 80s, when the opening of big shopping centres in the suburban areas, attracted a great number of consumers drawn by the convenience of an all-in-one place, the comfort, and entertainment all year round. The construction industry/housing market followed the commerce, offering new dwellings with all the modern commodities in those suburbs, leading to what is known as the “doughnut effect”, where the city centre is emptied of all its activity and residents migrate to the peripheries [8]. All this had an immediate and pressing effect on the decline of local-traditional commerce, adding to the stagnation and rampant abandonment of the old city, reaching its highest expression with the common collapse of buildings during the winter [9].

Moving towards the end of the century, the entry of Porto on the UNESCO World Heritage list had a major impact on the need to preserve and rethink how the old city centre would keep up with the demands of today's world.

The actions the municipality undertook focused on mobility and accessibility, together with improving the habitability, comfort, and attractiveness of the downtown. The renovated airport (15 million passengers/year capacity), as well as the ease of pedestrian circulation, resulted in an exponential increase in the number of tourists, as well as the number of regulars, such as students and Porto inhabitants (*Portuenses*) in general, all eager to enjoy what the old city had to offer [9,10]. The need to accommodate all these new fluxes of people, attracted by the *allure* of Porto's old historic neighbourhoods, alongside the legislation and the substantial EU funds allocated to facilitate and incentivise rehabilitation, resulted in an abundance of construction works all over the city, much present to date.

Nowadays the historic city is bursting with construction sites (together with the new Metro line), many of them being rehabilitation projects of centenary buildings.

3.1 Tourism

With visits to the city "breaking records" year after year, the demand generated by economic agents linked to the hotel and tourist accommodation sector, as well as to commerce, catering and cultural and nightlife entertainment, configures the key to the triumph of the strategy devised years before by local politicians on promoting urban rehabilitation [11].

The touristic boom Porto has experienced in the last few years was only briefly disrupted by the Covid-19 pandemic (a 70% decrease in international arrivals to Europe [12]). To this day, the numbers show an overwhelming recovery, with attendances close to 2019 statistics [13].

On the ground, from 2010 to 2019, the impact on the accommodation sector followed the demand, with an increase in the supply for tourist accommodations by 29.3%, and around 114% in traditional hotels, with an average stay of 2 nights per guest. If the numbers are narrowed to the city centre, the impact is deeper: the accommodation units rose by 254%,

the cafes and restaurants increased by 48%, with 26.6% of them changing their image and product offer. Contrary to those, there was a decrease in the number of conventional outlets, for instance; those related to building materials dropped by 63.3% and those for household goods by 37.4% [8].

As stated in the 2005 report *Axes for the strategic intervention of Porto Vivo, SRU, according to the respective Masterplan: axis "Promoting tourism, culture and leisure"*: "The installation of boutique hotels in buildings with recognised heritage attributes and strategically located, contributes, in a logic of economic, social and urban framework, to the development of tourism and the improvement of the economic performance of the sector in the city and the region. (...) The tourism sector needs an important reinforcement of its image in terms of the quality of the equipment installed and its capacity to meet the expectations of tourists from a segment that is high in socio-economic and demanding terms"[11]

Tackling the causes of the touristic boom (low-cost flights; culture, wine sector, nightlife entertainment and cheap living costs) allows us to have a clear view of the behaviour of the construction industry and the triumph of the rehabilitation, as well as the interest in rehabilitated real-estates to serve touristic purposes, both in tangible and intangible aspects, resulting in an increase of 115% in the cost of property for sale and 91% for rent [11,14].

This high speculation led to the creation of “contention zones” by the Porto municipality in 2022, that limit the number of local accommodation (AL) licences by sensible areas (targeting speculation/gentrification), which proved to be somehow successful in lowering prices by 9% in Lisbon [15].

Today, the role tourism plays “as the most dynamic sector of the city centre” is viewed with great caution, as stated in the project for the demarcation of the Porto downtown (*Baixa*) urban rehabilitation area:

“If, on the one hand, this new reality induces powerful movements towards the rehabilitation of the built environment, cultural dynamics and job creation, it may, on the other hand, constitute a threat to the sustainability of tourism activity itself, if it leads to a loss of local identity, precisely one of the main factors of sustainability of tourism activity” [10].

Here both tangible and intangible values come to the surface, and it all comes down to singularity and the spirit of the place, to preserve the site’s authenticity (attributes and values).

In 2020 ICOMOS released a very concerning document on the list of World Heritage sites in danger [1], stressing (amongst others) the Historic Centre of Porto, Luiz I Bridge and Monastery Serra do Pilar “(...) gradual loss of its integrity due to massive demolitions of the historic buildings and new constructions affecting the [exceptional] urban landscape”. This *modus operandi* is confirmed by an anonymous senior executive of a large construction company operating in Porto that states that nowadays the solution is either to demolish everything or just to maintain the façade, depending if it is a deep or light rehabilitation[11].

Concerning infrastructures, it tends to be a profound reformulation to meet the needs of AL, such as private sanitary facilities and kitchens for each apartment [16], thus prioritizing the touristic needs over the population needs and long-term sustainability.

4 The Pillars of Sustainability

The analysis of casual-comparative research regarding transformations in other cities (both National and International case studies) provides an outline of rehabilitation trends that might be adopted in the *Invicta* city and may result in methods to shift or overcome certain practices within the framework of the defined Sustainability Pillars [17]. The three pillars are addressed by proximity and, although correlatable, here, **Conservation and Restoration** procedures are measured in Social sustainability, **Circular Economy** practices in Economy sustainability and **Energy-efficient** measures in Environmental sustainability.

4.1 Conservation and Restoration – Social Sustainability

Culture, the fourth pillar of sustainability, is one of the major drivers to build and strengthening the community [18]. Through tangible and intangible trades, the values are passed on through generations and reinforce identity, thus diversity. By preserving those trades, Conservation and Restoration can serve as a tool that allows both memory and history to prevail [19,20].

The fundamental rule is that a centenary building is not, and cannot be compared to a new one, and the continuous monitorization of the asset is the greatest investment to undertake. Preventive Conservation is the most cost-efficient and effective way to prevent buildings deterioration over time, thus resulting in a continuous evolution of concepts and perspectives. One very relevant approach is the Planned Conservation Strategy (PCS), which can be summarized as a procedure that avoids restoration actions, by resorting to careful organization of daily activities [21–25]. This approach also has the potential to build community interest and participation by including the society in the preservation processes, as well as in the surveillance and promotion [26] with positive economic externalities [27–33].

But when dealing with centenary buildings, and those protected as in the case of Porto city centre, the interventions need to consider all the characterization aspects, as not all interventions are suitable and/or compatible [34]. Here the academia (both technical and scientific fields) are the bearers of innovative and sustainable solutions.

4.2 Circular economy – Economic Sustainability

Apart from conservation and restoration procedures, here, the focus is on the circulation of the materials removed from their original place to others in need (after treatment/processing). The importance of a circular and sharing economy is recognised to contribute to solving sustainability challenges, including in decision-making and applications, business, community and citizens.

From a legal point of view, the European Union has undertaken several strategies for the implementation of circularity across all spectra [7,17,35–38].

The construction and demolition industry is one of the largest sources of waste in the European Union, and although many of the materials used in these activities are recyclable, the rates of recycling and reuse vary widely across the regions [35,37,39]. Data shows that the Portuguese percentiles in recovery rate of construction and demolition waste (93% in 2018), though above the EU average, are still below those achieving 100% [39]. The management of the construction materials is of great importance and with it the evaluation of what is designated as heritage waste, with consistent indications for deconstruction, reuse and restoration [40–42].

Good and effective examples of real actions toward this objective are projects like “The City of Helsinki’s Roadmap for Circular and Sharing Economy” [43] or the “There’s no Place like Old Homes - Re-Use and Recycle to Reduce Carbon” project [44], where the existing building's benefits are exposed, and improvement actions are suggested within a reduced intervention and waste perspective. The project “CLOSER – Close to Resources Recovery” embodies a management approach, with a procedures guide for pre-demolition and rehabilitation audits, to avoid mistakes and preconceptions that limit the implementation of the circular economy vision [45]. The objects and materials' durability - life cycle assessments - are of great importance when dealing with historic buildings [22,46,47], allowing informed and scientific assessments and are one of the many key factors for HBIM.

In the same manner, projects focusing on the solidification of concepts such as Sustainable Consumption and Production (SCP) within urban populations, are becoming a growing resource across the planet [48], alongside the policy frameworks at EU, underlining three cornerstone tools: policy framework, economic incentive system and economic component policies [49]. The results of cross-referencing circular and traditional linear economies show the efficiency of resource productivity [50], but the constraints and barriers to the circular economy in the built environment are also to be acknowledged [51].

From the recycling point of view, using the unwanted assets of a building as a resource for the community has had several positive outputs, in concepts like Urban Mining [46,52–56], and its national counterparts such as the Smart Waste Portugal Association (ASWO) [57], or the MaterialBase [58] a Porto municipality project created to promote the “(...) safeguarding of the materials that characterise the city’s public image.”. The Platform for the Reuse of Construction Materials works “(...) for the safeguarding and recovery of materials and components left over from construction or demolition/rehabilitation works with potential for re-use.” [59], with the potential to serve the community with its online store, where any user can buy the displayed product directly from the seller.

4.3 Energy-efficiency – Environmental Sustainability

All new construction, as well as rehabilitation projects, comprise consumption reduction for environmental sustainability and consumer cost-effectiveness. European legislation obliges such adaptations [60] as its relative Portuguese transposition [61].

The 95th Decree-Law of 2019 establishes the regime applicable to the rehabilitation of buildings or autonomous fractions, states the objectives of rational management in energy consumption, according to the principles of energy efficiency, with the guarantee of comfort and salubrity of dwellings for the country’s inhabitants and lifestyles, and incentivizes the progressive and proportionate improvement of the thermal performance [62].

Benchmark reports, such as “Future of Our Pasts: Engaging Cultural Heritage in Climate Action” by ICOMOS [2], discuss the views towards cultural heritage and its management within the frame of climate change. It introduces multi-disciplinary actions in areas such as resource management; heritage documentation; comfort levels; disaster risk reduction; vulnerability assessment; conservation, as well as in how cultural heritage is presented to the public [63], to demonstrate critical axes to follow.

When tackling energy-efficient measures in historic buildings, museums are at the forefront. They have extremely demanding requirements in climate control, considering its valuable collections, and constraints to meet carbon neutrality [7], which pushed them to invest in innovative solutions. For that reason, they can be seen as fundamental testing grounds/incubators of technologies and practices [64–73] adaptable for the built heritage.

But many studies on energy-efficient conversions for historic houses have also had positive results and outcomes [2,20,79–84,24,44,49,74–78].

5 Final considerations

From 2015 (approx.) to the present, Porto has experienced a boost in rehabilitation practices in common housing projects with historic significance. Although some are good examples of cultural, social and economic practices, many came short on fulfilling the good practices in these fields. The ICOMOS' report highlighted some examples of lack of conservation or neglected safeguarding of the community's historical landscape, namely abusive demolitions (e.g., facadism) and but there is also mismanagement at the project level, either in the planning (e.g., waste management) and construction site (recyclability and compatibility). The direct linkage between such ill practices and the touristic demand is unsustainable and brings long-term consequences on the environment, the culture and, above all, the community. The categorization of the sustainability pillars come as contributes to better practices towards a more sustainable city.

Acknowledgements

This study is being conducted under the project NORTE-01-0145-FEDER-000067 co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) through the Northern Regional Operational Program, under the terms of the Notice of Application No. NORTE-45-2020-75 - Scientific and Technological Research Support System - "Projetos Estruturados De I&D&I" - Horizon Europe.

References

- [1] ICOMOS Portugal (2020) Portugal: Threats to the World Heritage. Machat C, Ziesemer J, eds. Herit. Risk. World Rep. 2016-2019 Monum. Sites Danger. ICOMOS, Berlin: hendrik Bäßler verlag, p. 107–9.
- [2] Climate Change and Cultural Heritage Working Group. International Council on Monuments and Sites - ICOMOS (2019) The Future of our Pasts: Engaging cultural heritage in climate action. Paris: International Council on Monuments and Sites - ICOMOS; World Universities Network; Center for Heritage and Society, University of Massachusetts, Amherst, USA.
- [3] Melucco, A. Naeyer, A. De. Kadluczka, A. Michalowski, A. Cristinelli, G. Stovel, H. et al. (2000) CARTA DE CRACÓVIA 2000. *Cracóvia 2000 - Conferência Internacional Sobre Conservação*.
- [4] Council of Europe (2005) Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society. *Council of Europe Treaty Series (CETS)*. (No. 199) pp.9.
- [5] CIVVIH - ICOMOS, I.C. on H.T. and V. (2011) The Valletta Principles for the Safeguarding and Management of Historic Cities, Towns and Urban Areas. Adopted by the 17th ICOMOS General Assembly on 28 November 2011. pp.18.
- [6] Ministers of Culture and Heads of Delegations of the signatories of the European Cultural Convention. UNESCO. ICCROM. Architects' Council of Europe. European Council of Spatial Planners. ICOMOS International. et al. (2018) Davos Declaration 2018: Towards a high-quality Baukultur for Europe. Conf. Minist. Cult., Davos: Office fédéral de la culture, p. 5.

- [7] European Commission, S.-G. (2019) The European Green Deal. *COM(2019) 640 Final*. pp.24.
- [8] Chamusca, P., Fernandes, J.A.R. (2021) As alterações do contexto e o triunfo do turismo. A Baixa do Porto. *Arquit. e Geogr. Urbana*, Porto: BKC. Book Cover Editora, lda, p. 44–53.
- [9] Pinto, J.R., Fernandes, J.A.R. (2021) Génese e evolução da Baixa. A Baixa do Porto. *Arquit. e Geogr. Urbana*, Porto: BKC. Book Cover Editora, lda, p. 10–9.
- [10] Baganha, P., Duarte, J., Martins, I., Cunha, L., Ribeiro, M., Rebelo, I. et al. (2021) Projeto de delimitação da Área de Reabilitação Urbana da Baixa. Porto: .
- [11] Pereira, V.B., Monteiro, B.J.R., Almeida, C.A.R. de Silva, E.G. da Queirós, J., Pinto, J.F.M. (2019) Em (Re)Construção. Elementos para uma sociologia da atividade na indústria da Construção em Portugal. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto/ Projeto “Novos Terrenos para a Construção: Mudanças no Campo da Construção em Portugal e seus Impactos nas Condições de Trabalho no Século XXI.”
- [12] Aguiar, C.M. de (2020) Draft Report - on establishing an EU strategy for sustainable tourism.
- [13] INE (2022) Níveis de hóspedes e dormidas de não residentes mantêm-se abaixo de 2019 - Maio de 2022. Instituto Nacional de estatística.
- [14] Fernandes, J.A.R., Tenreiro, J.P., Figueiredo, P.M. de Pinto, J.R., Chamusca, P. (2021) A Baixa do Porto - Arquitetura e Geografia Urbana 2010-2020. Porto: BKC. Book Cover Editora, lda.
- [15] Rodrigues, P.M.M., Gonçalves, D., Castro, E.A., Duarte, J.B., Marques, J.L., Santos, J.P. dos. et al. (2022) O mercado imobiliário em Portugal.
- [16] Silva, F.V. da (2021) O impacto do alojamento local na requalificação do edificado do Porto. Universidade do Porto.
- [17] Potts, A. (2021) European Cultural Heritage Green Paper. Europa Nostra, The Hague & Brussels, ICOMOS.
- [18] Astara, O.H. (2014) Culture as the Fourth Pillar of Sustainable Development. *Sustainable Development, Culture, Traditions Journal*. 2(A) pp.93–102. <https://doi.org/10.26341/issn.2241-4002-2014-2a-1>.
- [19] Historic England (2022) Wellbeing and Heritage Case Studies. *Historic England*. <https://historicengland.org.uk/research/current/social-and-economic-research/wellbeing/wellbeing-and-heritage-case-studies/>.
- [20] Rosetti, I., Cabral, C.B., Roders, A.P., Jacobs, M., Albuquerque, R. (2022) Heritage and Sustainability: Regulating Participation. *Sustainability (Switzerland)*. 14(3) pp.1–27. <https://doi.org/10.3390/su14031674>.
- [21] Della Torre, S. (2010) Conservazione programmata: i risvolti economici di un cambio di paradigma / Planned conservation: the economic implications of a paradigm shift. *Il Capitale Culturale*. 1(1) pp.47–55. <https://doi.org/10.13138/2039-2362/30>.
- [22] Hutsebaut-Buysse, V. (2016) Maintenance in historic buildings in Belgium and Portugal *Civil Engineering*. (July) pp.93.
- [23] Kamba, N. (2022) Environment and Preventive Conservation. *Conserv. Pract. Museums*, Tokyo: Springer Japan, p. 63–99. https://doi.org/10.1007/978-4-431-56910-7_3.

- [24] Giuliani, F. Paoli, R.G. De. Miceli, E. Di (2021) A risk-reduction framework for urban cultural heritage: a comparative study on Italian historic centres. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 11(4) pp.499–515. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-07-2020-0099>.
- [25] Moreno, M. Prieto, A.J. Ortiz, R. Cagigas-Muñiz, D. Becerra, J. Garrido-Vizueté, M.A. et al. (2022) Preventive Conservation and Restoration Monitoring of Heritage Buildings Based on Fuzzy Logic. *International Journal of Architectural Heritage*. pp.1–18. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.2018520>.
- [26] Alatalu, R. (2020) Dignity of the heritage and the heritage communities. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 11(2) pp.146–54. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-06-2019-0064>.
- [27] Benedjma, I. Mahimoud, A. (2021) Applying the MOA (motivation-opportunity-ability) model for the evaluation of residents' participation in built heritage rehabilitation: the case of Constantine. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*. 11(1) pp.18–38. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-08-2018-0055>.
- [28] Zappino, V. (2010) The Sustainability of Urban Heritage Preservation. The Case of Edinburgh, UK. (August).
- [29] Bramiana, C.N. Darmawan, E.. Hasan, M.I. (2020) Stakeholder involvement in developing strategic planning for heritage buildings in Kota Lama heritage site, Semarang. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 402(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/402/1/012015>.
- [30] El Khalili, M. Al Adarbeh, N.. Al Bawab, A. (2018) Community and Stakeholders Engagement in Revival of Urban Heritage: Restoration and Rehabilitation Project of the Roman Nymphaeum in Amman. *Icomos*.
- [31] Fundación Santa María la Real del Patrimonio Histórico (n.d.) Historia y restauración del Monasterio de Santa María la Real. *Historia y Restauración Del Monasterio de Santa María La Real*.
- [32] Pareti, S.. García Henche, B. (2020) Regeneration and conservation model of urban and cultural spaces as a capitalization strategy for unique districts. The case of Italy District, Chile. *Conservar Património*. 36 pp.122–35. <https://doi.org/10.14568/cp2019025>.
- [33] Stephens, S. (2022) National Trust unveils heritage apprenticeship scheme. *Museums Association*. <https://www.museumsassociation.org/museums-journal/news/2022/06/national-trust-unveils-heritage-apprenticeship-scheme/#>.
- [34] Ornelas, C. Miranda Guedes, J. Sousa, F.. Breda-Vázquez, I. (2021) Supporting Residential Built Heritage Rehabilitation through an Integrated Assessment. *International Journal of Architectural Heritage*. 15(11) pp.1641–54. <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1712496>.
- [35] European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. Schellnhuber, H.J. Widera, B. Kutnar, A. Organschi, A. et al. (2022) Horizon Europe-New European Bauhaus Nexus Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/49925>.
- [36] European Union (2021) Delivering on Our Vision. <https://doi.org/10.2775/595210>.
- [37] European Union (2020) Circular Economy Action Plan. pp.28.
- [38] Comissão Europeia (2020) Plano de ação da UE para a economia circular. pp.1–4.

<https://doi.org/10.2775/538078>.

[39] Eurostat (2021) Recovery rate of construction and demolition waste. *Eurostat, the Statistical Office of the European Union*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_wm040/default/table?lang=en.

[40] Ross, S.M. (2020) Re-Evaluating Heritage Waste: Sustaining Material Values through Deconstruction and Reuse. *The Historic Environment: Policy & Practice*. 11(2–3) pp.382–408. <https://doi.org/10.1080/17567505.2020.1723259>.

[41] Ornelas, C.M.D. (2015) Reabilitação do Património Edificado: Intervenção Mínima e Diferenciada como Metodologia. Universidade do Porto.

[42] Ornelas, C. Guedes, J.M., Breda-Vázquez, I. (2016) The role of a systematic analysis of building codes to support an assessment methodology for built heritage. Modena C, Porto F da, Valluzzi MR, eds. Brick Block Mason. Trends, Innov. Challenges - Proc. 16th Int. Brick Block Mason. Conf. IBMAC 2016, Padova: CRC Press, p. 763–70. <https://doi.org/10.1201/b21889-95>.

[43] City of Helsinki / Urban Environment Division (2020) The City of Helsinki's Roadmap for Circular and Sharing Economy. *The City of Helsinki's Urban Environment Publications*. (10) pp.21.

[44] Historic England (2019) There's No Place Like Old Homes: Re-use and Recycle to Reduce Carbon. Historic Environment Forum.

[45] Martins, I.M. Rezvani, S.M.H.S. Silva, M.J.F. Salvado, A.F.C. Carrola, A.C. Gonçalves, R. et al. (2021) Auditorias de pré-Demolição: Enquadramento conceptual. National Laboratory for Civil Engineering (LNEC).

[46] Yang, X. Hu, M. Zhang, C., Steubing, B. (2022) Urban mining potential to reduce primary material use and carbon emissions in the Dutch residential building sector. *Resources, Conservation and Recycling*. 180 pp.106215.

[47] Fufa, S.M. Flyen, C., Flyen, A.C. (2021) How can existing buildings with historic values contribute to achieving emission reduction ambitions? *Applied Sciences (Switzerland)*. 11(5978) pp.1–19. <https://doi.org/10.3390/app11135978>.

[48] Cohen, B., Muñoz, P. (2016) Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework. *Journal of Cleaner Production*. 134 pp.87–97. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.07.133>.

[49] Domenech, T., Bahn-Walkowiak, B. (2019) Transition Towards a Resource Efficient Circular Economy in Europe: Policy Lessons From the EU and the Member States. *Ecological Economics*. 155 pp.7–19. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2017.11.001>.

[50] Robaina, M. Villar, J., Pereira, E.T. (2020) The determinants for a circular economy in Europe. *Environmental Science and Pollution Research*. 27(11) pp.12566–78. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07847-9>.

[51] Hart, J. Adams, K. Giesekam, J. Tingley, D.D., Pomponi, F. (2019) Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. *Procedia CIRP*. 80(May) pp.619–24. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>.

[52] Arora, M. Raspall, F. Cheah, L., Silva, A. (2020) Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components. *Resources, Conservation and Recycling*. 154 pp.104581. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.104581>.

- [53] Arora, M. Raspall, F. Fearnley, L.. Silva, A. (2021) Urban mining in buildings for a circular economy: Planning, process and feasibility prospects. *Resources, Conservation and Recycling*. 174 pp.105754. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.105754>.
- [54] Koutamanis, A. van Reijn, B.. van Bueren, E. (2018) Urban mining and buildings: A review of possibilities and limitations. *Resources, Conservation and Recycling*. 138 pp.32–9. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.06.024>.
- [55] Copeland, S.. Bilec, M. (2020) Buildings as material banks using RFID and building information modeling in a circular economy. *Procedia CIRP*. 90 pp.143–7. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2020.02.122>.
- [56] Streetfland, T. (2019) Towards a regenerative, circular economy. *Introducing the Circular Economy, Environmental Opportunities for Cultural Heritage*. <https://www.youtube.com/watch?v=eIF7OXM-Id4>.
- [57] Waste Cluster Portugal (2022) Smart Waste Portugal - Business Development Network. *Smart Waste Portugal Association*. <http://www.smartwasteportugal.com/pt/>.
- [58] Pelouro da Cultura (2022) Materialbase. *Museu Da Cidade*. <https://museudacidadeporto.pt/en/estacao/materialbase/>.
- [59] Repositório de Materiais (2017) PLATAFORMA PARA A REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. *Repositório de Materiais*. <https://repositoriodemateriais.pt/>.
- [60] Directive, E.P.. Council of the European Union (2010) Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. Strasbourg: European Parliament - Legislative observatory.
- [61] Decreto, M. da E. e do E. (2013) Decreto-Lei n.º 118/2013. Lisboa: Conselho de Ministros.
- [62] Presidência do Conselho de Ministros (2019) Decreto-Lei n.º 95/2019 de 18 de julho. vol. 136. Lisboa: Conselho de Ministros.
- [63] Freitas, V.P. de. Guimarães, A.S. Costa, A. Arêde, A. Carvalho, A.P.O. de. Begonha, A. et al. (2012) Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos. Lisboa: OERN.
- [64] Bratasz, Ł. (2018) Towards Sustainable Climate Control in Museums. Global Climate Change, Risk and Energy consumption. *Cultural Heritage Facing Climate Change: Experiences and Ideas for Resilience and Adaptation*.
- [65] Antomarchi, C. Michalski, S. Aslan, Z. Sabik, A. Malapitan, C. Foulquié, M. et al. (2016) Guide to Risk Management.
- [66] Hedges, E. (2021) Actions for the future: determining sustainability efforts in practice in Arizona museums. *Museum Management and Curatorship*. 36(1) pp.82–103. <https://doi.org/10.1080/09647775.2020.1752293>.
- [67] Mueller, H.F.O. (2013) Energy efficient museum buildings. *Renewable Energy*. 49 pp.232–6. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.01.025>.
- [68] Merriman, N. (2008) Museum collections and sustainability. *Cultural Trends*. 17(1) pp.3–21. <https://doi.org/10.1080/09548960801920278>.
- [69] Pop, I.L.. Borza, A. (2016) Factors influencing museum sustainability and indicators for museum sustainability measurement. *Sustainability (Switzerland)*. 8(1) pp.1–22.

<https://doi.org/10.3390/su8010101>.

[70] Hayton, B. (2010) Sustainability and Public Museum Buildings - The UK Legislative Perspective. *Studies in Conservation*. 55(3) pp.150–4. <https://doi.org/10.1179/sic.2010.55.3.150>.

[71] Lambert, S., Pedersoli Jr., J.L. (2021) Our Collections Matter. Fostering greener, prosperous and cohesive communities through collections-based work.

[72] Brophy, S.S., Wylie, E. (2008) The green museum: a primer on environmental practice. Plymouth: AltaMira Press.

[73] EPA (2012) Resource, Conservation and Recovery A Guide to Developing and Implementing Greenhouse Gas Reduction Programs. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

[74] Lidelöw, S., Örn, T., Luciani, A., Rizzo, A. (2019) Energy-efficiency measures for heritage buildings: A literature review. *Sustainable Cities and Society*. 45 pp.231–42. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.029>.

[75] Jiménez-Pulido, C., Jiménez-Rivero, A., García-Navarro, J. (2022) Improved sustainability certification systems to respond to building renovation challenges based on a literature review. *Journal of Building Engineering*. 45(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103575>.

[76] Eriksson, P., Hermann, C., Hrabovszky-Horváth, S., Rodwell, D. (2014) EFFESUS methodology for assessing the impacts of energy-related retrofit measures on heritage significance. *Historic Environment: Policy and Practice*. 5(2) pp.132–49. <https://doi.org/10.1179/1756750514Z.00000000054>.

[77] Khodeir, L.M., Aly, D., Tarek, S. (2016) Integrating HBIM (Heritage Building Information Modeling) Tools in the Application of Sustainable Retrofitting of Heritage Buildings in Egypt. *Procedia Environmental Sciences*. 34 pp.258–70. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.024>.

[78] Júlio, E.S. (2020) Guia FNRE: Fundo Nacional de Reabilitação do Edificado. vol. 1. Lisboa: FUNDIESTAMO, SA.

[79] Aguiar, J., Pernão, J., Ferreira, T.C. (2020) Preservação do Património. Júlio ES, ed. Guia Fundo Nac. Reabil. do Edif., Lisboa: FUNDIESTAMO, SA., p. 143–60.

[80] Havinga, L., Colenbrander, B., Schellen, H. (2020) Heritage significance and the identification of attributes to preserve in a sustainable refurbishment. *Journal of Cultural Heritage*. 43 pp.282–93. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.08.011>.

[81] Fufa, S.M., Flyen, C. (2021) GHG Emission Calculations – Reuse of Old Buildings Versus Building New Ones. *Cult. Herit. a Chang. Clim.*, Oslo: Directorate for Cultural Heritage, p. 34–6.

[82] Elefante, C. (2022) The greenest building... is the one that is already built. *Carl Elefante*. <https://carlelefante.com/insights/the-greenest-building-is/>.

[83] Fernandes, E.O., Samúdio, M.J., Craveiro, F.P., Freitas, V.P., de Ferreira, C., Vieira, M. et al. (2010) Reabilitação de Edifícios do Centro Histórico do Porto: Guia de termos de referencia para o desempenho energético-ambiental. pp.64.

[84] Silva, H.E., Henriques, F.M.A. (2014) Microclimatic analysis of historic buildings: A new methodology for temperate climates. *Building and Environment*. 82 pp.381–7. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.005>.

Presentation of a methodology for the analysis of old industrial chimneys

Vila Pouca, Nelson – CONSTRUCT-LESE, Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal,
nelsonvp@fe.up.pt

Silva, Rui – CONSTRUCT-LESE, Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal,
ruis@fe.up.pt

Rocha, Patrício – proMetheus, Polytechnic Institute of Viana do Castelo, Viana do Castelo, Portugal,
parocha@fe.up.pt

Paupério, Esmeralda – CONSTRUCT-LESE, Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal,
pauperio@fe.up.pt

Arêde, António – CONSTRUCT-LESE, Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal,
aarede@e.up.pt

Abstract: This article discusses a methodology for the inspection and structural analysis of old industrial chimneys. Throughout the text, the inspection carried out on a chimney located in Vila Nova de Gaia is described, namely, the equipment used, and the main damages identified. In this type of structure, it is relatively common to observe damages related to material deterioration, essentially caused by the action of atmospheric agents. It is also common for the chimney to present a considerable horizontal displacement at its crown, which must be considered in the structural analysis. This article also discusses the calibration of the structure's modulus of elasticity, by carrying out environmental vibration tests. Vibration tests are currently one of the most effective and complete types of tests, for the *in-situ* identification of the structure's vibration modes and its elasticity modulus. The structural analysis of the chimney is also addressed, discussing the approach followed and the main results obtained, namely, the assessment of displacements at the top of the structure and the vertical tensions generated by the action of the wind and earthquake.

Keywords: Old industrial brick chimneys, Structural inspection, *In-situ* tests, Structural analysis

1. Introduction

The present paper describes the strategy used in the inspection and structural analysis of an old industrial brick chimney, located in Vila Nova de Gaia. The importance of this paper is justified by the number of chimneys spread across the country that, currently, present an advanced state of deterioration [1].

It is important to understand that industrial chimneys are part of larger industrial complexes, most of them abandoned, that are currently being intervened and reconverted to new uses. In these cases, and due to the advanced state of deterioration of the interior of the manufacturing units, the rehabilitation solution usually involves the preservation of the building's facades and interior reconstruction. Even so, it is sought in each intervention to preserve the old chimney, as a memory of the old industrial past of the space [1].

For these reasons, it is of greater importance to carry out assertive rehabilitation procedures, which can analyse the chimney's current state of conservation and prescribe the most appropriate rehabilitation measures. Thus, the present paper aims to justify the importance that an accurate visual inspection, geometric survey, *in-situ* testing campaign, and numerical analysis may have in the chimney's structural assessment.

2. Geometric characterization

The chimney was part of an old factory located in Vila Nova de Gaia, that was built in 1947. The old factory was completely dismantled, and new residential buildings should be built on the lot shortly. Like most brick masonry chimneys in the Porto region [1] [2] [3], the chimney in question is made up of solid brick blocks, measuring $23 \times 10 \times 7 \text{ cm}^3$, laid on lime mortar joints of approximately 1.5cm thick (Figure 1). The chimney's structure is settled on a block that is assumed to be made of granite stone masonry. Below this block, the constitution and height of the chimney's foundation, it's unknown.

Considering that an accurate knowledge of the chimney geometry (height, sections, and out-of-plane displacement) is essential, a geometric survey was carried out using laser scanning. To obtain the chimney's thickness along its height and its top deformation, the geometric characterization was carried out both from the chimney's outside and inside. The chimney, with a total height of 31.95m above the foundation block, could be divided, in height, into three different layers: the cylindrical base with a height of 3.35m and a thickness of 0.75m; the stem with a height of 28.05m and variable thickness; and the crown with a height of about 0.55m. The geometric survey identified that the chimney has an outer diameter of 3.50m at the base, varying linearly up to a diameter of 1.90m at the top of the stem. The crown has a constant diameter of 1.90m. From the survey carried out, it was possible to identify, at the chimney's top, a lateral displacement pointing north of about 0.30m.



a) North view



b) West view



c) South view



d) East view



e) Block at the chimney's base

Figure 1. Chimney's lateral views and block at the chimney's base.

3. Visual inspection

To document and record the chimney's current state of conservation, a visual inspection was carried out throughout its height. The help of a vehicle with a lifting arm allowed access to almost the entire height of the chimney, allowing a closer observation. During the procedure, the chimney's external surface was inspected, aiming to identify damages that may affect its stability and integrity, namely, cracking, fractures or areas with loss of constituent material, or problems in block existent in the chimney's base. Complementing this visual inspection, a photographic survey was carried out using a drone. The use of the lifting arm vehicle and the drone, streamlined the inspection procedure, allowing a quick identification of the main damages and the definition of the *in-situ* test to perform.

The inspection concluded that, in general, the chimney's structure is in a reasonable state of conservation. Even so, and in addition to the measured out-of-plane deformation in the chimney's top, the observed damage essentially involves the degradation and lack of constituent materials in specific areas of the chimney's faces. No visible cracks were identified in the stem, which may suggest a structural malfunction. Occasionally, the occurrence of ice/thaw cycles associated with the wind action, led to erosion and loss of the surface layer of the brick (Figure 2-a) reaching, punctually, a 3cm thickness. In the upper part of the stem and on the chimney's crown (Figure 2-b and Figure 2-c), the wind and rain actions were responsible for the degradation of the brick blocks and for the washing of the mortar of the joints. The loss of mortar from the joints leads to a reduction in the strength of the outer layer of brick which, although not critical, must be corrected. In the chimney's crown (Figure 2-c), it was observed the outbreak of biological colonization and the disappearance of the original mortar, along with the presence of some loose or missing blocks. In the circular opening, located at approximately +4.00m (from the block located at the chimney's base), signs of marked deterioration were visible, with loose and missing blocks (Figure 2-d). In the chimney's base, the brick masonry elements appear to be in a good state of conservation, with no evident signs of mortar loss in the joints. Even so, and given the lack of maintenance, the presence of vegetation is visible (Figure 2-e), and the accumulation of debris (Figure 2-f).

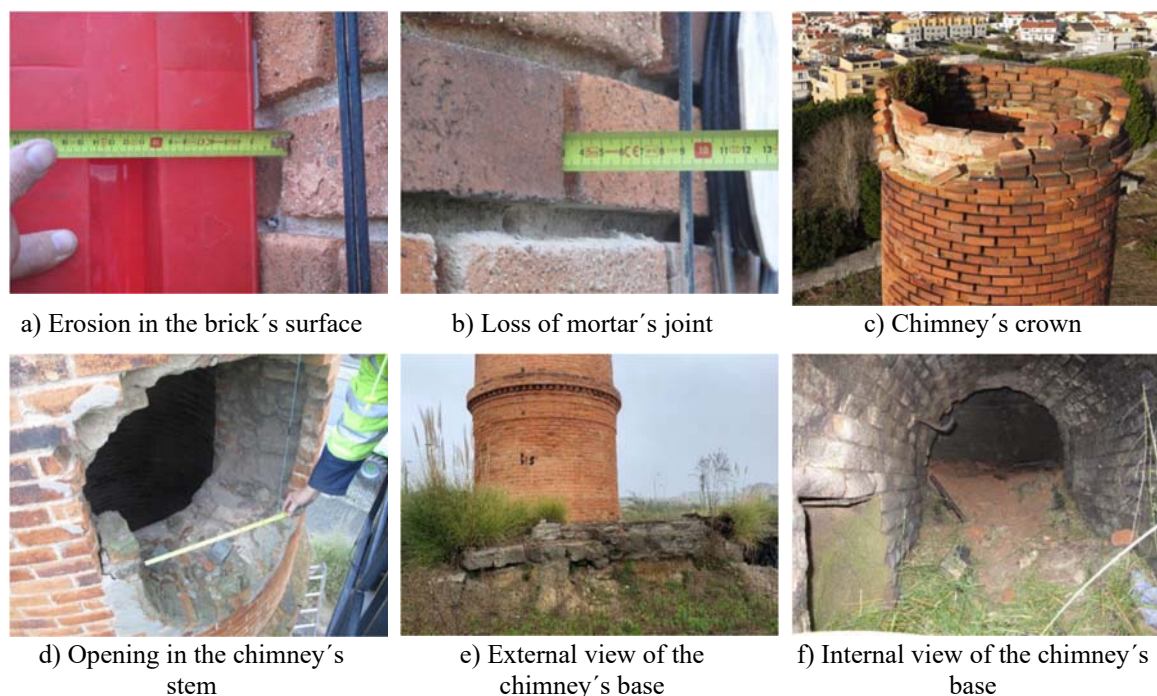


Figure 2. Main damages observed in the chimney.

4. Dynamic environmental vibration tests

4.1. Test *set-up*

Dynamic environmental vibration tests are currently one of the most effective and complete types of tests, for the *in-situ* identification of the structure's vibration modes and its elasticity modulus. In the present case, accelerometers were used, recording the accelerations to which the structure was subject during a defined period. Afterward, it was possible to relate the readings taken at different points of the structure, determining its frequencies and vibration modes. The structure's elasticity modulus, E , was estimated through a modal analysis evaluation, performed with a numerical model in an iterative process in which a good approximation of the eigenfrequencies and numerical vibration modes with those determined experimentally is sought.

In Figure 3, the location of the ten uniaxial piezoelectric accelerometers used (sensitivity of 1000mV/g, frequency reading range between 0.5Hz and 2000Hz and acceleration range between -5g and 5g), installed in four levels N_1 to N_4 , is indicated. Two vertical alignments were established for the accelerometer's installation, one corresponding to the alignment of the stem's openings (Northwest orientation) and the other one oriented Southwest. At levels N_1 and N_4 , an additional accelerometer was considered in the xx direction. Due to the maximum reach of this equipment, the accelerometers were installed at a maximum height of about 25.0m, and it was not possible to install accelerometers at the chimney's top. In the test *set-up*, it was established a period of 15 minutes (900s) for data acquisition, in accordance with test optimization issues, namely access conditions, equipment assembly, and timing.

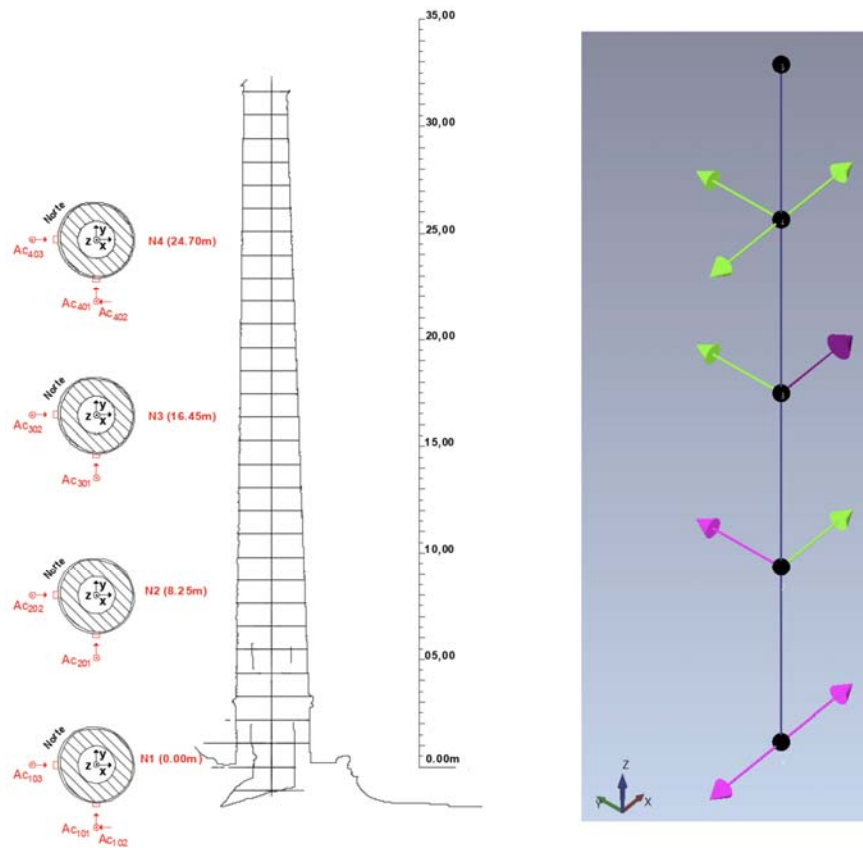


Figure 3. Accelerometer's positioning along the chimney's height

Table 1 shows the positions (and respective altimetric distances from the chimney's base) adopted in the *set-up*. The positions are indicated in accordance with Figure 3, indicating each accelerometer's reading direction. The designation adopted for each accelerometer considered the index of the level it is in, followed by the number 0# Ac_{N0#}, that is, in the specific case of the 1st level we will have Ac₁₀₁, Ac₁₀₂, and Ac₁₀₃, repeating the procedure for the higher levels.

Table 1. Accelerometer's location along the chimney's height.

| Level | Height (m) | Accelerometer | |
|-------|------------|-------------------|-------------------|
| | | xx | yy |
| 1 | 0.00 | Ac ₁₀₂ | Ac ₁₀₁ |
| | | Ac ₁₀₃ | |
| 2 | +9.25 | Ac ₂₀₂ | Ac ₂₀₁ |
| 3 | +16.45 | Ac ₃₀₂ | Ac ₃₀₁ |
| 4 | +24.70 | Ac ₄₀₂ | Ac ₄₀₁ |
| | | Ac ₄₀₃ | |

4.2. Test results

The data collected during the test were processed with the ARTeMIS software, and the following operations were carried out:

- Signal decimation: for the chimney under analysis, and after the preliminary calculations made, it was decided to consider only the modes with frequencies up to about 30Hz as relevant. Thus, a decimation of order 10 was adopted, that is, changing the initial sampling frequency from 2048Hz to 204.8Hz.
- The application of low-pass filters at 80Hz: corresponding to 80% of the frequency of Nyquist (in this case, 100Hz), this operation eliminates errors associated with high frequencies and the decimation process.

For each one of the identified eigenfrequencies, the sketch of the respective modal deformation was done, as presented in both Figures 4 (xz axis) and 5 (yz axis). It was based on these results, values of the eigenfrequency and respective modal deformations, that the values of the modulus of elasticity of the masonry constituting the chimney structure were adjusted. Although it was not possible to install accelerometers at the chimney's top, in the model built in ARTEMIS, the real height of the chimney was considered. Thus, in the sketches of the vibration modes presented, the movement of the upper point does not reflect the real behaviour of the chimney, since this point doesn't have test data. Even so, the results show compatible deformations, respectively with a first, second, and third vibration modes.

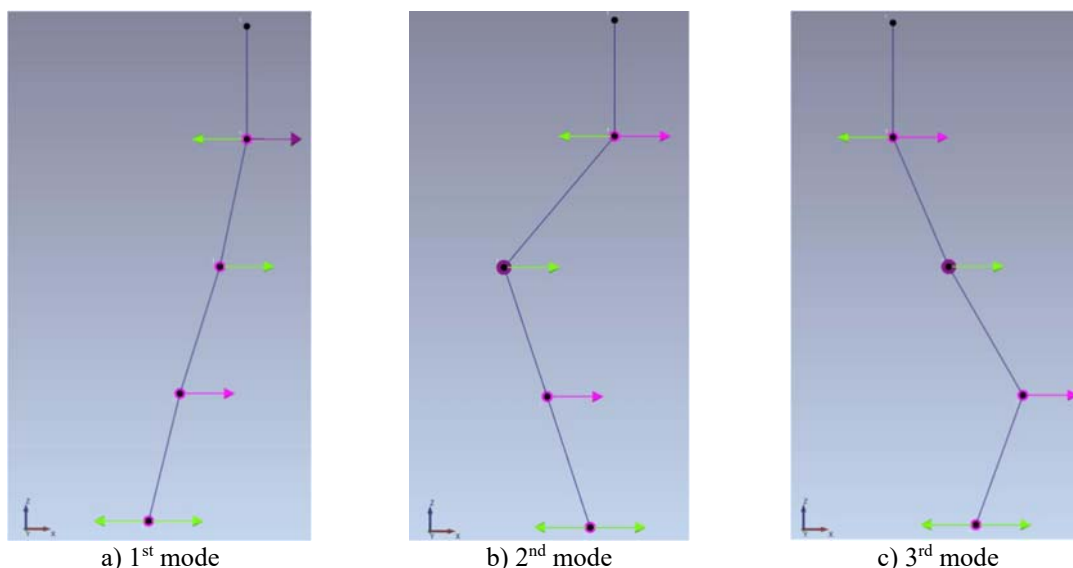


Figure 4. Vibration modes in xz axis..

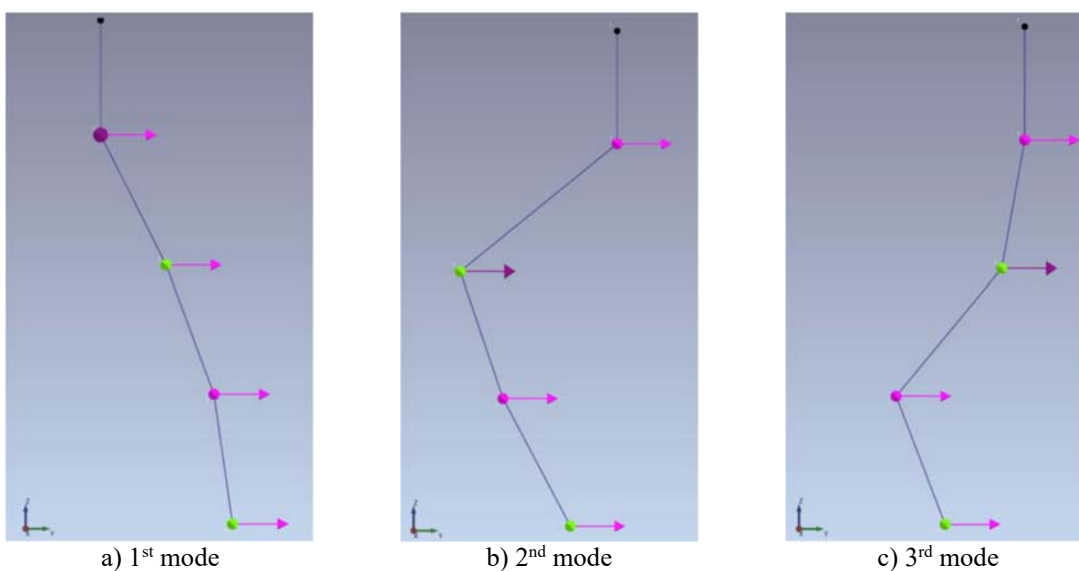


Figure 5. Vibration modes in yz axis.

5. Structural assessment

5.1. Previous considerations

The analyses made within the scope of the chimney's structural assessment were carried out per European standards. In the structural analysis, the ultimate limit state combinations considered

the structure's self-weight and both, the wind, and seismic actions. The calibration of the numerical model used in the analyses was done based on the environmental vibration tests results, which allowed the estimation of the modulus of elasticity, E_m , of the brick masonry and the granite masonry of the chimney's base. Based on the characteristics of the chimney's brick masonry, the considered strength values were:

- Compressive strength design value - $\sigma_{c,Rd}$: 1600kPa;
- Tensile strength design value of - $\sigma_{t,Rd}$: 180kPa.

5.2. Numerical model

A numerical model of the chimney was developed, based on the geometry obtained through the geometric survey. The model was built so that the xx and yy axes corresponded to the reference adopted in the environmental vibration tests. Thus, the xx axis correspond to the approximate Northwest-Southeast orientation (direction of the existing openings in the chimney stem) and the yy axis corresponds to the approximate Southwest-Northeast orientation. In the 3d model shown in Figure 5, two distinct zones were adopted: the first zone corresponds to the chimney's superstructure, modelled using a 4-node shell element; and the second corresponds to the chimney's base, modelled using an 8-node shell element. The chimney's external supports were considered only at the structure's base nodes.

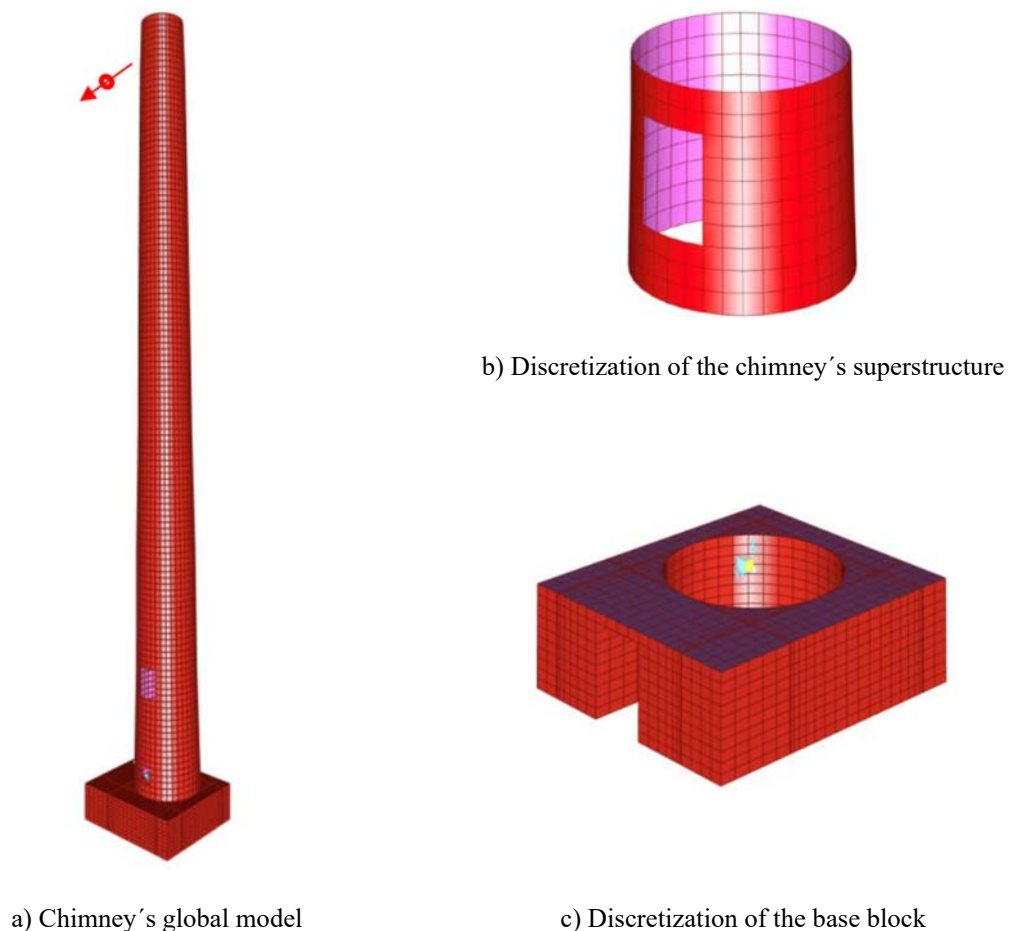


Figure 5. Chimney's numerical model.

5.3. Calibration of the numerical model

Numerical model calibration involves modifying the parameters that affect its vibration modes, namely the mass and modulus of elasticity of the element's constituents, to obtain a good approximation of the vibration modes captured experimentally. In the present analysis, the geometric survey made allowed a satisfactory characterization of the structure and its mass, so it was decided to vary the modulus of elasticity of the chimney's base block and the superstructure's brick masonry. The iterative process carried out led to the following values of the modulus of elasticity:

- E_m : 2.70GPa for brick's masonry.
- E_m : 12.00GPa for granite stone masonry.

It should be noted that the value of the modulus of elasticity of the mass obtained in the calibration is higher than the current values for stone masonry in walls. It is assumed that the chimney's base block is stiffer than a common stone masonry wall.

Table 3 presents a comparison of the frequency values of the first three vibration modes obtained in the numerical model and those recorded experimentally. The differences recorded are relatively small, +3.93% in the 1st mode, -3.47% in the 2nd mode and -2.97% in the 3rd mode.

Table 3. Comparison between experimental and numerical vibration modes.

| Vibration mode | Frequency (Hz) | | Difference (%) |
|----------------|----------------|-----------|----------------|
| | Experimental | Numerical | |
| 1 | 0.96 | 0.93 | +3.97 |
| 2 | 3.62 | 3.75 | -3.47 |
| 3 | 8.50 | 8.76 | -2.97 |

Figure 6 to Figure 8 present, respectively, the sketch of the first three vibration modes.

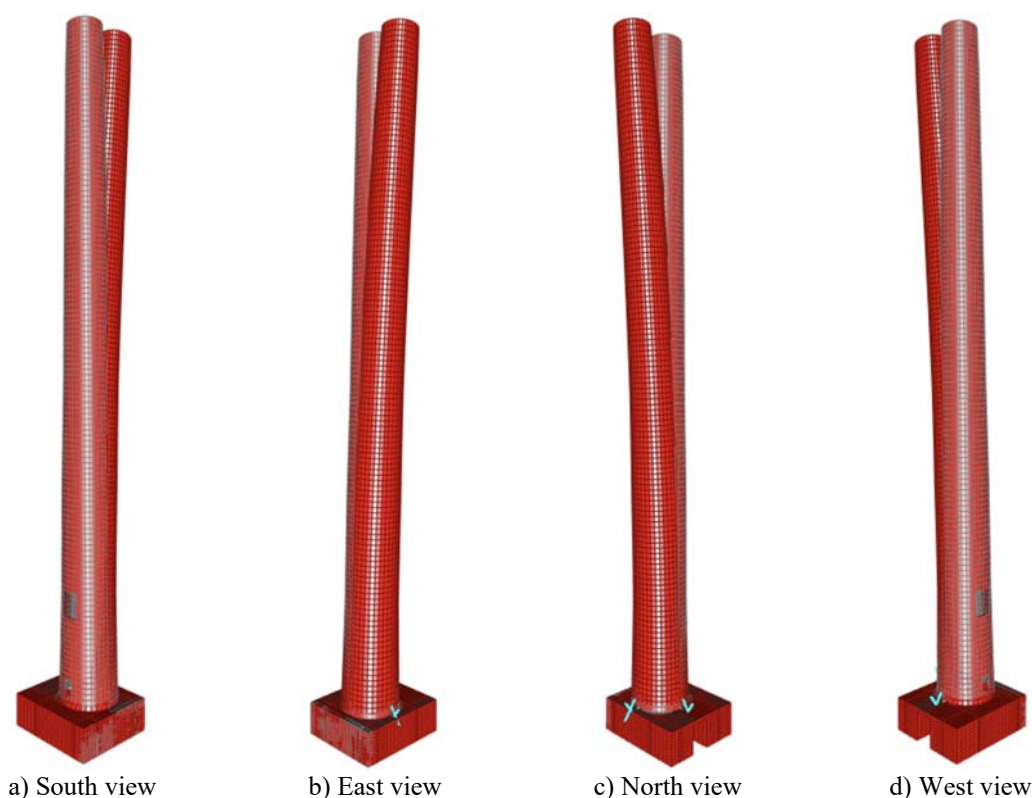


Figure 6. Sketch of the 1st numerical vibration mode.

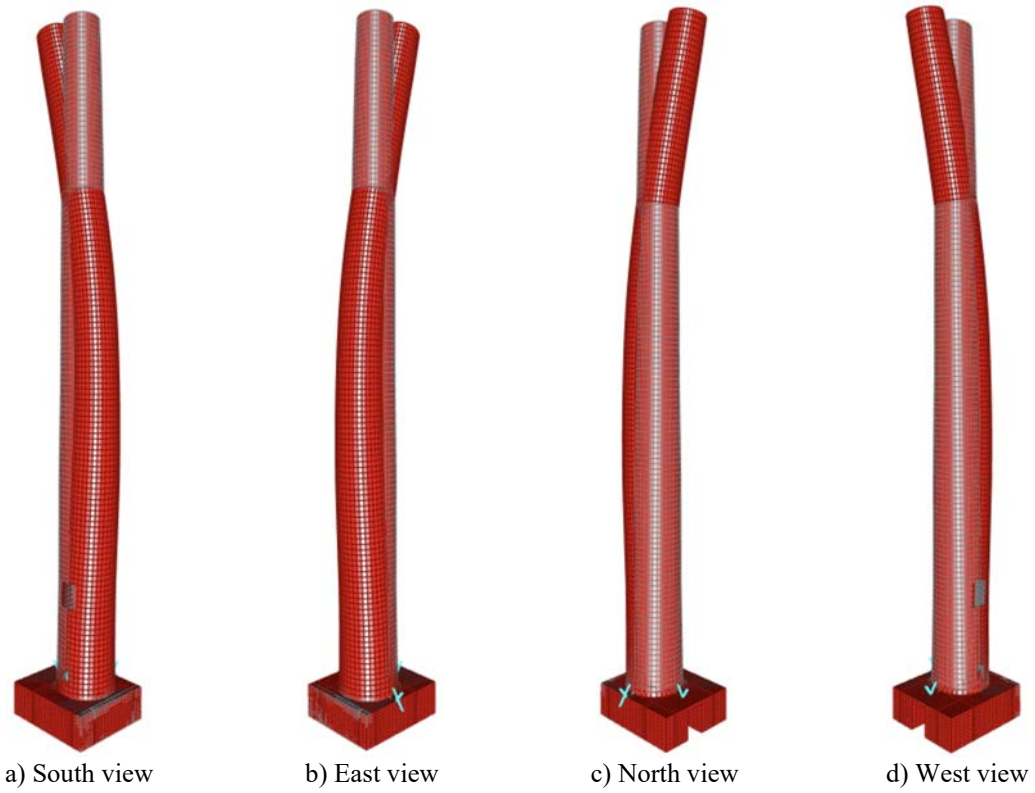


Figure 7. Sketch of the 2nd numerical vibration mode.

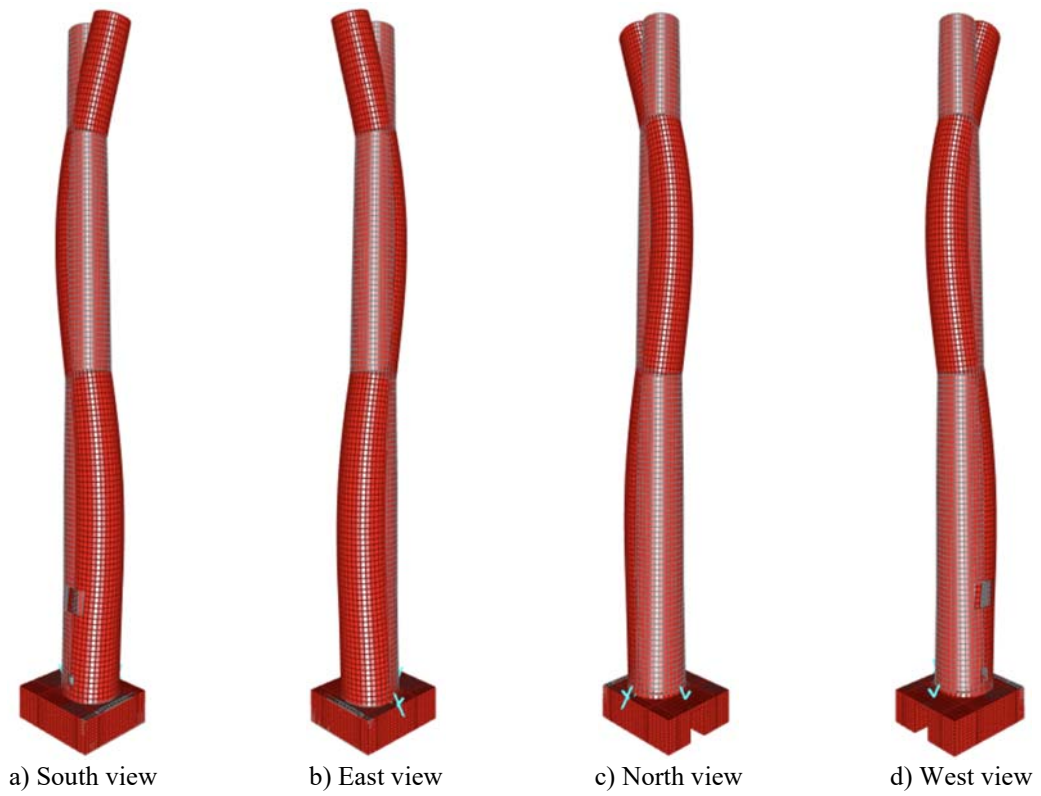


Figure 8. Sketch of the 3rd numerical vibration mode.

5.4. Analysis of the results

The analysis of the results involved the assessment of the maximum horizontal displacement obtained at the chimney's top, and the maximum vertical stresses obtained considering only the chimney's self-weight and its combination with the wind or seismic loads.

Concerning the stress analysis, the chimney was divided along its height into eight control sections (SC), the first of which at elevation +0.00 (SC0.00), located immediately above the top of the chimney's base, and the last one, close to the chimney's crown, at elevation +31.95 (SC31.95). Each one of the control sections was geometrically characterized, allowing the calculation of the vertical stresses, from the force analysis conducted in the numerical model.

Thus, along with the stress maps obtained in the analysis, the maximum stresses calculated in the control sections are presented for each one of the analyses performed. To calculate the stresses in the control sections, the respective axial forces and bending moments and the geometric characteristics of the circular hollow section were considered. In the calculation, it was assumed an elastic behaviour and a linear distribution of strains were compatible with the hypothesis that the sections remain plain after deformation.

5.5.1. Maximum displacement assessment

Considering the characteristic value of the wind action, a horizontal displacement was obtained at the chimney's top, $u_{hor}=28.5\text{mm}$. The horizontal displacement obtained, which corresponds to about 1/1121 of the chimney height (31.95m), is perfectly acceptable and can be easily accommodated by the structure (Figure 9), which is consistent with the fact that there were no damages in the chimney related with the displacement.



Figure 9. Displacements due to wind action (characteristic values).

5.5.2. Vertical stresses assessment

The results obtained in the analysis of the vertical stresses, showed a moderate value of the normal stress at the chimney's base, $\sigma_v=357\text{kPa}$, due to the characteristic value of the self-weight (Figure 10). The effect of the pre-installed horizontal displacement is not relevant, leading to an increase of 21% if compared to a perfectly vertical aligned chimney. At the bottom of the masonry block (chimney's base), it was calculated an average value of the vertical stresses, due to its self-weight, of 130kPa , perfectly suited to the terrain in question.

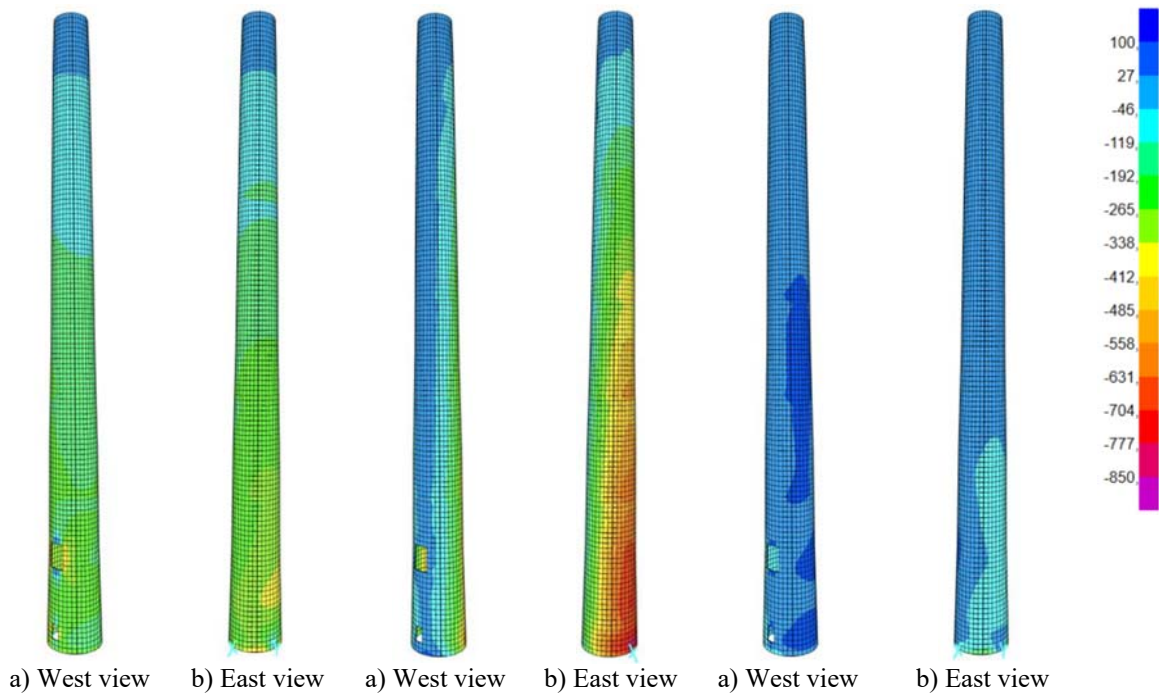


Figure 10. Self-weight.

Figure 11. Wind combination

Figure 12. Seismic combination.

Table 4 shows the maximum values of the compressive and tensile stresses calculated in the control sections, noting that:

- the maximum values of compressive stresses occur in the base section for wind combinations (Figure 11). The maximum value (810kPa) is about half of the design strength value ($\sigma_{c,Rd}=1600\text{kPa}$);
- in seismic combinations (Figure 12), appear tensile stresses that reach a maximum value of 174kPa , in the control section SC20.00 for the combination with the type 2 earthquake, even so, lower than the design value of the tensile strength ($\sigma_{t,Rd}=180\text{kPa}$).

Table 4. Maximums and minimums vertical stresses for the wind and seismic combinations.

| Control section | Wind (kPa) | | Seismic action (kPa) | |
|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | $\sigma_{\min.}$ (kPa) | $\sigma_{\max.}$ (kPa) | $\sigma_{\min.}$ (kPa) | $\sigma_{\max.}$ (kPa) |
| SC0.00 | -810 | 11 | -712 | 118 |
| SC5.00 | -672 | 39 | -547 | 76 |
| SC10.00 | -594 | 28 | -505 | 84 |
| SC15.00 | -495 | 22 | -505 | 153 |
| SC20.00 | -345 | -8 | -437 | 174 |
| SC25.00 | -203 | -34 | -299 | 123 |
| SC30.00 | -51 | -30 | -66 | 6 |
| SC31.95 | -6 | -5 | -5 | -3 |

6. Final considerations

The present article focused on the description of an inspection and structural analysis methodology, for the assessment of old industrial brick chimneys. Across the country, it is possible to observe the presence of a vast quantity of this type of structure, some of each, requiring immediate intervention. For that reason, it is relevant to understand the importance of an accurate visual inspection and geometric survey, capable of characterizing the structure. In this regard, the appearance of new equipment and inspection techniques, namely, lifting arm vehicles, drones, and laser scanning surveys, offers quicker and more accurate results.

Also, through the environmental vibration test performed, the structure's modulus of elasticity, E , was estimated recurring to modal analysis. Afterward, in an iterative process, it was sought the achievement of a good approximation between the constructed numerical model and the experimentally estimated vibration modes. The satisfactory approximation achieved, was done iteratively modifying the chimney's elasticity modulus, since the chimney's mass and geometry were previously surveyed.

It is worth noting that in the presented methodology, the stress analysis wasn't done automatically from the chimney's numerical model. Instead, the chimney was divided into eight control sections along its height. Each control section was geometrically characterized, allowing the calculation of the vertical stresses, from the extracted force analysis conducted in the numerical model. It is important to mention that the values of the maximum stresses obtained from the sectional calculation, correspond to stresses in the extreme fibre of the section, thus resulting in a conservative calculation.

Finally, it is important to emphasize that the considerations obtained through the *in-situ* inspection, tests, and analysis, constitute a valuable support in the definition of an integrated rehabilitation project.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the support of the ROOTS AND CLIFFS-SICAFI, S.A. company, for allowing the presentation of this case study.

References

- [1] Guedes, J.M., Lopes, V., Quelhas, B., Costa A. A., Ilharco, T., Coelho, F.. Chaminés industriais de alvenaria de tijolo. *Pedra e Cal* 2019; 65, p. 14-17.
- [2] Guedes, J.M., Lopes, V., Quelhas, B., Costa A. A., Ilharco, T., Coelho, F.. Brick masonry industrial chimneys: assessment, evaluation and intervention. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: mathematical, physical and engineering sciences* 2019; 377. DOI: 0.1098/rsta.2019.0012.
- [3] Lopes, V.. Identificação mecânica e avaliação do comportamento sísmico de chaminés em alvenaria. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. FEUP, 2009.*

Understanding to maintain the INA-CASA experimentation. Minnucci and public housing in Brindisi

Chiarantoni Carla – Polytechnic university of Bari, Bari, Italy, e-mail: (carla.chiarantoni@poliba.it)

Abstract: The paper stems from a wider research study which involves the economic and popular building quarters of the Apulian region. In particular, it focuses on the case of an Ina-Casa building located in Brindisi and created by Gaetano Minnucci, an architect of the post-war reconstruction period. The importance of this complex lays in the testimony of the experiment on the theme of the economic and popular housing since it almost completely reuses the design criteria indicated in the national guidelines provided by the INA-Casa institute. The buildings and the dwellings in question are from the 50s, second 7-year term of the Italian INA-Casa period. They are no longer occupied by the original tenants and are often subjected to drastic transformations, in addition to a technical and technological decay. The research has proposed a valorisation of the performances of the quarters in typological-functional and energetic terms and has also paved the way for a functional rehabilitation of the urban district aimed at the achievement of a better quality of life for its inhabitants.

Keywords: Functional regeneration, social housing; domestic space, INA-Casa heritage building

1. Introduction

The debate regarding the wide residential public building heritage, constructed in the immediate post-war until the early 80s, is mainly focusing on the strategies of energetic retrieval of the housing heritage and on the regeneration of the related urban spaces for social purposes. A great part of this building quotient responded to a social demand of “house” [1]. Such period was especially rich in reflections, debates and the realisation of large building complexes by important architects of the time, who focused on the importance of the house and the constructed space. In Italy, the models of formal and social building were mediated by the large cultural debate at European level [2], from which the functional model of the house was codified; while the technical and technological models continued to be those of the Italian tradition. These choices allowed the use of labour already shaped to work in the building sector and well-known materials, whose processes of production and use had already been tested [3].

The heritage created, although cutting-edge in its intentions, was not accompanied by the complete realisation of the various expansion plans. In fact, few years after its realisation, it proved to be already obsolete and with great deficiencies from the technical point of view and in terms of performance.

Therefore, it clearly emerges how the requalification of the residential buildings of this historical phase imposes a global and integral reflection on the technical and technological adjustment of the constructions to the new normative and energetic-performance parameters, as well as on the distributional and functional reorganisation of the living places in relation to the numerous social aspects (work, relationships, family) which characterise life and the contemporary demand of domestic space.

The panorama of reconstruction, as outlined, finds on national scale its point of reference with the INA-Casa plan. This will mark the beginning of an important phase of the post-war

economic politics, which will leave the most important testimonies in the field of social housing in our country with the construction of more than 350,000 houses [1]. The INA-Casa plan, structured as mentioned before, had therefore a double function: it led to the realisation of low-cost houses for salaried employees and gave a new impulse to occupation using unskilled labour for the construction of new buildings. The complete programme was arranged in two 7-year term plans, executed between 1949 and 1963.

The interesting operation of the INA-CASA programme was undoubtedly the construction of two government organs: the committee of actuation and the committee of management, which, with its Architecture office, defined the urban, architectural, functional and technical/constructive guidelines. The guidelines of the first 7-year term involved the realisation of dwellings with a minimum surface starting from 30, 45, 60, 75 or 90 sqm (net measurements considering walls, partitions, lodges and balconies), to which corresponded respectively 1, 2, 3, 4 or 5 available rooms [4]. The spaces of external service such as lodges and balconies were included but with minimum surfaces, almost exclusively at the service of kitchens (as service environment) and the living room as space for relax. The distributional schemes privileged a separation between the living and sleeping areas. The recurrent typologies had to be the terraced and the aligned multistorey buildings with reciprocal heights and distances functional to a good sunlight exposure. The maximum height was heavily conditioned by the unwillingness to install the lift, therefore it was generally limited to 4 floors with a distance between the buildings of one and a half times the height. The hygienic-sanitary indications suggested a double exposure for better aeration. The setting of the body of the building and the central position of the staircase generally allowed two flats per floor, of equal size on average (at least in the composition of the first 7-years period). The elementary typological model configured this way was then reiterated in different units following different forms of aggregation. The structural apparatus was then strongly restricted by the supporting structure [4].

2. Methodology

The study presented in this paper has the objective of illustrating the building features of this important INA-CASA experiment in Brindisi. The research was conducted through a multi-scalar cognitive analysis, performed through bibliographic investigations (at the State archive) and archive materials of the A.R.C.A. North Salento and Brindisi Council. The collected material has been systemised and converted to digital format. The study has been conducted analysing the equalities and deformities of the original projects in order to analyse the conformation of the building complexes in terms of form and structure. The analyses have aimed to study the architectural and functional configuration of the dwellings; the technical conformation of the building envelope and, finally, the general architectonic composition, which has been a characteristic aspect of the entire sector. It can be noticed how the settlement was given an important urban setting by the architect Minnucci, who realised also three of the six groups of buildings.

3. The building nucleus in Via Duca degli Abruzzi

The residential complex of Viale Duca degli Abruzzi represents a fundamental element of the popular buildings in Brindisi. The complex, located in the quarter Casale of the city of Brindisi, is inserted within an already existing urban arrangement set on the great transversal axes of the coast, and divided into six quadrants of building expansion. The road axis became one of the centres of the new urban policy for the sustainment of the rural class. In this view,

Viale Duca degli Abruzzi, with its 400 m of length and almost 20 m of width, was chosen as central element of the whole quarter and the National Monument to the Italian Sailor was inserted to close the axis, an important symbol for the city of Brindisi. The importance of this urban/building axis can be found in the strong alignment with the design and technical guidelines included in the "Plan for increment of worker occupation. Houses for workers", realised by the architects Gaetano Minnucci and Costantino Forleo [5].

Minnucci, already known in Brindisi for the realisation of the important work of Gioventù italiana del littorio, Niccolò Tommaseo, opened the construction of the whole block in 1950, with the realisation of the first corner block (block H) adjacent to piazza Duca degli Abruzzi and to close the whole operation, he will realise 8 years later in 1958 the construction of the whole western side of the road (with the blocks D and I), completing in this way the entire urban axis. Although built after 8 years, these maintain the same metric and distributional setting, but they display an architectural style closer to the great experiments of the Dutch and north European Modernism. The other three buildings which compose the road axis (blocks E, F and G) can be reconducted to the architect Forleo and the 1950s. They appear as three similar architectural bodies with minimum distributional variations and structure of the facade. They are set as C-shaped bodies which define a private garden in the rear part of each block.



Figure 1. Urban plan of Viale Duca degli Abruzzi.

The challenge to face, for the two architects, for the construction of these buildings were the reduced budget, typical of the public residential housing, and the achievement of the maximum housing rate in relation to the available surface [5]. The chosen residential type was the one in line with the aggregation of two buildings at time, with six blocks and 88 flats in total, distributed on three overground floors and a basement. Every block displays four apartments per floor, distributed by two stairwells without lift as planned in the INA-Casa vademecum [6]. The orientation of the blocks following urban principles has the longitudinal axis on the N-S direction. Technically the construction was designed to great simplicity and economy both in terms of plaster and of bearing structures. These are constituted by tufa masonries, laid on a reverse beams foundation in reinforced concrete, while the floors are in hollow-bricks and concrete. The building is complete with the ordinary finishing works (plaster, painting, fixtures, kitchens, toilets, etc.), as reported in the vademecum. The height of every apartment from floor to ceiling is 3 meters.

The typological-functional analysis of the residential district in Viale Duca degli Abruzzi highlights a distribution of the apartments strongly conditioned by the bearing structures, which confers to the buildings some particularities, as the compactness and the symmetry of the plant with respect to the orthogonal axes but, creates some difficulties in the restoration works of the apartment, in terms of redistribution of the internal spaces. The distributional functional body is strongly restricted by the structural matrix, which being in bearing masonry, makes the functional organisation rigid. This condition does not allow significant

variations of the size of the single flats and limits the union or the separation into more housing units determining a scarce degree of flexibility.

The surface of the flats is, in the majority of cases, between 80 sqm and 110 sqm. The functional distributional organisation follows almost completely the Ina-Casa schemes. Therefore, the plan includes a longitudinal separation of the functional areas between day and night areas. In particular, the latter is provided with 2 or 3 bedrooms (depending on the surface of the dwelling) of sizes in agreement with the hygienic-sanitary normative. The presence of hygienic services and kitchen of insufficient size and not corresponding to the current standards is frequent. In fact, the living area is always articulated as a hall, living room and kitchen. The latter is sometimes adequate to be liveable while sometimes is comparable to a sort of kitchenette. In any case, the whole surface of the living area is not adequate for the household. The critical aspect are the hygienic services as there is only one bathroom regardless of the dwelling and with sizes that do not allow the allocation of all the sanitary services. Finally, the distributional spaces between the rooms appear to be oversized and this is another restriction of the structure which does not allow a reduction of such surfaces. The absence of a lift and the insufficient width of the staircase make the buildings inaccessible to the disabled.

The analysis of the residential district in Viale Duca degli Abruzzi highlights, at a technological level, the rather total adherence to the parameters suggested by the INA-Casa management. The supporting structure in almost all the buildings of the district is constituted by longitudinal structural walls, which together with the floor structure arranged transversally, come to define the masonry shell. The employment of the supporting structure confers to the buildings some particularities, such as the compactness and the symmetry of the planimetries with respect to the orthogonal axes traced in correspondence of the stairwell. The foundations, given the structure with supporting masonry, appear to be continual masonry constituted by “stone and mortar [...] made with ashlar in blank limestone hammered and shaped as regularly as possible with well-defined and parallel laying plans”. Also, in its technical and technological components, the building closely follows the principles of the INA-Casa vademecum. The crowning parapet is made with one head tufa masonries, plastered and stone coating. In some cases, the crownings are made in special bricks to form special decorative drawings. The horizontal base closure lies on a traditional stone crawspace, and it is closed by cement-tiled floors. The horizontal coating closure shows as insulating layer a crawspace (not aerated) of 40 cm, and an external finishing made with an asphalt impermeable layer. The balconies are generally made with a cantilevered structure in tile elements covered by cement.

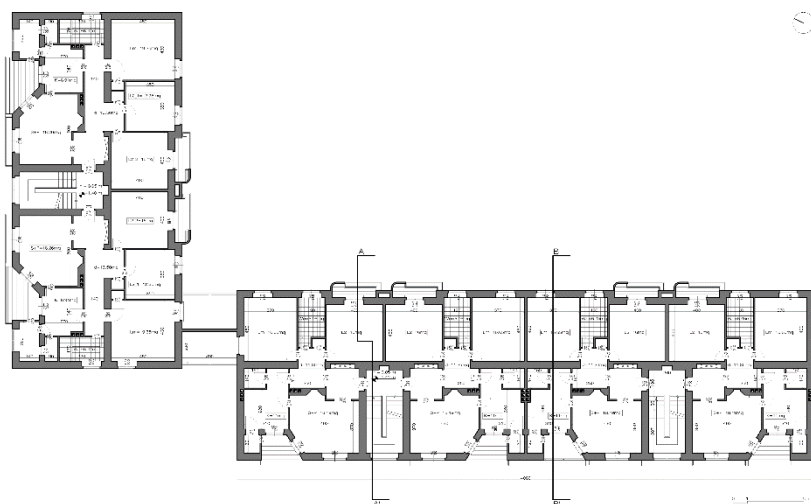


Figure 2. The constructive type.

3.1. The technological apparatus and the decay

In line with the objectives of the Ina-Casa programme, the building techniques and technologies had to be researched in the local traditions, in order to maintain the “artisanal building site” with a high employment of local labour and low level of mechanisation [6]. Therefore, the materials and building technologies well known until the second world war were used. For the three-storey building types, as in this case, a bearing masonry with bricks or stones was used. The vertical structure was realised with masonry in lime mortar blocks with different thickness both depending on the floor of the building considered, and the role of the wall within the wall box. On the contrary, the overhangs to the balconies, the canopies and the stairs were made in reinforced concrete. The opaque vertical closures, based on the principle of economy of materials at the foundation of the Ina-Casa constructions, do not present decorative elements but only a plaster coating. The transparent vertical closures were originally made of red fir wood infixes and shutters. Currently these closures have been replaced by the tenants, the situation appears strongly heterogeneous with the presence of both old and new infixes of different material (wood, anticorodal, PVC).

The external building envelope presents overall a bad state of conservation with detachments of plaster, diffused damp, with some punctual appearance of mold. On the facade there are evident pathologies due to designing errors (lack of suitable drainage for rainwater), which have compromised the aesthetic appearance of the buildings. From the structural point of view, the masonry is intact: the building does not show external damage, but particular criticalities have been highlighted in the coating, where evidently the impermeable sheath is absent or damaged, causing the presence of concentrated damp and serious decay of the plaster; the ground floor is elevated with respect to the street level, granting this way a better protection, while the presence of rising damp is visible and affects the underground floors until the basement of the facade which is therefore affected by efflorescence in correspondence of brick masonry.

The district, as all the buildings of popular housing post Second World War made in total absence of a normative for the containment of energy consumption, appears to be affected by an evident and significant energy obsolescence. The termo-hygrometric analysis of the most dispersant envelope components, i.e., the separation structures of heated spaces from those non-heated has highlighted significant issues of thermal dispersion. The presence of thermal bridges is determined by the constructive characteristics of the buildings and a scarce attention, back then, to the issues connected to the energetic efficiency. The decay caused by the anthropic tampering is also significant. There are many abusive private interventions: the closure of loggias, transformed into verandas; replacement of fixtures according to personal aesthetic principles; external canalization or electric wires serving satellite dishes or antennas fixed on the balcony; hanging wires fixed on the main facade on Viale Duca degli Abruzzi.



Figure 3. Technological facade of decay.

4. A regenerative hypothesis

4.1. The urban context

The Casale quarter has a vocation as a residential quarter. The urban model appears regular and characterised by a low housing density with building blocks of maximum three floors. Apart from the residential quarter IACP "Viale Duca degli Abruzzi", there are other examples of important buildings but in state of abandonment and decay. These are the covered district market and the "Fishermen Village" important historical example of residential housing. The area is equipped with secondary schools which are well integrated in the quarter, however there are no compulsory schools. The green areas appear in a state of abandonment except for the recreational structures as the stadium, the sport centre, the playground for the children with attached skating rink [7].

The Casale quarter overlooks the western side of the harbour and is connected with the historical centre by a single very busy road. The Casale is an area of the city inhabited by middle-high class people, it does not have a significant social decay, but the prevalently residential function and the lack of structures (especially those related to the primary commercial activities) are not able to guarantee a good liveability of the quarter, causing a great displacement of the youngsters. An important value lays in the proximity to the airport, the harbour and the historical centre which place the area of Casale as an extremely important hub for the tourist flow [8].

The SWOT matrix has been conducted in different scales to highlight some structural aspects of the quarter in exam and how these could be profitably employed for a re-found logic of urban restoration and efficiency of its spaces.

Table 1 – 2. – SWOT Analysis

| | STRENGTHS | WEAKNESSES | OPPORTUNITIES | THREATS |
|---|--|--|--|--|
| GEORGAPHIC LOCATION | <ul style="list-style-type: none"> • Significant presence of naturalistic, landscape and historical resources • Location within the internal tourist harbour • Strategic location adjacent to the airport | <ul style="list-style-type: none"> • The territory lacks direct connections to the two great traffic routes (SS 16 and Via Appia) • Presence of military restrictions | <ul style="list-style-type: none"> • The strategic location in the urban area with good infrastructures promotes an attractive pole of tourist-historical-environmental interest | <ul style="list-style-type: none"> • Increase of the residential character of the district (dormitory district) |
| QUALITY OF LIFE | <ul style="list-style-type: none"> • Suitable coverage of all the basic infrastructures • Presence of green areas and non-structured urban voids • Overlook on the internal harbour • Presence of a waterfront | <ul style="list-style-type: none"> • Scarce enhancement and accessibility to green areas and waterfront • Structural decay (ACP residences) with consequent social deprivation • Traffic congestion at the entrance of the district • Scarce urban standards | <ul style="list-style-type: none"> • Improvement of the liveability of the district by means of integrated plans for the retrieval and the creation of infrastructural networks • Increase of the range of services provided to the people including all that is functional to the quality of life | <ul style="list-style-type: none"> • Increase of the possibility that the district becomes a dormitory |
| HISTORY/CULTURE/ENVIRONMENTAL RESOURCES | <ul style="list-style-type: none"> • Areas of relevant naturalistic interest • Presence of constructions of historical-cultural interest | <ul style="list-style-type: none"> • Dismissed areas of historical-cultural interest (Institute Tommaseo, Fishermen village) • Absence of relationships between naturalistic ambits of relevant interest | <ul style="list-style-type: none"> • Creation of an ecologic corridor to be related with a tourist-environmental route (Green-way) • Environmental requalification of settlement systems | <ul style="list-style-type: none"> • Factors of decay in ambits of naturalistic interest • Obsolescence of the decayed constructions |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Availability of historical-cultural and architectonic heritage • Internal harbour and old harbour overlooking | <ul style="list-style-type: none"> • Inadequate connections of the sites of historical-naturalistic interest | <ul style="list-style-type: none"> • Retrieval of dismissed historical buildings • Increase of green spaces | of historical interest |
| PRODUCTIVE SYSTEM TOURISM AND ATTRACTIVENESS | <ul style="list-style-type: none"> • Numerous natural resources with great tourist potential • Presence of historical-cultural heritage (Fishermen village) • Historical buildings of strong environmental and architectonic value (Castello Alfonsino, former Collegio Tommasiano) • Port and airport terminal of international interest • Presence of basic infrastructures • Vicinity between the places of tourist interest | <ul style="list-style-type: none"> • Cultural-natural heritage excluded from the tourist offer • Limitations to the leisure activities in the natural areas • Persistence of a short term and seasonal tourism model • Scarce integration between the bathing tourist and environmental-historical-cultural tourist system • Scarce enhancement for tourism purposes for the port and the little ports along the coast • Unsuitability of the public transports • Facilities nonspecialized in tourism | <ul style="list-style-type: none"> • Growing interest for local naturalistic tourism • Possibility to diversify and deseasonalising the tourism offer • Presence of tourism little ports to be enhanced • Presence of an international airport terminal • Incentivation of public and private sustainment for the preservation and use of the natural and cultural heritage • Creation of tourist routes that join the district connecting its various panoramic points | <ul style="list-style-type: none"> • Loss of the identity of the places and the typical productions • Tendency to deteriorate the local resources |
| | STRENGTHS | WEAKNESSES | OPPORTUNITIES | THREATS |
| SETTLEMENT SYSTEM | <ul style="list-style-type: none"> • Presence of buildings with strong historical and social value, such as the Fishermen village with the annexed foothpath • Presence of areas destined to sport activities | <ul style="list-style-type: none"> • Decay of the IACP residential buildings "Viale Duca degli Abruzzi" • Decay of the sport facilities • Presence of disused structures as the district market • Isolation of the tourist area of the little port from the urban context | <ul style="list-style-type: none"> • Requalification of the IACP residences • Requalification of the sport facilities for the creation of a pole that attracts athletes • Refunctionalisation of the dismissed areas | <ul style="list-style-type: none"> • Advancement of structural decay with consequent social disease |
| MOBILITY AND TRANSPORT - ROAD TRANSPORT | <ul style="list-style-type: none"> • Sufficient coverage of the road network | <ul style="list-style-type: none"> • Unsuitability of the network of road public transport • Insufficient connections along the coast • Almost unexisting cycling paths • No interchange connection between port, airport, and railway station | <ul style="list-style-type: none"> • Improvement of the vehicular connections between district and rest of town • Increase of the frequency of road public transports • Introduction of new infrastructural roads | <ul style="list-style-type: none"> • Periodic congestion of the connection routes with the town centre • Traffic congestion at the entrance of the district |
| MOBILITY AND TRANSPORT - PORTS AND AIRPORTS | <ul style="list-style-type: none"> • Presence of an international airport near Casale District • Airport in a strategic territorial location between Brindisi, Lecce, and Taranto provinces • Existing little ports along the northern coast able to house fishing boats | <ul style="list-style-type: none"> • Inadequate connections, by means of two shuttles from the airport terminal with the town centre, the adjacent districts, and the major tourist attraction areas • Scarce and inadequate tourist housing facilities at the port terminal of the town | <ul style="list-style-type: none"> • Enhancement of the airport terminal, port of privileged access to a territory of significant tourist vocation • Enhancement of the East Bay as a commercial port and shuttle link to the Old Town | <ul style="list-style-type: none"> • Persistence of a flow of pass-through passengers only |

From this analysis it is possible to infer a few observations:

- Urban scheme and functional system: appear regular and at low living density of inhabitants subdivided into blocks of maximum 3 floors. The residential function is integrated with school structures, squares, parks, and sport centres. Commercial and service structures are almost completely absent.
- Environmental and landscape context: There are some important examples of rationalist architecture such as the Naval college Niccolò Tommaseo (also by architect G. Minnucci 1934-37) and significant sport facilities such as the stadium and the playground with the skating rink in good state of conservation.
- Level of accessibility: the district is connected with the town center, from one very congested road. This situation confers a perception of a greater distance than reality;
- State of physical decay: we are in the presence of two conflicting conditions. While private spaces seems to be in good conditions, public places are neglected and disorganized;
- Vocation and potential: the area has favourable urban features to a harmonious development of the whole area. Among others, the vicinity to the coast, the historical centre, the airport, and the harbour can be mentioned. This circumstance together with the environmental and historical value, places the area in a relevant position in the role of a possible hub for the tourist flow from and to the city centre.

The general evaluation of the district highlights some necessities and consequent proposals for intervention:

- ✓ intensification of the berthing places for motorboat and institution of a waterway to make the entire district less isolated from the town centre;
- ✓ Requalification of the “Fishermen village” and restoration of the former naval college Niccolò Tommaseo with the resetting of the wide surrounding garden and the reutilisation of the district market;
- ✓ Intensification of the port and airport infrastructures through the enhancement of a possible connection axis to the sea for Via Duca degli Abruzzi;
- ✓ Interventions of technical-functional regeneration of the INA-Casa residence to answer the needs of the contemporary social tissue (single, young couples, elderly, restricted families, ...) and create facilities aimed at promoting a slow and quality tourism



Figure 4. Masterplan of area.

To summarize, the system of Casale district seems to be characterized by the existence of two different realities: the one that could be defined, of everyday urban life, dedicated to public and private residence; the other one of the naturalistic-monumental kind, connected to the presence of important historical-environmental sites to be protected. In this context the hypothesis of urban regeneration operates in the attempt of creating within the district a urban juncture between center and periphery with the aim of favoring tourism, economic development and social cohesion. The possible planning proposal sees the area of Via Duca degli Abruzzi with its docking front to the sea as an opportunity for the urban development of the town, so that it will not end in itself but will introduce to a future interest in interventions in adjacent areas for a relaunch of the town.

It is possible, in this sense, to divide the urban Project in three different levels of intervention:

- Ambit 1: parking and road mobility system; Green system; Foot/cycling path system;
- Ambit 2: commercial network and tourism system;
- Ambit 3: residency system

Now we will focus on this last point

4.2. The urban context

The operation on the complex system of public residential buildings of via Duca degli Abruzzi, stems from the necessity to reach a substantial improvement of the social and urban quality. The operation on the urban fabric can be an opportunity to systemise the infrastructural and social needs and the renewed urban and naturalistic values of the residential quarter.

The redevelopment of the district of Via Duca degli Abruzzi attempts to answer to the new social aspiration of residency in the contemporaneity through the re-use of socially and culturally consolidated forms in the traditional town imaginary. To this, on the other hand, a design process that operates on separate design scales is associated:

- on the scale of the residential aggregate, integrating the private gardens (as those in the courts behind the INA-casa residential blocks) with the wide public pedestrian spaces of Via Duca degli Abruzzi;
- on the scale of the single buildings, intervening on the distributional reorganisation of the housing spaces and the redefinition of the surface of the single estate units in relation to the new social needs;
- on the technological scale of the constructive systems, operating a substantial enhancement of the energetic performances of the buildings through design interventions of active systems for energy production and a technical improvement of the constructive elements subjected to rapid decay.

The performance obsolescence of the real estate assets requires operations of retrieval, aimed both at the removal of the inefficiencies due to the decay over time, and to grant the respect of a renovated legislation that meanwhile has developed in order to introduce new qualities and performances that were not originally included. For what regards the formal choices the thread linking all the operations has been to respect the rationalist feature of Minnucci facades.



Figure 5. Masterplan and cross section of Via Duca degli Abruzzi project.

5. The typological-functional rehabilitation of buildings

The increasingly present fragmentation of families is undoubted [9] as well as the consequent creation of households composed by one or two members or recomposed families. This situation has substantially changed the demand of housing for large families, but new users and new needs emerge: self-sufficient elderly, single or couples, which for their needs and requirement should find a response in the “solidal condominiums”; single or single-parent families; all those who use the city for a limited period, “city users” as students, temporary workers, etc.

In the case of the complex in via Duca degli Abruzzi, the restriction of the supporting structure, as well as the “formal” maintenance of the facades have been the two rigid elements of the project, which have not allowed a substantial rethinking of the typological-distributional general character of the flats.

Therefore, the requalification of the dwellings has been strongly restricted. The operation has been to divide the dwellings with higher surface (110 sqm lots D, transversal buildings with respect to the axis of Via Duca degli Abruzzi) into smaller dwellings of about 45 sqm; requalifying the existing dwellings sometimes sacrificing a bed in favour of two hygienic services and service spaces, apart from equipping the living area with more adequate spaces. In this way, not only did we try to increase the living quotient, but also provide a wider choice which includes dwellings for 2, 3, 4 and 5 users.

The living areas and the sleeping areas have been proportioned to the number of users, trying to obtain in every specific solution a regular form of the spaces, so to allow a functional arrangement of furniture. For larger dwellings, for 4 and 5 users, it was not possible to include single rooms since the total surface would not allow it. Therefore, during a family life cycle, such dwellings could “suffer” from overcrowding.

The presence of toilets has been doubled for a better rate of the services with respect to the users and the distributional spaces between the rooms have been reduced to a minimum, very often eliminating areas and useless passageways. In the disposition of the living and sleeping areas we tried wherever the structural restrictions allowed it, to respect the optimal orientation of the spaces in relation to the function they had been predisposed to: so, placing the bedrooms, studies and services in the north and the living areas in the south, south-west. In the coherent distribution of the functions in relation to the orientation, we tried to guarantee the condition to generate a natural ventilation of the environments exploiting the natural thermal difference and therefore the pressure of the opposite facades in relation to the solar exposure. The requalification project, moreover, involves the provision of green areas for the single users, originated by the creation of a semi-private garden in the rear part of the buildings. This new configuration of the rear

provides the possibility of a protected private parking area and the opportunity of employment of the cellars as locals for private use.

An important modification regards the insertion of the mechanised connection. The choice has been an external structure with entrance to the dwellings in the living area. The buildings affected by a longitudinal subdivision of the original plan see however the possibility of insertion of the lift only for two of the four dwellings. The problem was difficult to overcome without leaving the dwelling with wide surfaces or, on the contrary, dividing the plan transversally with surfaces only adequate to a studio.



Figure 6-8. Typological schemes and Redistribution project of the residential units.

6. Conclusions

The complexity of the theme of retrieval in social buildings and, in particular, the ones of the early 50s imposes the overcoming of the vision of requalification as a sum of isolated operations, circumscribed in time, to a single thematic area and the mere building scale. The simple operations of restoration of the technical and functional aspects of the buildings through the implementation of the most urgent implant adjustments and the execution of intervention of architectonic preservation of the facades, if not accompanied by the activation of wider requalification programs, are not sufficient to deal with the magnitude of the problem that involves at the same time urban, architectonic, technological and energetic aspects.

Therefore, it is necessary to think of approaches to the requalification which are able to overcome the simple concept of maintenance and that look at a dynamic conservation of the building improving its performances through an integrated design. Moreover, more attention is needed to the social and cultural dynamics of modernity in the organisation of the living spaces. The observation of the case study analysed brings about several reflections. A conscious organisation of the plans in the urban fabric emerges, which always places care in separating the functional areas of the dwellings placing the living area prevalently in the east, with the living room in the west; or in the south depending on the longitudinal or transversal position of the building with respect to the axis of Via Duca degli Abruzzi. It is undoubted that the standards of contemporary housing, especially in relation to a possible analysis of the overcrowding index, would not be respected. The surfaces destined to the accessory spaces such as a second bathroom, laundry room or even simply a closet are almost completely absent. All this even after favouring the abusive closure of balconies or small lodges, placed especially in the rear of the building and in correspondence of the kitchens.

The design and functional peculiarities of the buildings object of our study, belonging to a past tradition, should not be a constraint to the application of innovation strategies in the recovery, but be themselves the protagonists in the definition of a new system in which there is a new balance between technology, space, and functions. From here comes, for example, the construction of an optimal relationship with the urban space (both the internal courts of the single buildings and the monumental axis of viale Duca degli Abruzzi) realised to return to the community the spaces so far excluded from the social behaviour of the inhabitants, today indispensable to manage their social and recreational activities. The objective of the integrated regeneration of the building can be achieved not only by adopting solutions with improve the use of spaces through the reorganisation of the dwellings, but also through the optimisation of the structures and the integration of renewable energy systems adequate to the formal instances and the technical structure of these buildings.

References

- [1] Di Biagi, P. (2001) *La grande ricostruzione. Il piano INA-Casa e l'Italia degli anni Cinquanta*. Roma: Donzelli.
- [2] Baffa Rivolta, M., Rossari, A. (1975) *Alexander Klein: Lo studio delle piante e la progettazione degli spazi negli alloggi minimi / scritti e progetti dal 1906 al 1957*. Milano: Gabriele Mazzotta
- [3] Melis, P. (2010) *La valutazione della qualità globale degli edifici residenziali nella programmazione degli interventi di riqualificazione alla scala del patrimonio edilizio*. Tesi di Dottorato, Università degli studi di Cagliari.
- [4] Beretta Anguissola, L. (1963) *I 14 anni del Piano INA-Casa*. Roma: Staderini
- [5] Minnucci, G. *L'abitazione moderna popolare nell'architettura contemporanea olandese: esame delle leggi, sviluppo, tecnica ed estetica delle abitazioni economiche in Olanda*, Libreria di scienze e lettere, Roma 1926
- [6] Campolla, R., Vittorini, R (2003) *L'architettura INA-Casa (1949-1963). Aspetti e problemi di conservazione e recupero*. Roma: Gangemi.
- [7] Caiulo, D. (2000) *Storia e progetto della riqualificazione urbana. Strategie future per Brindisi*, Fasano: Schena.
- [8] Piana, V. *Brindisi: la rigenerazione urbana per costruire la città del ventunesimo secolo*, in *Geocentro*, anno I, No 3, maggio-giugno 2009, pag. 24-27, 2009
- [9] ISTAT 2022 *Aspetti della vita quotidiana, Rapporto annuale 2022, Volume online, Capitolo 3 – Famiglie, stranieri e nuovi cittadini* [<https://www.istat.it/it/archivio/271806>]

The traditional Andalusian heritage of the patio house. Methodological guidelines and design experimentation for active conservation

Bellicoso Alessandra - Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura, Ambientale, L'Aquila, Italy, e-mail: alessandra.bellicoso@univaq.it

Berti Krizia – Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Seville, Spain, e-mail: berti@us.es

Albarreal Nuñez María Jesús - Universidad de Sevilla, Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Seville, Spain, e-mail: mjan@us.es

Tosone Alessandra - Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura, Ambientale, L'Aquila, Italy, e-mail: alessandra.tosone@univaq.it

Abstract: The research falls within the context of the refurbishment and regeneration of the predominantly residential building tissue in consolidated urban contexts which, subject to a continuous process of modification, are characterized in terms of a palimpsest. The paper intends to report the results of the design experimentation carried out in the context of the graduate thesis laboratory within the framework of the collaboration relationships with the University of Seville, on an old traditional Andalusian patio house located in the historic center of Seville subject to several interventions up to that of 1952 by the Regionalist architect Antonio Delgado y Roig through which the patio house finds its own precise conformation.

In the methodology, the type/technique/project polynomial is taken as an interpretative key capable of restoring the characterization of the Andalusian patio house both in the "knowledge for the project" and in the "project for refurbishment" phases. The active conservation project is characterized as an iterative process capable of delineating a condition of habitability available to absorb regenerative processes, starting from the assumption of operating on a "mature" system, assumed as an invariant subsystem, to be integrated with components with selective transformability, variant elements capable of ensuring the adaptive refurbishment of the building.

Keywords: Traditional heritage, Seville, Typology, Patio house, Active conservation

1. Introduction

The built environment, in particular the one that finds the most complete and consolidated reference in the urban structure and form, has historically demonstrated an intrinsic ability to adapt to the various natural and anthropogenic factors that guaranteed its "birth" and subsequently "survival" according to a process of regulation with respect to the multiple conditions of the context and the various disturbing causes, which generated "an immense deposit of signs and practices", which as a palimpsest "stratifying, overlapping, deforming and sometimes contradicting itself, gave rise to results surprising and often difficult to interpret "[1]. This process has ensured, with respect to particular conditions of stability and continuity, even in the transformation, the maintenance of identity characteristics through the rewriting of the settlement rules, such as the typological characteristics of the building tissue or the architectural ones of the buildings. In the prevailing stability of social and economic models, changes due to anthropogenic or natural factors have not determined any interruption, in utilitarian terms, of the built system which has continued to modify its characteristics and physical arrangements in relation to updated needs and ways of use.

The pre-industrial technical-operational tradition made possible a continuous rewriting process, legitimized by a shared material culture, capable of changing the physical dimension of the "environmental pre-existing". In a non-programmable temporal dimension, the genesis of the palimpsest took place according to a "natural" chronology and took on the characteristics of a process of self-regulation. With the progressive interruption of these conditions of continuity, the characteristics of fragility of the city emerged, which were answered with specialized approaches and operational methods functional to the control of a process that is no longer spontaneous but definitively heterodirected. The urban palimpsest [2] can be assumed as a structure and generative process marked, in a singular coexistence, "by the character of pre-existence (the certain and the law) and by episodes of events (the uncertain, the alea) (...). The relationship between pre-existence and occurrence is, in short, an action of refurbishment in the most advanced sense of the term." [3] In this perspective, even in the face of the complexity of the problems and the speed of variation of the dynamics in progress, the operability on consolidated palimpsestes must assume the characteristics and modalities of "a dynamic process that signals an effective and constant willingness to experiment, to explore the various plots of relationships compatible with what can be called the "possible margin of transformation", that is, the ability to vary and the willingness to change without compromising the continuity of which any notion of identity, even the weakest "[4] on the basis of a forecasting project capable of reactivating or increasing the resilience of the system which, following" phylogenetic patterns "[5], is not only able to reconfigure the physiognomy of the building tissue and of the architectural heritage, but also to re-establish a physiology of the entire built system.

In the case study of the patio house, the analysis of the urban schedule was conducted with respect to a circumscribed urban sector defined according to the indications of the "Desarrollo del avance del plan especial de protección del conjunto histórico de Sevilla" [6] (Figure 1). One of the analyzes concerned the cataloging of the built tissue, identifying the type and degree of protection together with the height in floors of the buildings. In the same way, the assets of cultural interest (B.I.C) as well as those of typological, urban or monumental interest present in the study area and the historical-archaeological ones were highlighted. The city of Seville is in fact characterized by a strong presence of archaeological remains from the Roman and Almohad times, for this reason among the analyzes were included those relating to the archaeological substrate, its conservation, accessibility and degree of protection, as well as the relief of interventions carried out over time.

The process of transformation of the residential and built tissue of Seville has its roots, among other things, in the evolution of the "patio house" type, as in the case study in Calle San Vicente.

The professor of History of the University of Seville, Joaquín Hazañas [7], is the first to indicate in 1928 the parameters that define the Sevillian patio house, stating "... la nota esencial de toda casa namente sevillana es el patio, sin el que no se concibe la casa de Sevilla, de la que puede decirse que es el alma" (... the essential note of every properly Sevillian house is the patio, without which the house in Seville cannot be conceived, of which the patio can be considered the soul). From this first text of 1928, many studies, doctoral theses, books and articles emerge that address the topic of the "house-patio" type as a field of study and which have been the reference for this research work. Of these, the following stand out. The essential texts are those of Morales Padrón of 1977 [8], those of Barrionuevo y Torres [9] and Fernandez Naranjo [10], dated 1978. All deal with some considerations on the city and on the house. They underline the importance of the Hispano-

Muslim house, of the interventions planned in the nineteenth century for the formal control of alignments and facades, and the typological consolidation of the "bourgeois patio-house" between the establishment of a family structure, adaptation to climatic conditions and building evolution.

Similarly, both José Ramón Sierra's doctoral thesis [11], in 1980, and Babiano's book [12] in 1989, are essential for understanding Sevillian domestic architecture. On the other hand, the corresponding studies by Díaz y Recasens in 1992 [13] and 1997 [14], relating to the study of the heritage of the patio in the modern movement, also allow us to understand the patio as an essential device in the architectural design of the house. More recent studies corresponding to the 21st century include study books on the Southern House in 2001 [15] and the monograph on the patio by Antón Capitel in 2005 [16].

Finally, a set of texts that address, from different points of view, the themes of "The house" and residential types. This is the case of Núñez Gonzalez's (unpublished) doctoral thesis in 2017 [17] on "Houses, enclosures, inns and shops in 16th century Seville. Architecture, drawing and builders "lexicon"; the degree project in architecture by Abaurre Delgado [18] in 2015 on "The transformation of traditional residential types as the engine of the architectural project" and that of Retamosa Montes [19] in 2020, on the thermal conditions of the patio. To conclude, we add the texts of the "II International Congress of Culture and the City: the house, domestic spaces and ways of living (196-205)", by various authors [20] in 2019 and a further international text on the transfer of patio-house typology in Cuba, by Silvia Morales Pérez [21] in 2019.

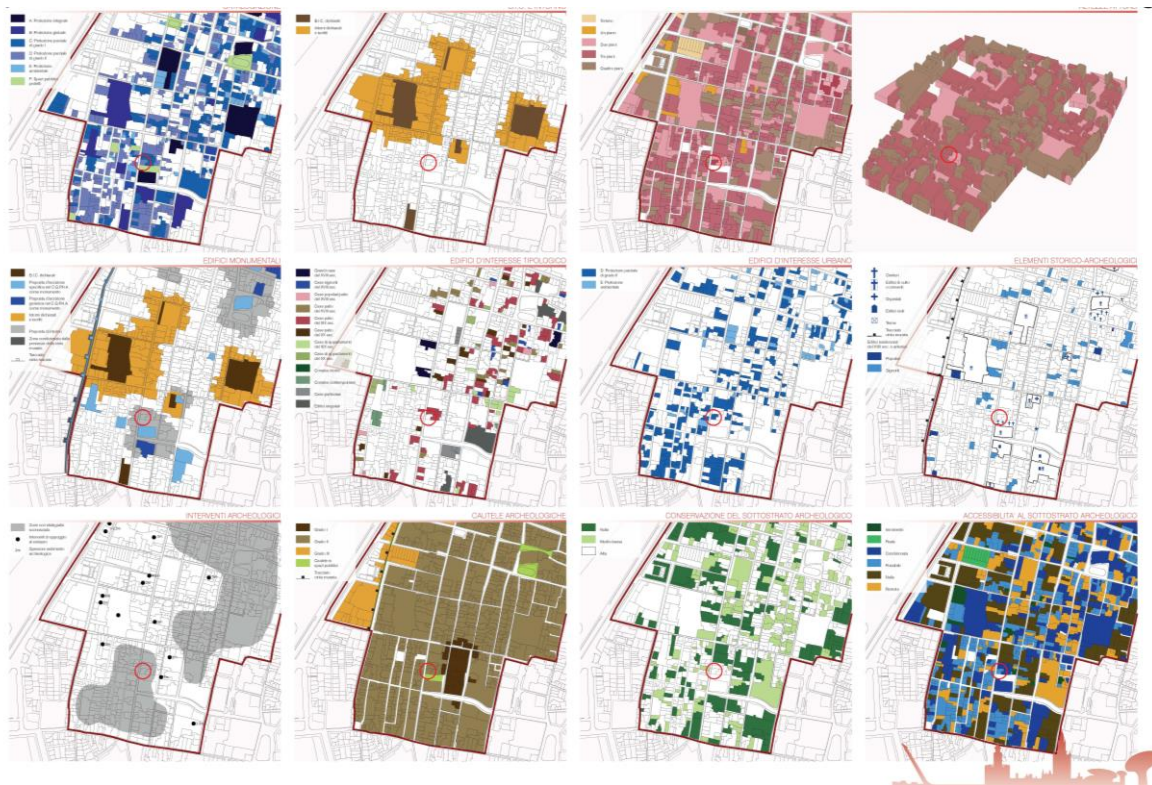


Figure 1. Analysis of the urban palimpsest of the San Lorenzo-San Vicente area, Seville (graphic elaboration by Krizia Berti).



Figure 2. Patio house in Calle San Vicente 24, Seville (photo by Krizia Berti).

2. The methodology

The recognition of the transformation on the existing as a complex planning action [22], aimed at grasping the evolutionary characteristics of the historical building, implies the identification of cognitive tools, appropriate decision criteria and logics based on the recognition of a complex concept of quality able to measure everything that defines its identity, that is, the set of its objectual characteristics, as well as relational ones.

The operational methodology, developed and adopted, defines in the first phase of "knowledge for the project", an articulated analysis procedure that starting from the physical data, investigated in terms of space-dimensional relationships, materials and constructive apparatus, goes up to reading and interpretation of the forms, of the typological processes and of the constructive lexicon, tracing the complex of transformative events of the building whose identification is significant for the recognition of the complex of values that it itself expresses.

The analytical moment is followed by the critical one useful for the second phase of the "project for refurbishment": on the basis of the drafting of the "charter of values" - constructive, formal, typological, historical, etc. - it is possible to outline the corresponding levels of transformability. On the basis of this operational interface between evaluations of the analytical moment and judgments of the critical one, the methodology provides for the identification of a new identity: the "transformative" one which preserves all the value elements, removes those considered inconsistent, identifying possible project themes and the "functional" one which, on the basis of a different function, chosen or hypothesized, organizes a coherent and compatible use model. The two components of the new identity therefore suggest what can be defined the concept of the project with the strategies and operational guidelines that guide first the design of the project and then the technical-operational translation of the necessary interventions through the choice of materials and constructive systems.

For this methodology, validated with respect to the specificity of the field of application, the polynomial type/technique/project was assumed as an interpretative key capable of returning both in the "knowledge for the project" phase and in that of the "project for refurbishment" the prevalence and characterization of the typological question of the Andalusian patio house.

Starting from a requirement framework defined by the client, who hypothesized it as the headquarters of the Cultural Foundation "Centros de Estudios Andaluces" pertaining to the Junta de Andalucía [23], the refurbishment project of the traditional Andalusian patio house located in the historic center of Seville and in particular in the district of San Lorenzo - San Vicente [24] [25] [26], in Calle San Vicente 24 (Figure 2), it is thus characterized, as an iterative process capable of delineating a condition of habitability available to absorb processes of modification and rearrangement, starting from the theoretical assumption of operating on a "mature" and "consolidated" system, apparently unchangeable, referable in particular to the complex of the main geometric-spatial matrices of the masonry meshes; this is adopted as an invariant subsystem, whose functional prediction can be activated through the identification of varying conditions and elements which, taken as components with selective transformability, ensure and activate the adaptability of the building.

3. The knowledge project

3.1. The transformative phases

The first documentary source concerning the building, present in the Municipal Archives of Seville [27], dates back to 1929 and testifies that it participated in a larger building complex characterized by the presence of a large outdoor patio located in the rear, now saturated from the surrounding building tissue.

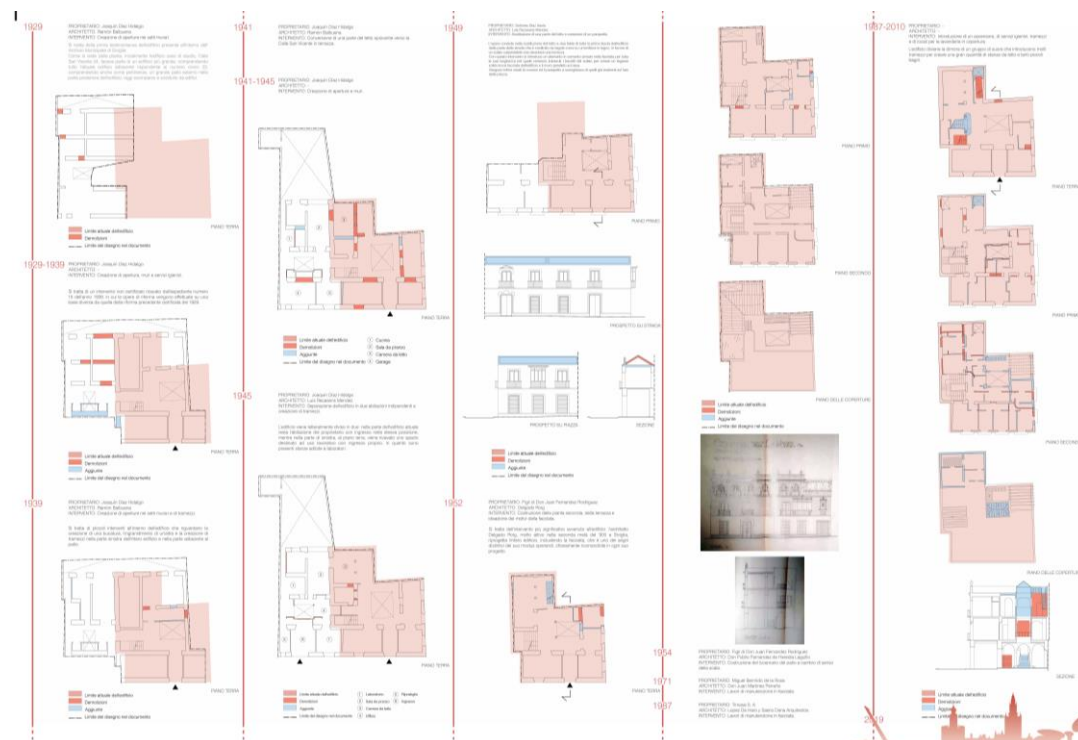


Figure 3. Transformative analysis. The phases before and after Antonio Delgado y Roig's project of 1952 (graphic elaboration by Krizia Berti).

Between 1939 and 1945 minor works are carried out; in 1945 the building, divided into two, features the owner's home and a space used for business use with its own entrance. The most significant intervention is due to Antonio Delgado y Roig (Seville 1902-Seville 2002), one of the last representatives of the Sevillian Regionalism; the architect whose major works, in collaboration with the architect Alberto Balbontín de Orta, are the Basilica del Jesús del Gran Poder and the Santuario de Nuestra Señora del Rocío, has left a significant trace in Sevillian residential architecture, particularly in its unmistakable facade solutions. In 1952 Delgado redesigned the entire building on Calle San Vicente, redefining, in his distinctive *modus operandi*, a new architectural front and consistently reconfiguring the morphological and distribution structure of the patio type [28] (Figure 4). Between 1987 and 2010 the building, intended to house a group of nuns, was again modified in the layout of the interior spaces, responding to the need to create a large number of rooms equipped with services, functional to the accommodation of the nuns, and in the 'integration of an elevator connecting the second floor and an iron staircase that reaches the partially equipped laundry roof [28] (Figure 3).

Acquired by the Cultural Foundation "Centros de Estudios Andaluces" with the aim of inserting its administrative headquarters, after the start of the works for bureaucratic reasons the construction site is blocked, leaving the building intact in its architectural aspect but compromised in its internal spatiality, bringing it back to bare the wall structure.

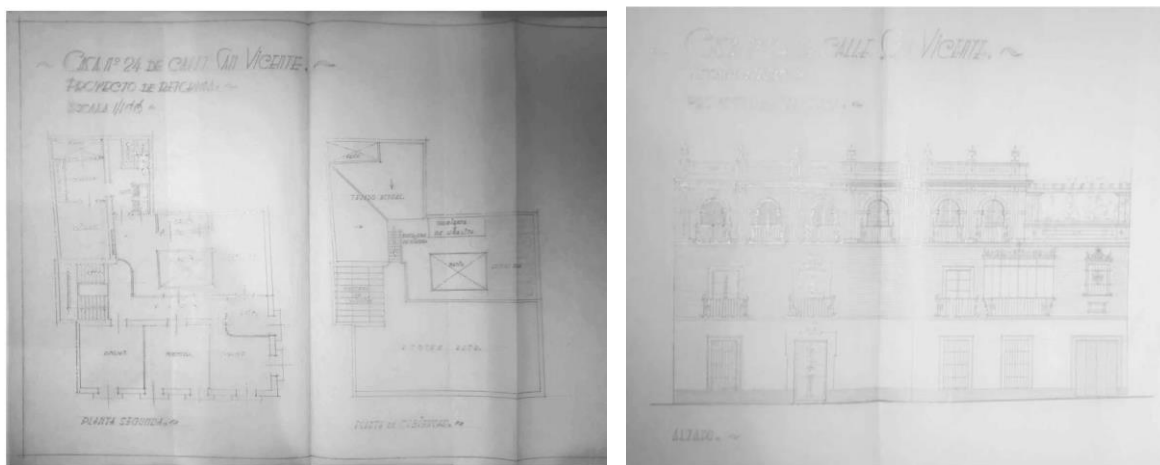


Figure 4. Original drawings of the project by Delgado y Roig (Fundacion Fidas).

3.2. The type

The study of the patio-house type was conducted on the basis of a comparative analysis that examined both the examples present in the reference urban context (those of Alameda de Hercules 97, Alameda de Hercules 93, Calle Amor de Dios 24, Calle Maravillas 14, Calle Cencero 2, Calle Enladrillada 42, Calle Artemisa 9) and those designed by Delgado y Roig himself (those of Calle Moratín 9, Calle Rioja 24 and Calle Antonio Susillo 9) [28] (Figure 5).

The patio house was the building typological principle of the Sevillian city that affects both the family home and the palace, both the "corral de vecinos" and the public building [15]. Compared to the Mediterranean patio-house type, the Sevillian one is characterized by the presence of two residential units: one which, open onto the patio, shaded, with marble floors and tiled cladding, is inhabited in summer, the other, on the upper floor, closed by galleries and bright in winter. In the Sevillian house we can distinguish two parts: through the "zaguán" (vestibule) we reach the patio, onto which the more public areas of the house open up; developed mainly around the rear garden or patio, the most private part is enclosed within the walls of the adjacent buildings.



Figure 5. Typological and comparative analysis of the Sevillian patio house (graphic elaboration by Krizia Berti).

The patio, located in the center of the distribution system, prefers a regular design and is characterized by a light architecture: arches on marble or metal columns, on the ground floor, support the galleries on the upper floor and shade the walls that create the “crujías” of the house (the light between two load-bearing walls). Connected to the road through the vestibule or “house-door”, the staircase develops from it, a vertical connection with the upper floor. The door at the entrance and the one at the end of the staircase solve the ventilation and air conditioning of the house. Depending on the position of the staircase with respect to the other elements of the type, two typological classes can be identified: the one in which the “patio galleries” are accessed from the “zaguán”, then the staircase and the “high galleries” and the one in which the “zaguán” leads to the patio galleries on one side and the staircase leading to the high galleries on the other. The typical scheme of the Sevillian patio house is characterized by the sequence of spaces: “Apeadero” (covered space outside the entrance door), patio, garden, courtyard, vegetable garden, which by quality and size characterize the importance of the house. However, it adapts to the irregularities of the lots with different solutions, so when it is not possible, for example, to create the garden, roof terraces are built [29] [30]. According to Joaquín Hazañas there are five characteristics that make the Sevillian house a constructive type: the sobriety of the facade, the height, the existence of the terrace, the garden and the patio [7]. “Se cuenta que cuando un sevillano mandaba labrar una casa, decía a su arquitecto: Hágame usted en este solar un gran patio y buenos corredores, si terreno queda, hágame usted habitaciones” [7].

3.3. The critical analyzes

On the basis of the results of the analysis of the sources and of the typological ones, the analysis of the constructive apparatus is defined in order not only to return the physical-material conformation of the patio house with respect to the construction techniques and

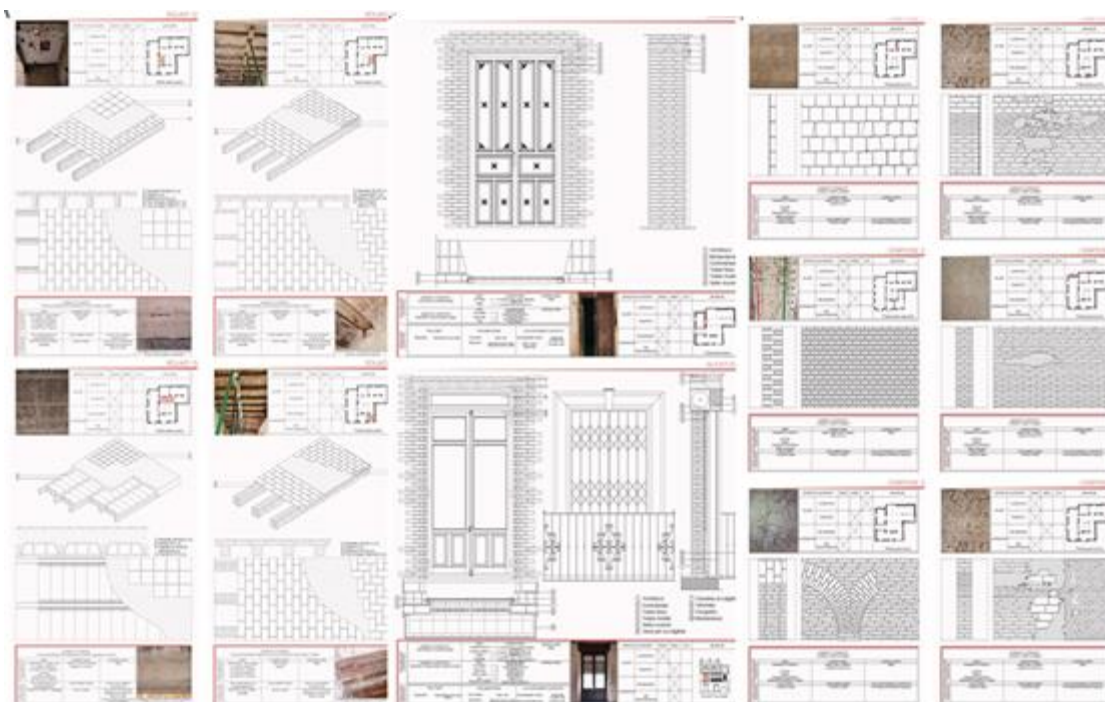


Figure 6. Analysis of the constructive elements (graphic elaboration by Krizia Berti).

materials, but to confirm the complex of transformative events that have determined its current structure. Then follows the analysis of the degradation and the analysis of the architectural, typological and construction values useful for defining the transformability potential. The complex of critical analyzes aims at defining not only the quantitative parameters, referable to the identification of performance deficiencies and the possible levels of adaptation, which can be related to various intervention actions, but also to those of a qualitative type attributable to the recognition of peculiarities and complex of values and their translation in an interpretative key. The comparison between the possible solutions and the levels of transformability found results in the verification of compatibility which assumes a value of judgment, not unique but multiple, capable of delineating the margins of acceptability of the intervention. The analysis of constructive apparatus in the case study highlighted the main architectural and construction features relating to the types of walls, sub-floors and door and window ways. In particular, the walls, all in brick, differ in a different type of basic element ranging from solid bricks of size 22-24x12-14x3-5 cm, to bricks 27-30x12-14x3-5 cm, to "tapial" and "gafa" bricks. The definition of the openings is entrusted to brick masonry shoulders and brick arches or wooden lintels. Of particular value are the moldings and the wrought iron elements of the grates and railings designed by Delgado. The sub-floors have a simple or double frame of wooden elements, with flat deck or brick vaults replaced in some cases by brick-cement sub-floors (Figure 6).

From the critical analyzes emerge, as quantitative parameters referring to the performance deficiencies, the state of deterioration of the material, the adequacy of the resistant sections of the building elements, the compliance with current legislation of the skylight covering the main patio in terms of air exchange and chimney effect, and as qualitative parameters the complex of architectural, typological and constructive values and the congruence of the transformations undergone, such as the direction of ascent of the staircase or the closure of the second patio.



Figure 7. The house in Calle San Vicente after the refurbishment project (graphic elaboration by K. Berti).

4. The reuse project

The typological reading implemented by identifying the interrelationships between the different spatial, formal and technological components becomes an interpretative key and a fundamental reference for evaluating the compatibility of design solutions. The possibility of relating, during the design process, with a typological reference scheme capable of highlighting the spatial and morphological values of the patio house allows you to constantly compare the relationship between the design solutions and the recurring characters of the 'place'. This approach, with the aim of reinterpreting the original characteristics of the building, refers to the culture and centrality of the project, the only tool capable of responding to the heterogeneity and specificity of the different contextual situations; a design therefore 'within the rules' related to the concept of transformability and interpretative of the complexity of the urban palimpsest [31]. Active conservation and adaptation to new functional needs referring to the specific of the patio house involves the definition of a functional layout which, respecting the logic of the building, assumes the distribution scheme polarized around the patio space so as to reconfigure a different one but coherent transformative identity. In the house on Calle San Vicente (Figure 7), in response to the client's requests for the construction of its administrative headquarters, on the ground floor the "zaguán" remains the main entrance to the building reserved for the public while the entrance on the side of the square is used as secondary entrance reserved for the staff of the "Centros de Estudios Andaluces". After passing the main entrance, you reach the heart of the building, a large space illuminated from above by natural light from which you can reach the various rooms: two offices, designed to accommodate more employees, favoring the sharing of spaces and ideas, an info point with a relative waiting area for the public, from which the archives can be accessed as well as an area reserved for toilets, located in the same position in each plant. On the first floor there is an additional shared office, a large conference room which, through a retractable folding wall, can, if necessary, be transformed into two separate classrooms that can host training courses or seminars, and finally a relax area overlooking the secondary patio dedicated to employee breaks. On the second floor there are two individual offices, a secretariat that conveys access to the management, a shared office and a small terrace overlooking the square. Finally, on the roof there is a warehouse, two small terrace areas for the maintenance of the skylight and the placement of machinery, and a large terrace open to the public.

5. The technological project

On the basis of the results of the critical analyzes and the inputs of the reuse project, the intervention strategy is defined, that of an active conservation capable of ensuring a rewriting of the urban palimpsest in which the building participates, coherent with a protection objective and capable of initiating a compatible transformation process. This is modulated according to different operational guidelines with respect to which specific and singular technical and constructive solutions are used, dictated by the needs of adapting technological performance rather than restoring the distributive and architectural aspects of the patio house, which in the specific case of study find a unity of language through the choice of a specific material and technical code, that of corten steel. In the patio house in Calle San Vicente, we therefore intervened on the sub-floor in two ways: introduction of connectors on the main frame of the wooden floors and steel elements that connect the newly built slab to the partition walls (Figure 8); application of carbon fibers on the prefabricated joists in the brick and concrete ones, insertion of a new sub-floor with a steel and wood structure. In the same perspective, the skylight covering the patio is replaced with a more technologically advanced version, capable of restoring its behavior in bioclimatic terms, and consistent with regulatory requirements in terms of air exchange and fire prevention, accepting this transformation as historicized.

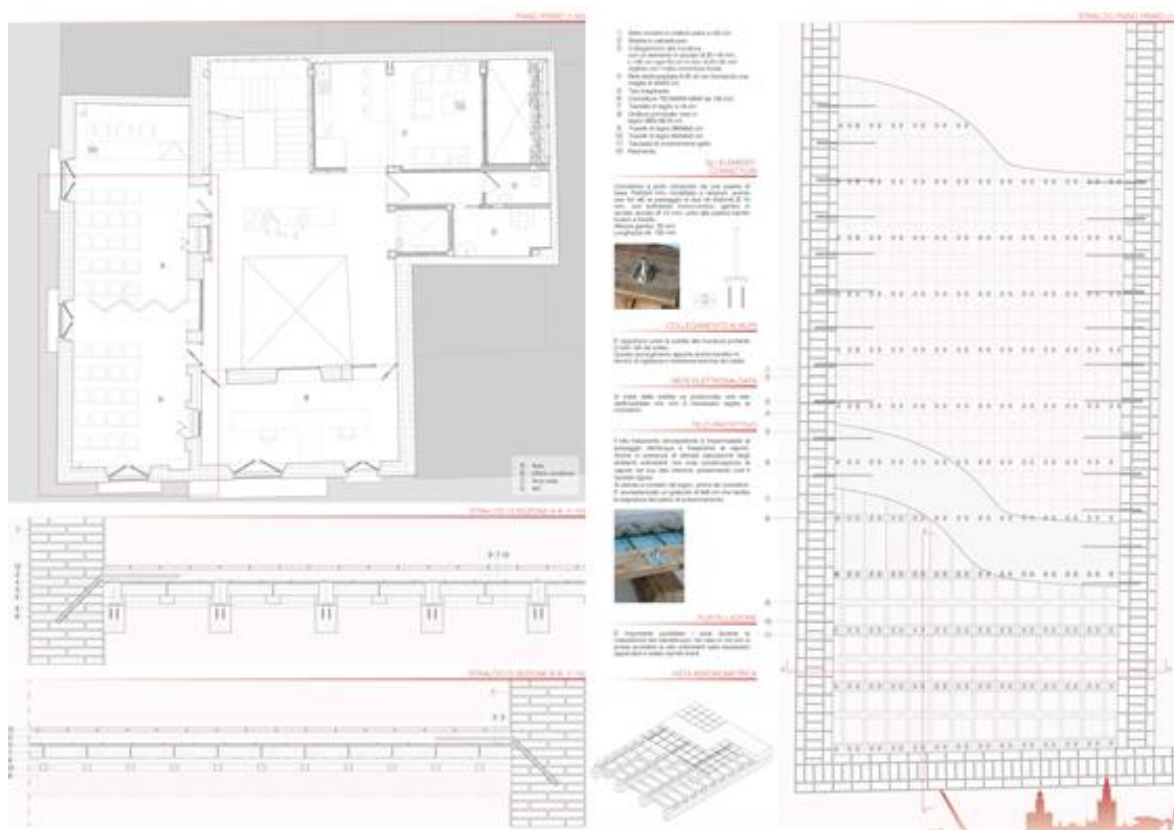


Figure 8. Performance adaptation intervention on a type of wooden sub-floor (graphic elaboration by Krizia Berti).

The restoration involved a redefinition, coherent with Delgado's project, of the internal staircase, redesigned according to the original development designed by Delgado and updated in the construction solution that uses steel both in the structural scheme and in the cladding material. The reopening and reconfiguration of the second patio, also present in the project by the Sevillian architect, is inspired by the same principle, which houses an

updated version of the typical green space introducing the theme of the vertical garden (Figure 8). The façade solution that still ensures the recognizability of the architect Delgado y Roig's intervention is preserved but manifests the refurbishment project in some defining elements of the architectural front: a new base, made of corten panels, re-proposes outside the recourse to the new material that mainly characterizes the solutions adopted inside, while all the decorative elements that characterize the facade and the moldings of the doors and windows have been restored, a new plan of color is defined.

6. Conclusions

The project experimentation illustrated, starting from the framework of the needs posed by the new owner, seeks a model of use compatible with the characteristics of the type, investigated as a whole of its functional, formal and constructive aspects, and defines congruent intervention strategies. The design intentions are finally translated into technical-constructive choices that find precise and punctual detailed solutions within the palimpsest according to technical codes referable to a form of evolved handicraft, which brings the intervention on the building back to a dimension of the project "inside the rules", rules which, when declined with respect to the specific conditions of the context, can never be generalized but can be traced back to the condition of "case by case".

References

- [1] Secchi B. Prima lezione di urbanistica. Roma-Bari: Laterza; 2000.
- [2] Capano F, Visone M, eds. La Città Palimpsesto. Tracce, sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici. Tomo I – Memorie, storie, immagini. Napoli: fedOA – Federico II University Press; 2020.
- [3] Ciribini G. Cultura tecnologica ed epistemologia del progetto. In: Gangemi V, eds. Cultura e impegno progettuale: orientamenti e strategie oltre gli anni '90. Milano: Franco Angeli; 1992: 53-60 pp.
- [4] Tagliagambe S. L'albero flessibile. La cultura della progettualità. Milano: Masson; 1998.
- [5] Zambelli E. Fenomenologia e tassonomia degli interventi di trasformazione tecnologico-architettonica. In Zambelli E, eds. Ristrutturazione e trasformazione del costruito. Milano: Il sole 24Ore; 2004: 37 p.
- [6] Sevilla. Urbanismo, Medio Ambiente y Parques y Jardines. Planeamiento de Desarrollo. Sector 09. San Lorenzo-San Vicente https://sig.urbanismosevilla.org/Ficha_PD.aspx?nir=PD_CH_09
- [7] Hazañas y La Rúa J. La casa sevillana. Sevilla: Academia de estudios sevillanos; 1930.
- [8] Morales Padrón F. La ciudad de los quinientos. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.; 1977
- [9] Barrionuevo Ferrer A, Torres F. Sevilla: Algunas consideraciones sobre la ciudad y la Casa. 2C Construcción de la ciudad. 1978; 11: 7-49 pp.
- [10] Fernández Naranjo J A, Vázquez Teja F. El tipo de Casa Patio . 2C Construcción de la ciudad. 1978; 11: 12-13 pp.
- [11] Sierra Delgado J R. Introducción al análisis formal de la arquitectura doméstica popular en Sevilla. (Tesis Doctoral Inédita). Sevilla: Universidad de Sevilla; 1980.
- [12] Babiano JC, Gorondona J. Rehabilitación y Vivienda en Sevilla. Renovación y Transformaciones en la arquitectura doméstica. 1975-1988 . Sevilla: COAS; 1989.

- [13] Díaz y Recasens G. Recurrencia y Herencia del patio en el Movimiento Moderno. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, Junta de Andalucía; 1992.
- [14] AA.VV. Patio y Casa. Revista DPA. 1997; 13. Barcelona: UPC.
- [15] Barrionuevo Ferrer A. La arquitectura del patio desde Sevilla. In: Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. La casa meridional. Correspondencias. Siviglia: Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía; 2001: 123-138 pp.
- [16] Capitel A. La Arquitectura del patio. Barcelona: Gustavo Gili; 2005.
- [17] Núñez González M. Casas, corrales, mesones y tiendas en la Sevilla del siglo XVI. Arquitectura, dibujo y léxico de alarifes”. (Tesis Doctoral Inédita). Sevilla: Universidad de Sevilla; 2017.
- [18] Abaurre Delgado B. La transformación de los tipos residenciales tradicionales como motor del proyecto de arquitectura. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Sevilla: Universidad de Sevilla; 2015.
- [19] Retamosa Montes J. Influencia de las características morfológicas del patio en las condiciones térmicas y de confort de la vivienda relectura del patio en el edificio de vivienda colectiva a partir de las condiciones de diseño de la tipología de casa patio. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Sevilla: Universidad de Sevilla; 2020.
- [20] Gómez Martínez V, Del Espino Hidalgo B, Pérez Cano M T. La casa popular de zaguán, patio y corral: habitabilidad y protección para el siglo XXI. In: II Congreso Internacional Cultura y Ciudad: la casa, espacios domésticos y modos de habitar (196-205). Escuela de Arquitectura de Granada: Abada Editores; 2019.
- [21] Morales Pérez, S M. El patio y la Herencia Sevillana del Habitar. Arquitectura y Urbanismo. 2019; XL(2). 59-66 pp. La Habana, Cuba: Instituto Superior politécnico José Antonio Echevarría, CUJAE.
- [22] De Matteis F. Architettura in trasformazione. Problemi critici del progetto sull'esistente, Roma-Bari: Franco Angeli; 2009.
- [23] Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía: <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/culturaypatrimoniohistorico/iaph.html>
- [24] Jimenez Sancho Alvaro. (2007), La formación de los barrios de San Vicente y San Lorenzo de Sevilla. Archivo Hispalense: revista histórica, literaria y artística. 2007; (273-275). 157-181pp.
- [25] Servicio de Planeamiento, Gerencia de Urbanismo, Excmo. Ayuntamiento de Sevilla. Desarrollo del avance del plan especial de protección del conjunto historico de Sevilla - Sector 9 “San Lorenzo - San Vicente”; 2000.
- [26] Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Anuario Arqueológico de Andalucía 1996; 1996
- [27] Servicio de Archivo, Hemeroteca y Publicaciones. Expedientes: Calle San Vicente, 24.
- [28] Fundación FIDAS. Expedientes: Calle San Vicente, 24.
- [29] Nuñez Gonzáles M. La casa sevillana del siglo XVI en la collación de San Salvador: dibujo y estudio de tipologías. Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones; 2012.
- [30] Passolas Jáuregui J. (2012), Sevilla: historia y recuerdos a través de sus calles, plazas y puertas Ituci Siglo XXI; 2012: 439-443 pp.
- [31] AA.VV. Architettura di base. Firenze: Alinea editrice; 2007.

Archive sources

- [32] Junta de Andalucía, “Centro de Estudios Andaluces”
- [33] “Alt-Q Arquitectura. Las habitaciones de los otros”

Ipotesi di recupero della Dogana al Ponte della Maddalena

Hypothesis of “Dogana” recovery at the Magdalena Bridge

Iovino Renato - Università Telematica Pegaso, Napoli (Italia), renato.iovino@unipegaso.it

Mecca Ippolita - Università Telematica Pegaso, Napoli (Italia), ippolita.mecca@unipegaso.it

La Mantia Emanuele - Università Telematica Pegaso, Napoli (Italia), emanuele.lamantia@unipegaso.it

Fascia Flavia - Università Federico II, Napoli (Italia), flavia.fascia@unina.it

Abstract: The goal that the authors have set themselves, through the recovery of the Dogana at Ponte della Maddalena, a historic building in total abandonment, is to create a structure that, together with other buildings already present in the Neapolitan territory, form a "welcome network and hospitality" for the many tourists who arrive in Naples. Each of these structures will be aimed at promoting the historical and artistic heritage of the city of Naples as well as the cultural initiatives present in the area.

It will thus be possible to pass from the ancient "city walls" with the doors, controlled by armigers, to the "finance wall" of the nineteenth century with the "Customs" buildings inhabited by financial officers to a modern and telematic "welcome and reception network" which could become the modern gateway to the city of Naples.

The historic building of the Customs House, located in the San Giovanni district, will be the modern gateway to the city of Naples, for travelers and tourists coming, by land, from the south of Italy. The choice of the "Dogana" is a consequence of the fact that San Giovanni a Teduccio, is now involved in large development projects: from the construction of the tourist port of Marina di Vigliena, to the of the Faculty of Engineering and Law.

Keywords: Knowledge; Recovery; Enhancement; Reuse

1. Introduzione

L'ex-dogana al Ponte della Maddalena è una delle poche testimonianze ancora esistenti di un progetto ben più ampio e complesso, quello del "Muro di Finanze" realizzato dall'arch. Stefano Gasse intorno agli anni '20 dell'Ottocento [1].

Questa esperienza si inseriva in uno scenario europeo caratterizzato da un fervente dibattito culturale incentrato su un nuovo modo di concepire la città, basato sui principi espressi per la prima volta in "Essai sur l'Architecture" di Marc-Antoine Laugier.

Da quel momento in poi il modo di progettare la città cambiò; i nuovi criteri di progettazione, quali il rigore e la precisione, donarono alla città della II metà del Settecento un assetto completamente diverso, caratterizzato dalla dismissione delle antiche cinte fortificate, che erano viste come un impedimento per una crescita urbana. Questo nuovo modello, determinato dall'esigenza di distinguere fisicamente in maniera precisa gli spazi interni o esterni al confine amministrativo urbano, se da un lato determinò la fine della città moderna

con il progressivo abbattimento delle mura di difesa, dall'altro segnò la nascita della città contemporanea con la realizzazione delle nuove cinte daziarie della quale divennero l'emblema personificandone i confini [2].

Le cinte daziarie, divenute sinonimo di confine urbano, presero quindi il posto delle mura difensive, così come le “Dogane”, abitate da ufficiali finanziari, si sostituirono nell'immaginario popolare alle antiche e minacciose porte controllate da soldati armati, diventando ben presto, come l'ingresso monumentale all'Acropoli di Atene, i nuovi propilei della città borghese e svolgendo contemporaneamente il non secondario compito di stupire e meravigliare, con le loro eleganti architetture, i viaggiatori al loro ingresso nelle città.

A Napoli, sola fra le grandi capitali d'Europa ad aver dismesso già nel corso del XVII secolo buona parte della sua cinta muraria, l'idea di realizzare un “Muro di finanze” nacque agli inizi degli anni '20 dell'Ottocento, quando il nuovo sistema economico, fortemente protezionistico, dell'allora Ministro delle Finanze, Luigi de' Medici, fu supportato dalla politica di Francesco I volta ad incrementare gli scambi commerciali nelle Due Sicilie.

Il De' Medici, nel dare per la prima volta all'opera la denominazione di “Muro di finanze”, avvertì la necessità di precedersi innanzitutto alla confinazione per poi passare alla redazione della pianta dell'intero recinto da parte di un architetto (figura 1). Il programma fu approvato da Ferdinando I nel Consiglio Ordinario di Stato del 13 maggio 1820.

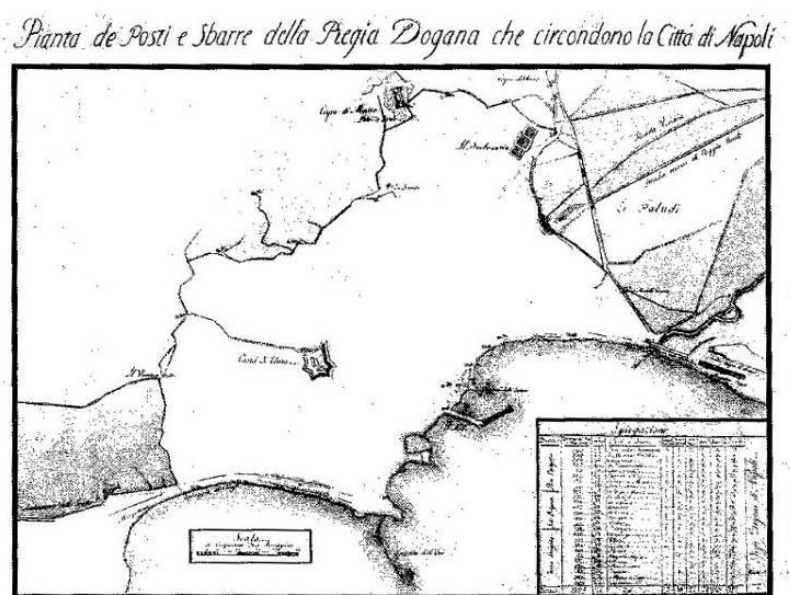


Figura 1. “Pianta de 'Posti e Sbarre della Regia Dogana che circondano la città di Napoli”, 1773 (da Pignatelli G., *Napoli tra il disfar delle mura e l'innalzamento del muro finanziere*, Napoli 2006, Alinea Editrice, p.54).

L'impegnativo progetto fu affidato all'architetto dei Dazi Indiretti, Stefano Gasse, che portò a termine il lavoro con l'aiuto del Malesi; il decreto del 7 gennaio 1824 sanciva ufficialmente l'opera.

L'articolato e complesso sistema di protezione studiato da Gasse si sarebbe dovuto articolare lungo tre direzioni: da Capodichino al Ponte di San Rocco, da quest'ultimo fino a Posillipo e, ancora da Capodichino al Ponte della Maddalena. Si veniva a creare in questo modo una rete scandita da ben 19 barriere ed altrettanti posti di dogana, facilmente raggiungibili dai principali ingressi della città e, soprattutto, posti in corrispondenza delle principali arterie della capitale in previsione di un rapido sviluppo urbano. Questi eleganti edifici neoclassici, realizzati tutti tra il 1828 ed il 1830, furono disegnati dallo stesso Gasse che per realizzarli

si ispirò all'opera condotta in Francia da Ledoux che tra il 1790 e il 1800 realizzò 45 barriere per un totale di 62 edifici con un carattere architettonico simile: sono costruite, infatti, utilizzando un campionario di componenti tratti da prototipi antichi e rinascimentali, con possibilità infinite di combinazione [3].

La barriera al Ponte della Maddalena fu la prima ad essere terminata verso la fine del 1829. Questa barriera consisteva in due corpi perfettamente simmetrici posti l'uno di fronte all'altro; a destra la "Dogana", posto di controllo daziario, e a sinistra, cosa strana, un macello, costruito in forme eleganti e quasi ricercate. Questi edifici, appartenenti al "Muro di finanze", segnavano l'importante ingresso alla città dalla strada delle Calabrie [4].

Agli inizi del '900, sia l'idea del Nitti di costruire la "Grande Napoli" mediante l'aggregazione dei comuni periferici alla città, sia la legge dell'8 luglio del 1904 sul "Risorgimento economico del comune di Napoli" che abolì qualsiasi tipo di dazio, decretarono la fine del "Muro di finanze" e l'abbandono al degrado della "Dogana" al Ponte della Maddalena [5].

2. La Dogana al Ponte della Maddalena – Il rilievo

Per conoscere e comprendere veramente un organismo architettonico, occorre "rilevarlo". Con il rilievo, in particolare, si potrà individuare e analizzare l'origine di un edificio e le vicende da esso subite; si potrà chiarirne la storia, coglierne gli elementi caratteristici, evidenziarne la morfologia strutturale e le condizioni statiche. In effetti, il rilievo è un'operazione di lettura, orientata verso una conoscenza critica dell'opera al fine di penetrarne la intrinseca complessità, comprenderne e coglierne tutti i valori.

La "Dogana", con accesso dalla strada denominata Via Ponte dei Francesi, nonostante le sue modeste dimensioni appare interessante sia per l'aspetto tipologico che per la ricercatezza architettonica. L'edificio, originariamente con una pianta ad H, oggi è costituito da un volume parallelepipedo, con un atrio scoperto, sul quale poggiava un tetto, ormai del tutto mancante, tagliato in corrispondenza dell'atrio sul prospetto principale da una copertura piana che poggiava sul massiccio architrave, tutt'ora esistente, sorretto da due pilastri angolari e due colonne doriche [6] (figura 2).

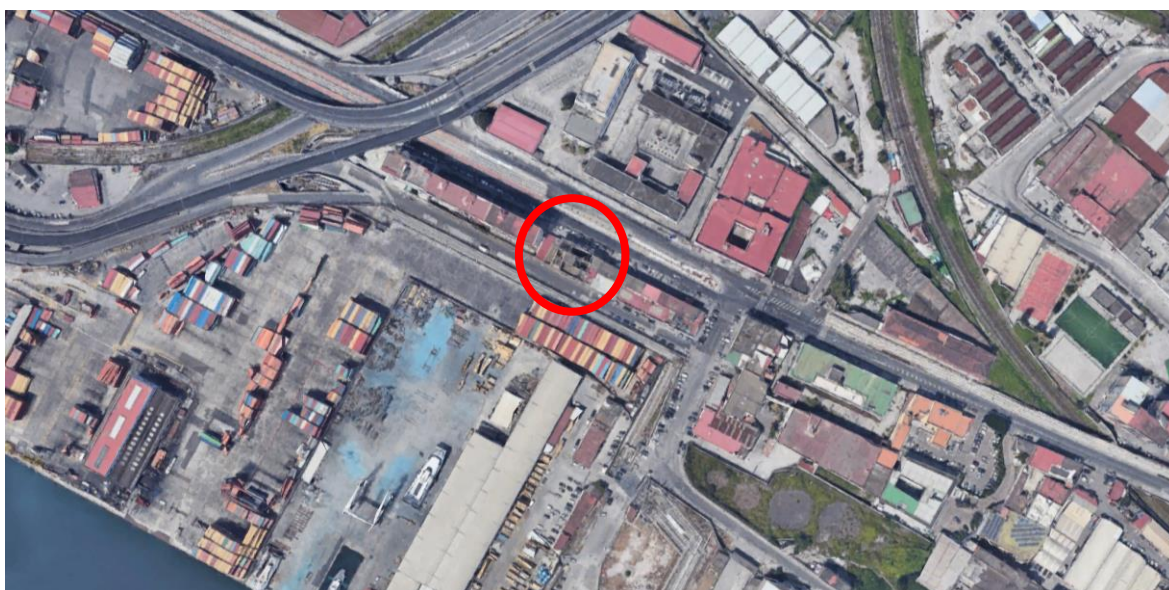


Figura 2. Vista dall'alto della Dogana al Ponte della Maddalena.

L'edificio è costituito da una massa muraria con spessore di 50 cm nella parte basamentale e 40 cm in sommità, interrotta in vari punti da aperture simmetriche al pian terreno e che si ripetono poi con lo stesso ordine al piano superiore. La scomparsa pressoché totale dell'intonaco, di cui resta solo qualche brandello, mette in evidenza la tessitura muraria in conci di tufo giallo per quanto riguarda il corpo principale, mentre una tessitura muraria in mattoni pieni per la struttura delle colonne nonché delle piattabande. In facciata sono visibili, inoltre, la perdita dell'ala di sinistra probabilmente demolita in seguito ai bombardamenti della Seconda guerra mondiale, nonché una serie di interventi quali la chiusura o viceversa l'apertura di nuovi vani che hanno modificato l'assetto originario della fabbrica (figura 3).

L'interno si sviluppa su due livelli caratterizzati da «nove locali con un salone al centro, occupato dall'Imposta del Consumo; al lato destro vi è una pensilina correlata da colonne doriche e sotto una grande bilancia per la pesa dei carichi» (Archivio Storico del Comune di Napoli, Fondo Demanio e Patrimonio). Il piano terra, dall'altezza di 5,00 m, è coperto da un solaio in legno costituito da una trave di spina e da un sistema di travetti che corrono paralleli al lato corto del corpo di fabbrica, e prende luce da una serie di porte che affacciano sul cortile interno. A differenza di quest'ultimo il piano superiore, che presenta la stessa distribuzione del piano sottostante, presenta l'assenza della copertura originaria. I due livelli dell'edificio in origine erano collegati da una scala in pietra probabilmente collocata nell'ala sinistra.

Lo stato di avanzato degrado in cui versa l'edificio ha portato ad affrontare il problema della sua conservazione non solo da un punto di vista puramente teorico, ma cercando da un lato di individuare un metodo progettuale concretamente applicabile nella pratica professionale e dall'altro di fornire indicazioni precise a livello operativo, ovvero dove e con quali tecniche intervenire, quali materiali utilizzare ed in quali circostanze.

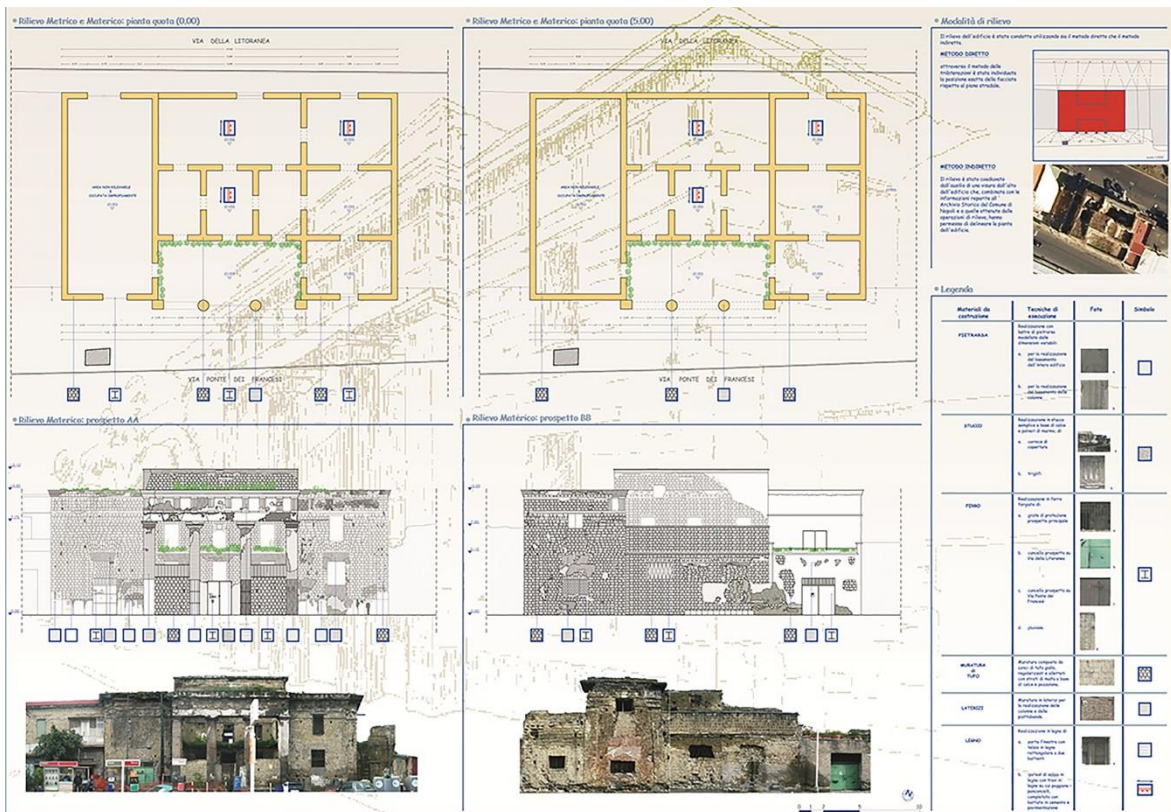


Figura 3. Dogana al Ponte della Maddalena. Rilievo metrico e materico.

3. Il degrado

Per la definizione dello stato di degrado l'attenzione è stata rivolta principalmente allo studio delle superfici ed in particolare alle superfici decorate: architrave e triglifi. A tal fine è risultato molto importante l'uso della fotogrammetria digitale perché ha consentito di venire in possesso di un insieme completo di informazioni qualitative e quantitative dell'oggetto da studiare.

È stata effettuata un'analisi di carattere patologico indirizzata a ricostruire la consistenza materica, lo stato di conservazione e i principali fenomeni di dissesto e di degrado. I dissesti presenti sono imputabili alla perdita della copertura e al parziale crollo di un'ala dell'edificio, mentre i principali fenomeni di degrado risultano essere prevalentemente di carattere fisico, dovuto al naturale invecchiamento del materiale, alla mancanza di manutenzione e all'abbandono più che decennale.

Lo studio delle patologie maggiormente riscontrate, definisce un quadro tematico dello stato di degrado dei paramenti murari, che risultano interessati da umidità diffusa (per risalita capillare ed infiltrazioni) con conseguente distacco dell'intonaco, da presenza di vegetazione, di muschi e licheni, da efflorescenze, e anche da fenomeni di decoesione del supporto (figura 4).

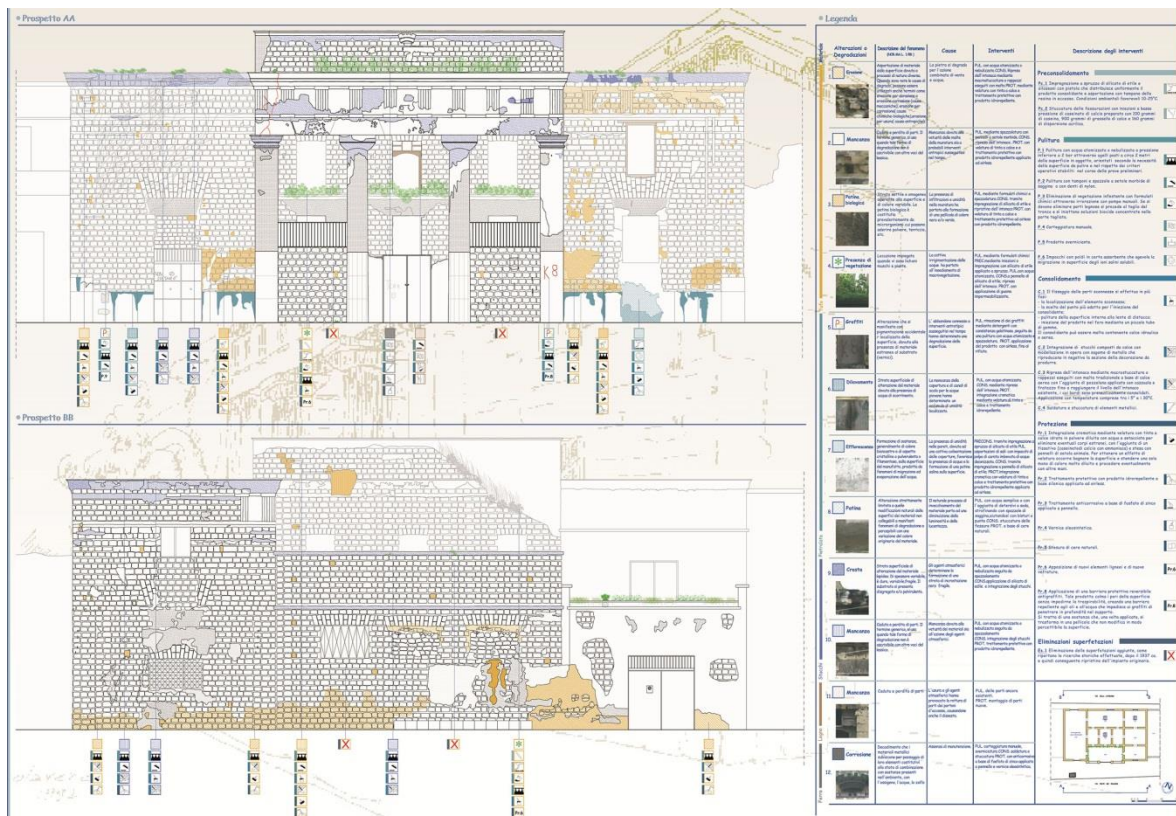


Figura 4. Dogana al Ponte della Maddalena. Rilievo del degrado e progetto di conservazione delle facciate.

L'esame svolto ha quindi portato all'identificazione di una serie di tipologie di degrado che sono state ricondotte alle definizioni e alla terminologia dei documenti NORMAL 1/88.

Le principali alterazioni/degradazione riscontrate sulle facciate, secondo la classificazione NORMAL 1/88, sono dovute all'erosione e quindi alla perdita anche di consistenti parti di materiale dalle facciate; alla presenza di patina biologica dovuta ai microrganismi che ricoprono le facciate e che si concentrano in corrispondenza di scanalature e piccole parti aggettanti; alla presenza di vegetazione infestante sia alla base delle facciate che sulle parti

aggettanti (cornicioni, davanzali, muretti); presenza di efflorescenza con cristallizzazione dei sali, fenomeno accentuato della risalita capillare dell'acqua presente nel suolo, in virtù anche della vicinanza dell'edificio al mare; presenza di croste dovute agli agenti inquinanti presenti nell'ambiente esterno (smog ad elevato traffico veicolare).

4. Proposte di recupero

La fase successiva al rilievo è stata quella della progettazione delle opere di intervento, opere che risultano quanto mai varie in ragione delle caratteristiche dell'edificio su cui bisogna intervenire e per la diversità dello stato in cui questo si trova e per le finalità che si vogliono raggiungere. In particolare, sono stati previsti:

- Interventi di miglioramento: ovvero interventi idonei a conferire alla “Dogana” quella solidità e sicurezza che l'edificio ha perduto con il trascorrere del tempo. In quest'ottica si inseriscono gli interventi relativi al consolidamento delle murature e del solaio in legno nonché la ricostruzione della copertura.
- Interventi isolati di riparazione o locali: considerato che la “Dogana” sarà interessata da una nuova destinazione d'uso, è stato previsto di attrezzare l'edificio con i servizi richiesti dalle attuali esigenze. In quest'ottica si inseriscono gli interventi relativi alla realizzazione di un ascensore con struttura in acciaio e chiusure perimetrali in vetro; di una scala in acciaio e vetro che si avvolge con tre rampe attorno all'ascensore; di apertura di un vano nelle murature; di vespai con casseri prefabbricati al piano terra; di pavimentazione galleggiante ai piani terra e primo; di una barriera elettrosmotica per difesa dall'umidità ascendente; di servizi igienici per disabili.

Per gli elementi di decorazione, quali l'architrave e i triglifi, che allo stato presentano alterazioni cromatiche, è stato previsto un intervento di pulizia superficiale, realizzato con un'idropulitura a bassa pressione in modo da non danneggiare la pietra esistente.

Per gli interventi di consolidamento delle murature è stato previsto il fissaggio degli elementi sconnessi, la ristilatura profonda dei giunti di malta con materiale compatibile con la malta esistente, il consolidamento della sezione muraria interna con iniezioni di malta cementizia a bassa pressione e la realizzazione di un nuovo intonaco.

Per effettuare un risanamento igienico dell'edificio ed eliminare l'umidità ascendente è stato previsto l'uso di una barriera elettrosmotica. Questo intervento si pone l'obiettivo di prosciugare la muratura in maniera diffusa e basa la sua tecnica sull'inversione del fenomeno fisico dell'elettro-osmosi, per mezzo di una differenza di potenziale elettrico tra due masse liquide separate da un corpo poroso quale può essere la muratura. Per risanare gli ambienti del piano terra è stata prevista la realizzazione di vespai areati con casseri prefabbricati del tipo ad igloo e la realizzazione di un pavimento galleggiante. Questi ultimi interventi sono funzionali per l'adeguamento impiantistico dell'edificio, in quanto offrono la possibilità di accogliere al loro interno gli impianti indispensabile per adeguare l'edificio agli standards e prescrizioni normative per la nuova destinazione d'uso, infatti possono consentire il passaggio, in ogni direzione, di tubazioni, condutture e cavi.

È stato previsto un intervento di consolidamento dei solai in legno per migliorarne il comportamento fuori dal piano e la rigidità dell'impalcato e per conseguire un maggior grado di sicurezza rispetto alle azioni verticali e orizzontali. Il consolidamento prevede la realizzazione di una struttura mista legno-calcestruzzo alleggerito (light concrete) mediante l'utilizzo di connettori in legno alloggiati in fori praticati nelle travi presenti, indispensabili per rendere solidale la soletta in light concrete con le travi in legno.

La struttura in legno inoltre è facilmente modificabile per consentire l'apertura di finestre, lucernari, abbaini. La scelta di una struttura in legno lamellare è stata fatta non solo perché costituisce un forte elemento di configurazione dello spazio interno, ma anche perché si ha un drastico abbassamento della dispersione della resistenza meccanica, dovuta all'omogeneità del legno lamellare rispetto al legno massiccio (è noto che il lamellare è ottenuto dall'incollaggio di "lamelle" di legno di spessore 32 - 33mm). Inoltre, il legno lamellare può essere curvato consentendo di sagomare l'elemento strutturale seguendo l'andamento delle sollecitazioni, contenendo gli sprechi. Un aspetto esecutivo particolarmente interessante è che l'utilizzo del legno lamellare consente di produrre elementi di piccole dimensioni che, agevolmente trasportati in cantiere, possono essere prima assemblati a terra e posti successivamente in opera con notevole rapidità.

La copertura originale, come già detto, è andata completamente distrutta, molto probabilmente in seguito ai bombardamenti della Seconda guerra mondiale; pertanto, la ricostruzione della copertura è stata preceduta da uno studio condotto attraverso foto ed immagini di archivio per cercare di comprendere quale fosse la sua reale configurazione.

5. La nuova destinazione d'uso

Per il recupero di questo manufatto si è tenuto conto dell'orientamento moderno del restauro, ossia si è cercato di collocare delle funzioni che siano quanto più possibile compatibili con la struttura preesistente, adeguandolo, tuttavia, alle esigenze attuali.

Lo scopo del progetto non è stato solo quello di un recupero funzionale degli spazi dell'intero complesso, ma un recupero della fabbrica in modo da riproporla nella sua forma originaria eliminando tutte le alterazioni che si sono aggiunte nel corso degli anni (figura 6). L'idea principale è stata dunque quella di ridare all'antica fabbrica quella giusta importanza avuta in un tempo remoto e quindi fare in modo che quella che un tempo era la porta "fiscale" per chi doveva entrare a Napoli oggi riacquistasse la sua funzione originaria ma letta in un'altra ottica: la porta su patrimonio storico – artistico - culturale della città di Napoli.



Figura 6. La facciata su via Ponte dei Francesi dopo il restauro.

Con il recupero della Dogana al Ponte della Maddalena si vuole creare una struttura che insieme agli altri edifici del "Muro di finanza" (Dogana di Capodichino, Dogana di Miano o di Bellaria, Dogana di Poggioreale, ecc.) formi una "Rete di accoglienza e benvenuto" per i tanti turisti che, per mare, per cielo e per terra, giungono a Napoli. Ciascuna di queste strutture sarà finalizzata

alla promozione del patrimonio storico e artistico della città di Napoli nonché delle iniziative culturali presenti sul territorio.

Sarà così possibile passare dall'antica "Cinta muraria" con le porte, controllate da armigeri, al "Muro di finanza" dell'Ottocento con gli edifici "Dogane" abitate da ufficiali finanziari, ad una moderna e telematica "Rete di accoglienza e benvenuto" con gli "Edifici per l'accoglienza" che potranno svolgere la funzione di moderne porte di accesso alla città di Napoli. L'edificio storico della Dogana, situato nel quartiere di San Giovanni, sarà la moderna porta di accesso alla città di Napoli, per i viaggiatori e turisti provenienti, via terra, dalla Calabria e dal meridione d'Italia.

Il restauro e la riqualificazione funzionale delle Dogane del "Muro di finanza" potrà favorire, nell'intorno dei suddetti nodi, un'azione di riqualificazione urbana come effetto della valorizzazione prodotta dal miglioramento delle condizioni di accesso in queste aree.

La scelta della "Dogana" è conseguenza della circostanza che San Giovanni a Teduccio, oltre ad essere da secoli un comparto urbanistico caratterizzato da un consolidato edilizio storico e da un forte rapporto con il mare, oggi è anche uno dei quartieri della città di Napoli maggiormente interessato da grandi progetti di sviluppo: dalla realizzazione del porto turistico di Marina di Vigliena, che ospiterà fino a 850 posti barca, a quella della Facoltà di Ingegneria e Giurisprudenza.

San Giovanni a Teduccio ha vissuto un periodo di particolare splendore durante il XVIII secolo, quando, in seguito alla realizzazione della Villa Reale di Portici, l'intera zona che dalla città di Napoli conduce a Torre Annunziata è stata meta prediletta dell'aristocrazia napoletana che ivi ha realizzato un cospicuo numero di ville di notevole pregio artistico e architettonico (Villa Favorita, Villa Campolieto, Villa Vannucchi e altre 119 ville), che formano il cosiddetto "Miglio d'Oro".

Gli "Edifici per l'accoglienza", attrezzati con Servizi igienici, Bar, Banco informazioni, Salette telematiche per conoscere la città, le sue architetture e le tante opere d'arte che possiede, ed ancora, con Banco per il nolo delle "Guide Turistiche su Tablet" che conterranno, nella memoria interna, notizie storiche, artistiche e culturali dei luoghi e degli edifici della città di Napoli da visitare (figura 7).



Figura 7. Piante di progetto: piano terra e primo piano.

6. Conclusioni

L'edificio della "dogana", nonostante sia abbandonato da molti anni e nonostante non sia attualmente oggetto di interventi di restauro o ristrutturazione, ha comunque rivelato caratteristiche e potenzialità interessanti. L'importanza storica e culturale, che ancora oggi la "dogana" possiede, ha richiesto un approccio consapevole e diretto allo sviluppo di un

progetto di recupero in grado di rispondere alle esigenze dell'edificio stesso e della collettività. Con il presente contributo si è voluto dimostrare come attraverso un percorso conoscitivo dal punto di vista culturale, socio-economico, architettonico, materico, tecnologico e strutturale, si può effettuare un'operazione di recupero del costruito riuscendo a rigenerare e dare nuova linfa a realtà degradate. Si è cercato di comprendere come il recupero di un manufatto edilizio in completo stato di abbandono, possa rappresentare un input dal quale partire per generare delle opportunità di riscatto e di rigenerazione di un territorio di notevole interesse storico. Sono state proposte soluzioni in fase progettuale, per garantire una nuova destinazione d'uso, una seconda opportunità di vita attraverso l'acquisizione di un nuovo valore e una nuova centralità in grado di trasformare l'edificio abbandonato in un "Edificio per l'accoglienza" capace di ridare vita ad uno spazio e di far parlare di una nuova identità, proiettando così l'edificio della "dogana" verso il futuro.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'ing. Clara Verde che ha fornito un importante contributo a questa ricerca.

References

- [1] Pignatelli G., Napoli tra il disfar delle mura e l'innalzamento del muro finanziere, Napoli, Alinea Editore, 2006,.
- [2] A. Buccaro, Istituzioni e trasformazioni urbane nella Napoli dell'Ottocento, Napoli, Ediz. Scientifiche Italiane, 1985
- [3] Pane G., Valerio V., La città di Napoli tra vedutismo e cartografia, Napoli, Grimaldi & C. Editore, 2001
- [4] Ruggiero, Il quartiere di San Giovanni a Teduccio. Breve guida storica, Napoli, 1977/78
- [5] Savarese L., Un'alternativa urbana per Napoli: l'area orientale, Napoli, Ediz. Scientifiche Italiane, 1983
- [6] Lucarella A., San Giovanni a Teduccio, Portici (Napoli), Arti Grafiche Meridionali, 1992

Recuperare il moderno. Una “fragile” opera di Ignazio Gardella

Recovering the modern. A “fragile” work of Ignazio Gardella

Annalisa Dameri – Politecnico di Torino – Dip. Architettura e Design, Torino, Italy, e-mail: annalisa.dameri@polito.it

Paolo Mellano – Politecnico di Torino – Dip. Architettura e Design, Torino, Italy, e-mail: paolo.mellano@polito.it

Abstract: At the beginning of the 20th century the Borsalino family, owners of the well-known hat factory, in an effort to build a modern and efficient city, entrusted several construction sites to Arnaldo Gardella and his partner Luigi Martini. The entanglement between Alessandria, the Borsalinos, and the Gardellas grew closer over the years. The intense activity of the Gardella Martini firm was interrupted by Arnaldo's sudden death in 1928. The construction site of the sanatorium, in the Orti district, was the setting for the forced passing of the torch between the father and his son Ignazio Gardella who, even though he had not yet graduated, was called upon to replace him abruptly. This opened a season that brought Alessandria to the center of twentieth-century architectural history. Some masterpieces, later recognized by international critics, would be built here.

Within the construction site of the sanatorium, yet to be completed, the young Ignazio took charge of the design of the small church, a manifesto of one of the future protagonists of the Italian twentieth century. The chapel possesses, in essence, the elements that characterize the modern movement (bell tower, blades of light to illuminate the apse, the anomalous floor plan separated by the thick septum wall wanted by the iron rules imposed for tuberculosis patients and excavated to house the confessionals) but unfortunately today it demonstrates its fragility.

Keywords: Gardella, Modern movement, restoration, Borsalino, sanatorium

1. Lo stato dell'arte

Il secolo “breve” [1] si è rivelato, nel tempo, anche il “secolo fragile” [2] della Storia dell'Architettura: la grande quantità di costruzioni prodotte in quel limitato lasso di tempo ha accusato, con il passare degli anni, un'indubbia flessione della qualità architettonica. In particolare, la tecnologia del calcestruzzo armato, affermata universalmente come il mito (infranto) del materiale eterno, è stata successivamente affiancata dalla prefabbricazione edilizia (e quindi dall'industrializzazione di un processo fino ad allora prevalentemente artigianale), e poi dall'avvento dell'high-tech, negli anni Settanta e oltre: queste tecniche costruttive, utilizzate e abusate non soltanto dai costruttori, ma anche da molti architetti, sono oggi al centro del dibattito sul recupero, sulla conservazione, sulla valorizzazione e sulla ri-generazione (o ri-destinazione) del patrimonio edilizio del primo e secondo Novecento. Un tema difficile, controverso e incerto proprio perché i materiali con cui questo patrimonio è stato edificato, nonostante una relativamente giovane età, hanno ormai messo in luce una serie di problemi di degrado e decadimento fisico, dovuti certamente anche a fattori esogeni, quali l'inquinamento atmosferico, l'innalzamento della temperatura media,

l'incuria verso i problemi dell'ambiente, ecc. Si sono rivelati, inaspettatamente, tecnologie e materiali fragili.

La debolezza è altresì aumentata, in alcuni casi, dall'esiguità degli studi condotti, da una più stringata storiografia che non sempre ha concesso approfondite analisi critiche dei manufatti e delle letterature, e da una mancanza di consapevolezza da parte di cittadini, turisti, non addetti ai lavori che non sempre (e solo in anni recenti) hanno manifestato attenzione e cura per edifici incompresi.

La fragilità aumenta se il patrimonio del moderno si trova in un contesto non così studiato, al di fuori di percorsi culturali consolidati. È il caso di Alessandria, nel nord della penisola italiana, dove oggi sarebbe possibile costruire e valorizzare un percorso nell'architettura del Novecento, frutto di una azione congiunta di una famiglia di imprenditori e di tre generazioni di ingegneri e architetti. Cosa lo impedisce? Carezza di fondi, mancanza di consapevolezza nei confronti del patrimonio contemporaneo, indifferenza di molti cittadini e politici.

2. Alessandria, dal cappello alla città

La famiglia Borsalino, proprietaria del noto cappellificio alessandrino sin dalla metà del XIX secolo, all'inizio del Novecento, nell'intento di costruire una città moderna ed efficiente, affida diversi cantieri ad Arnaldo Gardella e al suo socio Luigi Martini.

Dopo la prima guerra mondiale l'apporto finanziario che Teresio Borsalino indirizza alla modernizzazione urbana si fa sempre più ingente. Sin dal 1920 decide di dotare Pecetto, il paese natale sulle colline dell'alessandrino, di un acquedotto intitolato al padre Giuseppe e ceduto a titolo gratuito al comune. Tra il 1924 e il 1927 è avviata la costruzione dell'acquedotto di Alessandria con 1500 allacciamenti iniziali e l'onere di oltre 5 milioni di lire assunto da Borsalino, innescando la predisposizione della rete fognaria, già approvata dall'Ufficio Tecnico Municipale, finanziata dall'imprenditore con 2,7 milioni. Borsalino si assume l'impegno di dotare Alessandria di infrastrutture basilari, senza trascurare le iniziative socioassistenziali, culminate con l'ampliamento della casa di riposo e la costruzione dell'Ospizio della Divina Provvidenza, il cui progetto è affidato agli ingegneri Arnaldo Gardella e Luigi Martini. Viene inaugurata in questo modo una stretta collaborazione tra i Borsalino e i Gardella (il padre Arnaldo e il figlio Ignazio, e molto più tardi anche il nipote Jacopo), progettisti chiamati in diverse occasioni (e nell'arco di vari decenni) a rispondere alle esigenze espresse sul fronte privato (ville, studi, la cappella cimiteriale di famiglia), su quello più rappresentativo (negozi, stand, ampliamento e ricostruzione dello stabilimento, residenza per gli impiegati della fabbrica) e su quello con forti implicazioni socioassistenziali (istituto delle Suore della Divina Provvidenza, sanatorio Vittorio Emanuele III, ospedale infantile). L'intreccio si farà con gli anni sempre più stretto: lo stesso Ignazio sposa una nipote dei Borsalino, Aura Usuelli.

L'intensa attività dello studio milanese Gardella Martini è però interrotta dalla morte improvvisa di Arnaldo nel 1928: il cantiere del sanatorio [3], al quartiere Orti, fa da scenario al forzato passaggio di testimone tra il padre e il figlio Ignazio che, non ancora laureato, è chiamato a sostituirlo repentinamente. Lavorerà sempre più spesso in Alessandria per la famiglia Borsalino: la fabbrica, gli uffici, le case per gli impiegati, il negozio, ma anche scuole, ampliamenti dell'ospedale infantile e del manicomio, il dispensario antitubercolare sono solo alcune delle opere che Gardella ha progettato in città. Si apre una stagione che porta Alessandria al centro della storia dell'architettura del Novecento: qui saranno costruite alcune eccellenze, poi riconosciute dalla critica internazionale. Lo stesso Gardella, in un'intervista, dichiara con malcelato orgoglio dietro una nuvola di fumo dell'immane

sigaretta, di considerare il dispensario e la casa degli impiegati i suoi due più importanti progetti.

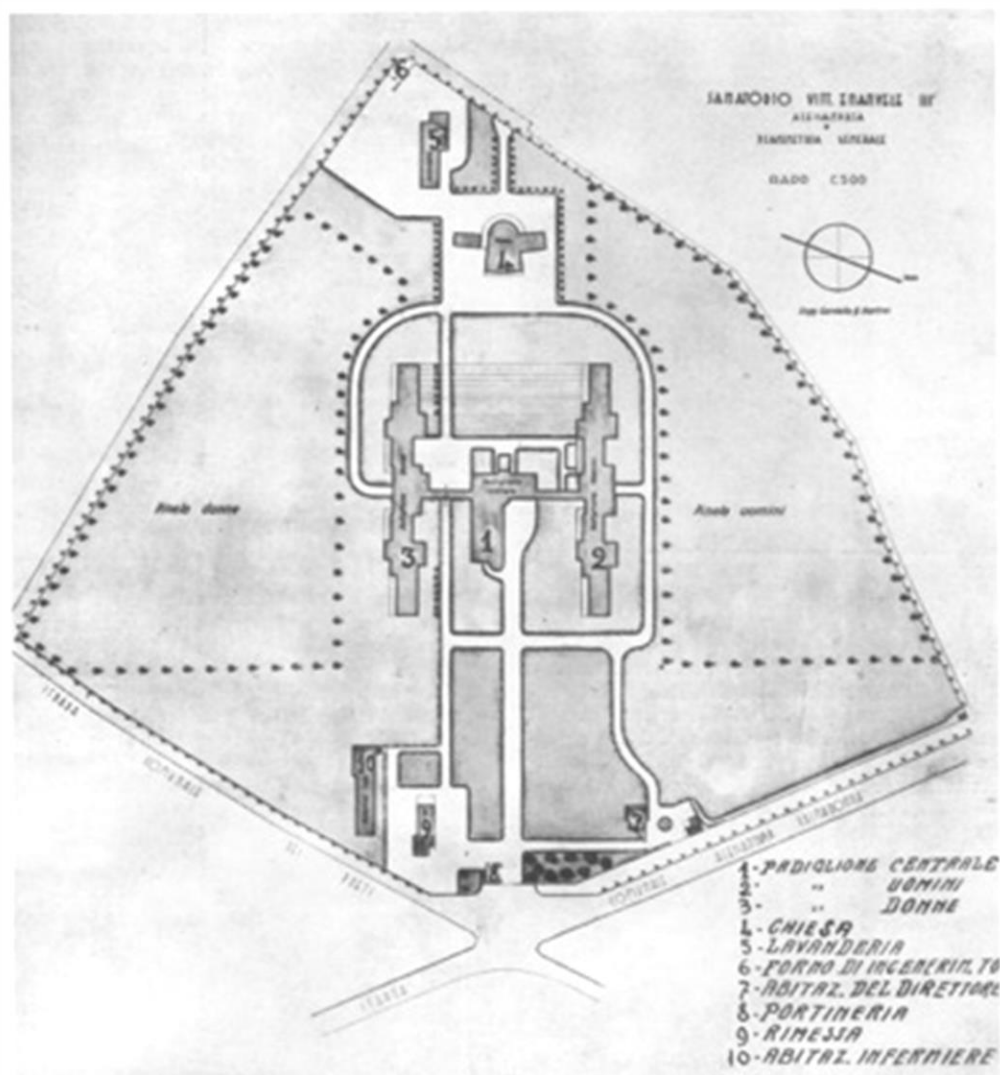


Figura 1. Planimetria di Progetto (da Alexandria", 1936).

All'interno del cantiere del tubercolosario, ancora da ultimare, il giovane Ignazio si fa carico del progetto della piccola chiesa, prima opera di uno dei futuri protagonisti del Novecento italiano. Il sanatorio Vittorio Emanuele III sorge a nord-est della città in una zona pianeggiante, lungo la strada statale non troppo distante dal fiume Tanaro: l'area di circa 100.000 mq è piantumata con pini: la chiesa è attestata sull'asse mediano del complesso, alle spalle dell'edificio principale.

L'edificio ha in nuce gli stilemi caratterizzanti il movimento moderno: il campanile a traliccio in calcestruzzo a vista, un sapiente gioco di luci per tagliare con i raggi del sole l'oscurità dell'abside, la planimetria anomala e divisa in due parti – uomini e donne - da uno spesso setto murario dovuto alle regole ferree imposte per i malati di tubercolosi, scavato per ospitare i confessionali, un porticato esterno dipanato lungo l'abside, composto da un solaio sottilissimo sorretto da altrettanto esili pilastri in acciaio. Si tratta di una piccola

opera, ma di grandissima intensità, che gioca un ruolo accessorio ma complementare rispetto al complesso del sanatorio: al corpo principale ad H, impostato dal padre Arnaldo con uno schema quasi da manuale, senza particolari accenti architettonici, si sommano diversi padiglioni per ospitare la casa del direttore, la portineria o le abitazioni delle infermiere, oltre ai locali di servizio. Ignazio posiziona sull'asse principale di collegamento tra portineria e ospedale la nuova cappella, con una forma leggermente convessa, con canonica e morgue annesse, quasi a segnare con un piccolo landmark un luogo appartato, ma denso di significato.

Se i lavori dello studio Gardella Martini, spesso focalizzati sull'edilizia ospedaliera, si muovono attraverso un lessico novecentista, Ignazio da subito sperimenta una rottura con la tradizione (incarnata dal suo stesso padre e studiata nella biblioteca di famiglia). Sin dalla sua prima opera, pur con le molte limitazioni e imposizioni date dalla normativa ministeriale dell'epoca, il giovane ingegnere (si laurea nel gennaio 1929) riesce a far emergere nella chiesetta scelte planimetriche anomale, alzati innovativi e tagli di luce melodrammatici.

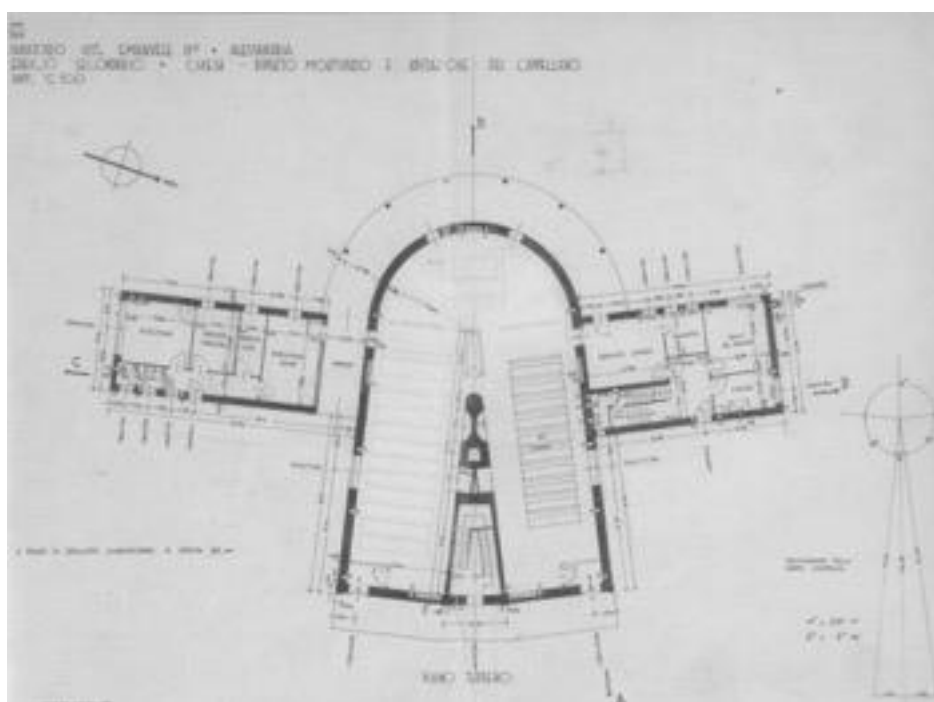


Figura 2. Pianta di progetto, 1934 (da Archivio Gardella, Oleggio – G3.san.V.E.).

L'aula unica con mura perimetrali convergenti verso l'altare deve essere spaziata da un tetto che Gardella progetta di grande spessore, tale da poter accogliere all'interno i confessionali. All'epoca la normativa in merito alla cura della tubercolosi richiede una rigorosa separazione fra i generi maschile e femminile. Nel sanatorio e in ogni spazio accessorio i degenti non devono avere alcuna possibilità di incontrare esponenti dell'altro sesso. Sono imposizioni, ora sappiamo inefficaci, che condizionano i caratteri distributivi dell'edificio principale e che giocheranno, qualche anno dopo, un ruolo fondamentale nel progetto del dispensario antitubercolare, quando Gardella sarà costretto a modificare la planimetria inizialmente asimmetrica. Solo il progetto di recupero firmato dall'architetto, ormai anziano, riporterà il dispensario all'idea originaria. La chiesetta ad aula unica non può certamente essere accettata dalla normativa: i degenti devono essere messi in condizione di seguire la funzione religiosa senza contatti, nemmeno visivi. Il muro impedisce ogni approccio. Gli ingressi sono separati e una scala permette l'accesso al matroneo. La planimetria può richiamare una tradizionale

croce latina, non priva di licenze poetiche smentita, tuttavia, dai diversi alzati e volumetrie della camera mortuaria e della canonica.

Alle spalle dell'altare l'abside è tagliata da "unghiate" nella muratura che aprono fessure illuminate di grande teatralità; la luce naturale penetra anche zenitalmente, ma in maniera più attutita, da un lucernario circolare che copre il presbiterio. La navata separata dall'incombenza del setto è altresì illuminata da due aperture circolari, in facciata.

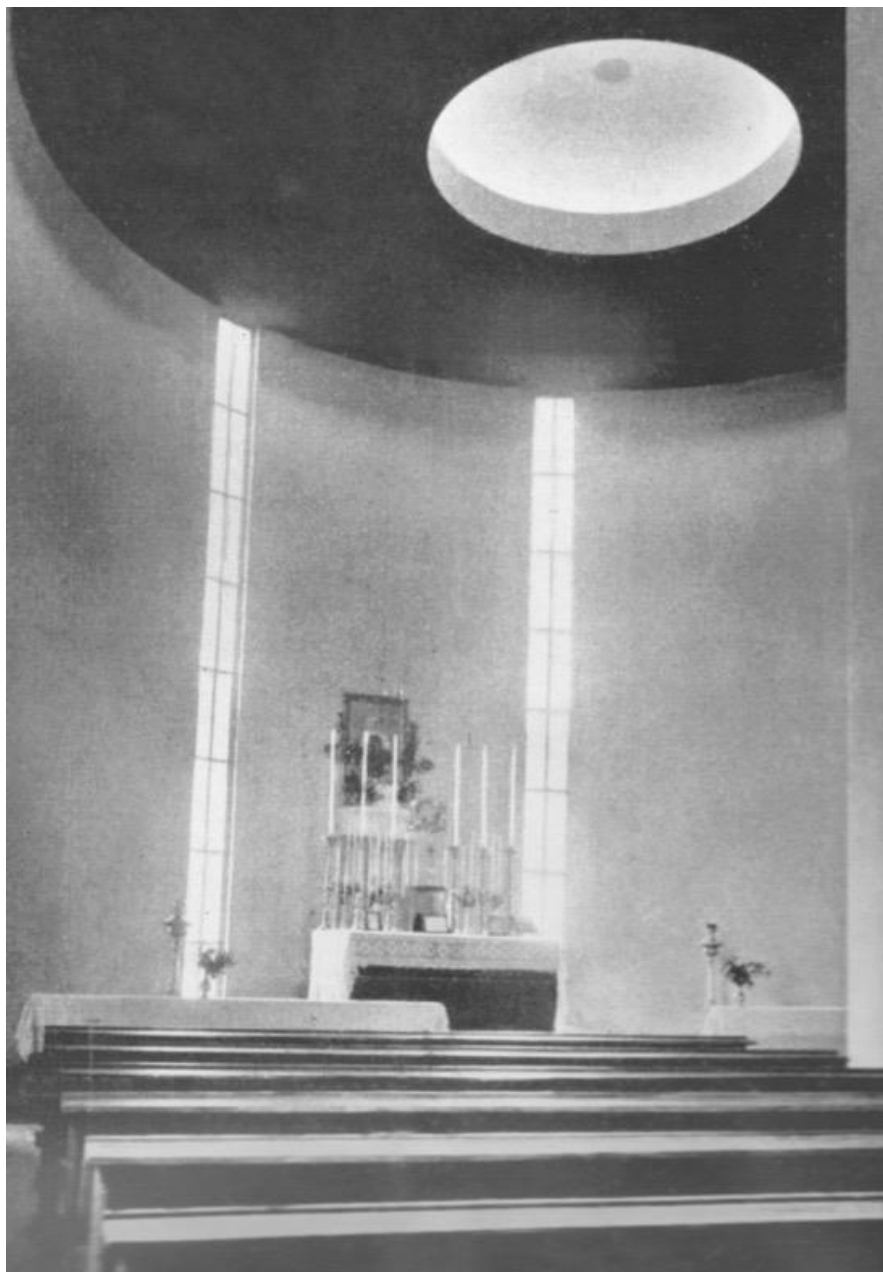


Figura 3. L'interno della cappella con i tagli di luce verticali (da "Alexandria", 1938)..

Se la planimetria, troppo condizionata da normative ed esigenze funzionali (sacrestia e cappella mortuaria sono annesse lateralmente all'abside in maniera poco aggraziata) non eccelle per qualità del disegno, è il campanile a emergere e segnare un elemento innovativo. Il primo progetto, quasi naïf e ancora privo di ogni apertura al codice moderno, prevede un campanile a vela in facciata, sguarnito di qualsiasi elemento innovativo e peculiare. Nell'idea definitiva la struttura a traliccio, totalmente in cemento armato lasciato a vista, è

posta in facciata e anticipa un progetto ben più studiato dalla critica, che impegnerà Gardella quando, nel 1934, parteciperà al concorso per la Torre in Piazza del Duomo a Milano. Per quella nuova torre littoria, mai realizzata, Gardella esaspera il concetto di struttura-telaio, già anticipato in Alessandria, proponendo nove loggiati sovrapposti. Il campanile-traliccio della chiesetta alessandrina connota in maniera dirompente la facciata verso il sanatorio, diventando un segno decisivo all'interno del parco che circonda il complesso.



Figura 4. L'esterno e la struttura a traliccio del campanile (da "Alessandria", 1938).



Figura 5. Il deambulatorio esterno (foto di David Vicario).

Nella parte absidale una sottile soletta, sorretta da sei esili pilastrini in acciaio, crea una sorta di deambulatorio esterno privo di una reale funzione, ma teso a interrompere la verticalità accentuata dalle due fenditure longitudinali.

Se il dispensario, successivo al cantiere della chiesetta di soli pochi anni, sarà già nel 1935 pubblicato da “Casabella”, quale esempio precoce del razionalismo italiano, e accolto positivamente dalla critica, il piccolo edificio religioso, complici la collocazione quasi nascosta all’interno dell’impianto ospedaliero e sicuramente alcune ingenuità progettuali, sarà a lungo ignorato dalla pubblicistica di settore. Solo la stampa locale darà spazio alla realizzazione di quello che ai più appariva come un anomalo edificio religioso.

La quasi totale dismissione del sanatorio negli anni Ottanta, il lungo abbandono, l’avvio dei lavori di recupero, subito interrotti dalla drammatica alluvione del 1994, non hanno che aumentato la desolazione e il degrado, amplificati dalla mancanza di adeguata manutenzione e dalla realizzazione di una serie di superfetazioni. Il cantiere, condotto essenzialmente negli anni Novanta del secolo scorso, si è focalizzato sull’edificio principale e sulla piccola portineria annessa all’ingresso. La chiesa, invece, come altri padiglioni presenti nel parco, è stata completamente esclusa da ogni intervento: crolli di controsoffittature e rivestimenti non hanno fatto che complicarne l’accessibilità, anche solo per questioni di studio.

Attualmente l’ex sanatorio Vittorio Emanuele III, proprietà dell’Azienda Sanitaria Locale, è adibito a centro di recupero per lungodegenti e intitolato a “Teresio Borsalino”, il benefattore che ne ha permesso la costruzione. Da rilevare che nelle attuali proprietà dell’Azienda sia compreso il Dispensario antitubercolare, oggi intitolato a Ignazio Gardella e attivo come poliambulatorio cittadino, e il Presidio Ospedaliero Pediatrico “Cesare Arrigo”, progettato dallo studio Gardella e Martini, ma ampliato da Ignazio negli anni Cinquanta con un padiglione intitolato a Rosa Borsalino. Un percorso nelle architetture del Novecento, emblematiche, funzionali e in attesa ancora di una corretta valorizzazione.

Oggi, purtroppo, la chiesetta ha perso il suo ruolo principale e verte in uno stato molto avanzato di degrado, dovuto all’incuria e all’accanirsi degli eventi atmosferici, primo fra tutti la grande alluvione che nel 1994 si è accanita sull’alessandrino, in particolare su questa parte di città prossima al fiume Tanaro, causando dissesti e decine di morti.

L’edificio, strutturalmente, ha retto alla forza dell’acqua e all’aggressione del tempo, ma necessita di interventi puntuali per tornare a vivere, non più – forse – con quella funzione primaria, ma come museo di se stesso, come testimonianza di un passato importante e memoria di un paesaggio che oggi ha mutato valori e forse anche interessi, e che deve essere salvaguardato.

Ad oggi la chiesetta è accessibile una/due volte al mese grazie alla dedizione dei volontari del FAI (Fondo Ambiente Italiano) che da anni si prodigano per la valorizzazione del patrimonio alessandrino, in particolare per la cittadella settecentesca, non troppo lontana, e il complesso gardelliano. Sempre grazie al FAI sono state raccolte donazioni che serviranno, prossimamente, al recupero della copertura della cappella, grazie anche alla collaborazione della Azienda Sanitaria Locale.

Quello che manca, ad oggi, è un progetto per l’intero complesso che preveda, quindi, il recupero non solo, ove possibile, dei manufatti architettonici, ma anche del parco e della viabilità interna. Il nodo da sciogliere, oltre a quello ovviamente del reperimento dei fondi, è sicuramente l’individuazione di una nuova funzione, compatibile con quella ospedaliera imprescindibile e irrinunciabile, ma che permetta a un numero sempre più vasto di persone di godere di questa oasi verde punteggiata da costruzioni che hanno segnato la storia dell’architettura del Novecento.

Per la piccola chiesa, complice la struttura pressoché integra e il lavoro dei volontari, si è già sperimentata l'organizzazione di concerti: una sala polivalente, quindi, per piccoli spettacoli, o conferenze. Alessandria aspetta il risveglio di una vita culturale per troppo tempo sopita da amministrazioni poco lungimiranti, anche se sono ormai lontani i primi anni Novanta, quando fu emessa una ordinanza, fortunatamente poi ritirata, per la demolizione della chiesa del sanatorio,

Sono stati compiuti diversi studi su Ignazio Gardella, soprattutto dopo il centenario della sua nascita, sulla lunga attività professionale e su quanto progettato e costruito in Alessandria: il vuoto storiografico, se mai c'è stato, è stato colmato. La chiesa, spesso descritta come “dimenticata” o “ritrovata” aspetta ancora, nonostante alcuni, pochi, saggi non sempre puntuali e corretti, uno studio critico finalizzato al recupero e un progetto di rifunzionalizzazione. In questo caso la fragilità non è tanto materica (nonostante l'abbandono, non sono ancora sopraggiunti danni strutturali), ma è storiografica accresciuta da una scarsa consapevolezza dell'importanza e del valore di questa architettura.



Figura 6. La cappella oggi (foto di Paolo Mellano).

3. La “quinta dimensione” per il recupero del patrimonio architettonico

La memoria dei luoghi deve, a volte – come in questo caso – essere re-inventata per rigenerare qualcosa che un tempo aveva significato e ragione d'essere, e oggi, per mille motivi, non li ha più. Rigenerare significa restituire a ciò che è stato temporaneamente lasciato da parte nuove funzioni e attività adeguate alle dinamiche del tempo in cui viviamo, della contemporaneità, attraverso processi di ri-semantizzazione che possano innescare effetti di valorizzazione, mettere in evidenza le relazioni che legano risorse culturali e politiche volte alla ri-definizione dell'immagine delle città.

In tal senso si può anche parlare di “sostenibilità”, e nello specifico di sostenibilità culturale: anche il patrimonio, e in particolare le risorse che lo costituiscono, dato che rappresentano una fonte per lo sviluppo territoriale, grazie soprattutto ai benefici indiretti che generano, vanno tutelate in quanto trasmettono valori e tradizioni.

Rigenerare, agevolare il riuso e l'accessibilità, migliorare la qualità dell'abitare, e anche evitare il consumo ulteriore di suolo, sono i principi fondamentali degli interventi che interessano le nostre città negli ultimi anni.

Sebbene inflazionati (a volte usati anche a sproposito) i termini “sostenibile” e “compatibile” svelano un reiterato interesse verso i problemi dell'ambiente costruito, sia esso inteso in senso materiale (gli edifici e gli spazi aperti) o immateriale (la cultura, la memoria, l'immaginario collettivo), e spingono, soprattutto le giovani generazioni, a realizzare le condizioni per incoraggiare lo sviluppo di creatività e innovazione.

Il recupero e una nuova funzione per la chiesa gardelliana devono trovare nella “quinta dimensione” [4] dell'architettura la linfa vitale per procedere con gli studi e un progetto per l'intero complesso: la memoria, la storia, la consapevolezza del patrimonio materiale e immateriale che appartiene a coloro che vivono, che abitano il paesaggio, ai loro immaginari.

In questo senso, l'Architettura – non semplicemente quella con la A maiuscola – non ha solo il compito di rendere bello il mondo, ma soprattutto deve aiutare l'uomo ad abitare la terra, concedendogli spazi e percorsi in cui svolgere al meglio le funzioni quotidiane. È così che si deve pensare al progetto per i nuovi luoghi della città: spazi da vivere, da frequentare, da abitare, nel rispetto di quanto ci è stato tramandato dal passato.

Il Patrimonio culturale, materiale e immateriale, rappresenta una straordinaria risorsa produttiva; allo stesso tempo, però, costituisce anche un lascito, un'eredità da preservare poiché descrive e contiene in nuce la memoria, i valori, la cultura e le tradizioni di un determinato territorio e dei suoi abitanti.

Purtroppo, soprattutto nei confronti delle architetture a noi più vicine, più recenti, manca una sensibilità collettiva verso un Patrimonio che non rappresenta ancora un bene di pregio per l'immaginario comune.

La chiesa gardelliana “ci racconta”: testimonia storie di uomini e donne che hanno trascorso anche lunghi periodi nel sanatorio, privati della possibilità di mantenere liberamente contatti, in un momento storico in cui le cure farmacologiche non erano ancora in grado di debellare una drammatica malattia. Una storia tristemente attuale. La chiesetta “ci racconta” di normative errate, ma altamente condizionanti il mestiere dell'architetto; della volontà e tenacia di un giovane progettista che si discosta dalla tradizione forte di un'apertura senza pregiudizi a sperimentazioni internazionali; la cappella è parte della memoria per un'intera città e non solo. La sua vita ha coinciso con quella di tante persone, che in quell'edificio, e in quegli spazi, ancora oggi trovano un senso, quasi si identificano, ripongono una parte della loro memoria, o ricordano un racconto che è stato loro tramandato da qualche voce cara.

Aver cura di questi manufatti, che sono “fragili” in tanti sensi, comporta una sensibilità particolare, che può concretizzarsi innanzitutto con la conoscenza (del bene, delle sue storie, delle modalità con cui è stato edificato ed eventualmente trasformato, ristrutturato, consolidato nel tempo) e con l'acquisizione della consapevolezza che qualsiasi operazione verrà programmata dal progetto, dovrà salvaguardarne l'integrità, proteggerne l'identità e valorizzarne il senso, negli anni a venire, senza alterarne l'espressività, il linguaggio formale e la percezione originari.

È auspicabile, a tal fine, che gli attori del processo (non soltanto, quindi, il committente e il progettista, ma anche le imprese coinvolte nella realizzazione e le Istituzioni e gli Enti preposti alla verifica e al controllo delle diverse fasi di attuazione del progetto) sappiano confrontarsi e coordinarsi al meglio, invece che ostacolarsi a vicenda, o – peggio – causare l'impasse istituzionale che ha il solo effetto di bloccare qualsiasi tipo d'intervento, favorendo il degrado e l'abbandono.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione la dott.ssa Ileana Gatti Spriano (capo delegazione FAI Alessandria) e l'arch. Claudio Pesce (già Azienda Sanitaria Locale di Alessandria).

Riferimenti

[1] E. Hobsbawm E. (1995), *Il Secolo Breve. 1914-1991: l'Era dei grandi cataclismi*, Milano Rizzoli, (ed. originale *Age of Extremes*, New York Pantheon Books-Random House, 1994).

[2] P. Mellano (2019), Il secolo fragile dell'architettura, in Canella G., Mellano P. (a cura di), *Il Diritto alla Tutela. Architettura d'autore del secondo Novecento*, Franco Angeli Milano, pp. 132-137.

[3] M. Casamonti (a cura di) (2006), *Ignazio Gardella architetto (1905-1999). Costruire le modernità*, Milano Electa e in particolare si rimanda al saggio di Guido Montanari, *La città, l'industria, l'architetto: Ignazio Gardella ad Alessandria*, pp. 101-119.

[4] P. Mellano (2018), *La quinta dimensione dell'architettura*. In P. Mellano, A. Dameri, R. Giordano, S. Gron, L. M. Rodelo Torres, C. J. Rossi Gonzalez, *The Culture of the City*. Politecnico di Torino, 2018, pp. 30-47.

Bibliografia

- "Alexandria", 1938
- G. Montanari (1989), *Razionalismo in Alessandria. Città e architetture del "regime"*, Edizioni dell'Orso Alessandria
- E. Hobsbawm E. (1995), *Il Secolo Breve. 1914-1991: l'Era dei grandi cataclismi*, Milano Rizzoli, (ed. originale *Age of Extremes*, New York Pantheon Books-Random House, 1994).
- S. Boidi (1997), *Gardella dimenticato. La chiesetta del sanatorio Borsalino ad Alessandria*, in "Ananke", n. 17-18, pp. 160-166.
- V. Comoli (a cura di) (2000), *Alessandria e Borsalino. Città architettura industria*, Soged Alessandria
- S. Guidarini S. (2002), *Ignazio Gardella nell'architettura italiana. Opere 1929-1999*, Ginevra-Milano Skira.
- M. Casamonti (a cura di) (2006), *Ignazio Gardella architetto (1905-1999). Costruire le modernità*, Milano Electa.
- G. Montanari (a cura di) (2008), *1900-1996. I Gardella ad Alessandria. Architetture*, catalogo della mostra, Alessandria
- P. Mellano (2018), *La quinta dimensione dell'architettura*. In P. Mellano, A. Dameri, R. Giordano, S. Gron, L. M. Rodelo Torres, C. J. Rossi Gonzalez, *The Culture of the City*. Politecnico di Torino, pp. 30-47.
- P. Mellano (2019), *Il secolo fragile dell'architettura*, in G. Canella, P. Mellano (a cura di), *Il Diritto alla Tutela. Architettura d'autore del secondo Novecento*, Franco Angeli Milano, pp. 132-137.



Figura 7. Il matroneo (foto di David Vicario).



Figura 8. Il presbiterio con l'altare (foto di Paolo Mellano).

Il difficile “reuso” del patrimonio storico: il caso del Monastero di Scardavilla di Sopra a Meldola

The difficult "reuse" of historical heritage: the case of the Scardavilla di Sopra Monastery in Meldola

Farneti Fauzia - Dipartimento di Architettura, Firenze, fauzia.farneti@unifi.it

Van Riel Silvio - Dipartimento di Architettura, Firenze, silvio.vanriel@unifi.it

Abstract: The monastery of SS. Crocifisso di Scardavilla di Sopra, built by the Camaldolese monks of the older monastery of S. Maria between the end of the seventeenth century and the first half of the following century, indelibly marked the territory of Meldola for centuries, exercising a central function in religious and cultural activities. With the Napoleonic suppression and the changed conditions of life, the monastery, albeit with difficulty, continued to play its role in the territory until the 1940s, when the structures of the monastery and the church began an irreversible process of degradation and architectural disrepair that led the cultic building to its current condition of ruins, with the loss of the roof while the front building still retains its features, despite the maintenance debt. The ruins of undoubted architectural value are combined with a territorial system of environmental value due to the presence of a forest that has taken on value over the centuries and has become a Regional Nature Reserve since 1991; the remaining free-cropping land is kept as a vineyard of typical local grape varieties. Given the changed interest that has characterized agricultural activity over the past two decades, directing it toward increasingly selected and qualitative productions, the recovery, restoration and enhancement of the two artifacts to their new representative business functions will make it possible to heal the serious wound that these ruins now mark the territory. At this stage of the study, historical research has been conducted that will support the design lines in order to organically recover, restore and enhance the existing artifacts and the productive redevelopment of the farm in accordance with current trends in the food and wine.

Keywords: Scardavilla di Sopra, Church of the Most Holy Crucifix, Consolata Missionary Fathers of Turin in Scardavilla, Scardavilla farm

1. Introduzione

Nell’ambito del recupero e della tutela del vasto e articolato patrimonio architettonico storico uno dei problemi fondamentali riguardano la possibilità di adattare gli spazi e le strutture alle funzioni richieste dalle attuali esigenze di vita in rapporto alle normative vigenti.

Il caso del monastero del SS. Crocifisso di Scardavilla di Sopra rientra pienamente in questa casistica in quanto assieme al più antico monastero sottostante di S. Maria ha segnato per secoli in maniera indelebile il territorio di Meldola, esercitando una funzione centrale nelle attività religiosa e culturale.

Con la soppressione napoleonica e le mutate condizioni di vita, il monastero, pur con difficoltà, ha continuato a svolgere il suo ruolo nel territorio fino agli anni quaranta del Novecento, quando i Padri missionari della Consolata di Torino hanno venduto il complesso a privati. Da questo momento le strutture del monastero e della chiesa hanno iniziato un irreversibile processo di degrado e di dissesto architettonico che ha portato l’edificio culturale alle attuali condizioni di rudere, ad uno stato spettrale, con la perdita della copertura mentre

il frontistante palazzo conserva ancora le sue caratteristiche, nonostante il debito manutentivo. Fortunatamente, nonostante gli evidenti interventi di ristrutturazione condotti dalla metà del XX secolo ad oggi, la conservazione della copertura dell'edificio ha evitato ancora più profondi danneggiamenti del manufatto.

Ai ruderi di indubbio valore architettonico si abbina un sistema territoriale di pregio ambientale per la presenza di un bosco [1] che nel corso dei secoli ha assunto valore e che dal 1991 è diventato Riserva Naturale Regionale, il restante territorio a cultura libera è tenuto a vigneto di uvaggi tipici locali. Stante il mutato interesse che negli ultimi vent'anni ha caratterizzato l'attività agricola indirizzandola verso produzioni sempre più selezionate e qualitative, il recupero, il restauro e la valorizzazione dei due manufatti alle nuove funzioni rappresentative aziendali permetterà di sanare la grave ferita prodotta da questi ruderi nel territorio.

Ai fini di un corretto recupero architettonico e strutturale di questo insediamento storico sarà attuato il cosiddetto percorso conoscitivo per la comprensione delle valenze storiche, architettoniche, strutturali e dello stato di conservazione.

2. Riferimenti storici sul sito e sui manufatti

Il monastero del SS. Crocifisso di Scardavilla di Sopra fu edificato dai monaci del più antico monastero di S. Maria di Scardavilla di Sotto la cui data di costruzione rimane ancora irrisolta ma risulta citato già nel 1197 fra i monasteri camaldolesi [2].

Dell'impianto originario del più antico complesso religioso, che alla fine degli anni ottanta o agli inizi degli anni novanta del Trecento già si trovava in uno stato di degrado tale da non poter essere abitato [3], non sono pervenute descrizioni; quanto è pervenuto si deve agli interventi realizzati dai camaldolesi nella prima metà del Cinquecento, alla fine del secolo successivo e ai lavori di "ripristino e di reuso" realizzati dai privati nel secolo scorso. A partire dal 1676 i camaldolesi ampliarono la chiesa con la costruzione di due cappelle, una dedicata a San Romualdo e quella frontistante al SS. Crocifisso [4] che l'anno seguente fu arricchita con la rappresentazione pittorica della *Morte di Cristo* [5]. In asse con questa si trovava la sacrestia, che fungeva anche da coro, in cui una volta all'anno si riunivano in capitolo i monaci; nella stanza si apriva la porta di accesso all'orto. Alcuni anni dopo, nel 1699, nel "vestibolo avanti il coro" venne costruita una scala di collegamento con il dormitorio dei monaci, posto nel piano superiore del braccio del chiostro addossato al lato destro dell'edificio cultuale [6]. Con gli interventi portati avanti a partire da questi anni, l'edificio religioso di S. Maria viene ad assumere una redazione barocca affidata alla ricca decorazione a stucco; infatti, nel febbraio del 1693, "Giulio Cesare da Urbino habitante in Cesena" eseguì a scagliola i paliotti dei tre altari e alcuni anni dopo, nel 1708, sulla parete di fondo della cappella maggiore [7] fu realizzato un apparato decorativo, ugualmente in stucco, collegato all'altare, in finto marmo a scagliola, da ampie volute a orecchio, che faceva da cornice all'immagine dipinta della Madonna posta al centro [8].

Dalla documentazione si evince che il monastero di S. Maria alla fine del Cinquecento godeva di una certa prosperità tanto che nel 1609, come riferisce Paolo Matri [9], grazie all'intervento del cardinale Pietro Aldobrandini ottenne dal cardinale Ottavio Paravicini, protettore dei camaldolesi, il trasferimento a Scardavilla di cinque eremiti dalla casa madre di Camaldoli per cui alcuni anni dopo, nel 1615, il priore generale Girolamo convertì in eremo l'antico monastero di S. Maria che fino allora non era di clausura, rendendo obbligatoria la costruzione di un muro divisorio davanti alla chiesa [10]; fu inoltre proposto

“di ordinare che le donne non entrino nel Coro di Scardavilla essendo hora dichiarato la clausura” [11].

Dopo varie richieste al priore di Camaldoli, nel 1645 [12] venne decisa la costruzione di un nuovo complesso misto, eremo e cenobio, sul “Monte Lippone de Medulae”, alla distanza di circa un quarto di miglio dal primo; numerose sollecitazioni furono inviate al priore di Camaldoli, ancora nel 1675, “a somministrare danaro per la fabbrica del monastero di Scardavilla a fin di renderlo finito havendo riguardo allo stato della casa” [13], facendo presumere che ormai l'eremo di S. Maria si trovava in uno stato di degrado.

Questa considerazione è suffragata da un altro documento del 1685, con il quale viene ordinato al priore di Scardavilla di Sotto “che non faccia fabbriche nuove, ma che risarcisca le vecchie ove è bisogno” [14]; diversamente, negli *Annales Camaldulenses* viene riferito che si dà inizio all'edificazione nel 1684. Per “havere [...] un sito buono per ivi raddurne a eremo”, nel 1655 era stato acquistato un piccolo “fondo” nelle vicinanze della loro proprietà chiamata “il poggio di Scardavilla”, dopo aver proceduto alla vendita di un podere nel territorio di Forlì. E ancora nel 1698 don Francesco Ambrosi, sacerdote di Meldola, restituisce al monastero scudi trecento “di moneta romana [...] e saria stato bene impiegare detti denari nella fabrica già ingominciata in detto monastero, della quale hanno gran bisogno i medesimi Padri per loro comodità” [15].

La documentazione archivistica attesta che i lavori di edificazione del nuovo complesso si protrassero a lungo, con gravi problemi per i monaci che dovevano abitare in un eremo fatiscente per cui erano stati costretti ad adibire ambienti a funzioni non consone, come ad esempio la sacrestia che era diventata “fossa da grano” e si auspicava la costruzione di un'altra “nelle fabbriche nuove” [16].

Nel 1708 per realizzare le centine per le volte del “dormitorio” del nuovo monastero ancora in costruzione, si tagliano alcuni alberi del bosco [17]. Gli *Annales Camaldulenses* riferiscono che il monastero risulta concluso nel 1733 quando furono inviati dalla casa madre di Camaldoli una famiglia di dodici eremiti. La chiesa di Scardavilla di Sopra, dedicata al SS. Crocifisso e consacrata il 12 luglio 1750, “assignata est ibidem familia duodecim eremitarum” [18], era circondata da dodici celle per gli eremiti, con tetto a capanna, ciascuna delle quali perfettamente autonoma nei confronti del sistema organizzativo generale.

Come i monasteri fondati dai camaldolesi il piccolo complesso religioso, utilizzato dai pellegrini che percorrevano l'antica via Romipeta per recarsi a Roma, era separato dal mondo civile da mura che lo cingevano e nascondevano al suo interno la ricchezza di acqua e orti con alberi da frutto. I boschi di Scardavilla si sono conservati per secoli grazie all'applicazione della regola camaldolese secondo la quale l'ordine insediato all'interno di monasteri ed eremi tra boschi e foreste, aveva l'obbligo di curare e proteggere l'ambiente naturale circostante. Dalla documentazione archivistica si evince che gli alberi venivano recisi per “rinnovare la piantagione, per venderli”.

Infatti, i camaldolesi fin dalle origini avevano modellato la loro regola sul governo delle celebri foreste del Casentino. La regola, tramandata in un primo tempo oralmente, si presentava come un vero e proprio codice forestale e nelle Costituzioni di Camaldoli del 1639 le antiche consuetudini furono rese obbligatorie anche per i monasteri dipendenti: “Siano i detti eremi tra le selve folte, quali col piantare, inserire, tagliare, e con altre diligenze si mantenghino e si accreschino, et però dentro il circuito dell'Eremo, non sarà lecito tagliare arbori, per non guastare la bellezza del luogo [...]” [19]. È grazie all'osservanza di queste disposizioni che il bosco di Scardavilla si è mantenuto per secoli, con querce secolari e grande varietà di vegetazione spontanea [20]; il monaco definito “ferramentoro” o macchiaiolo aveva il compito di “custode” delle selve.

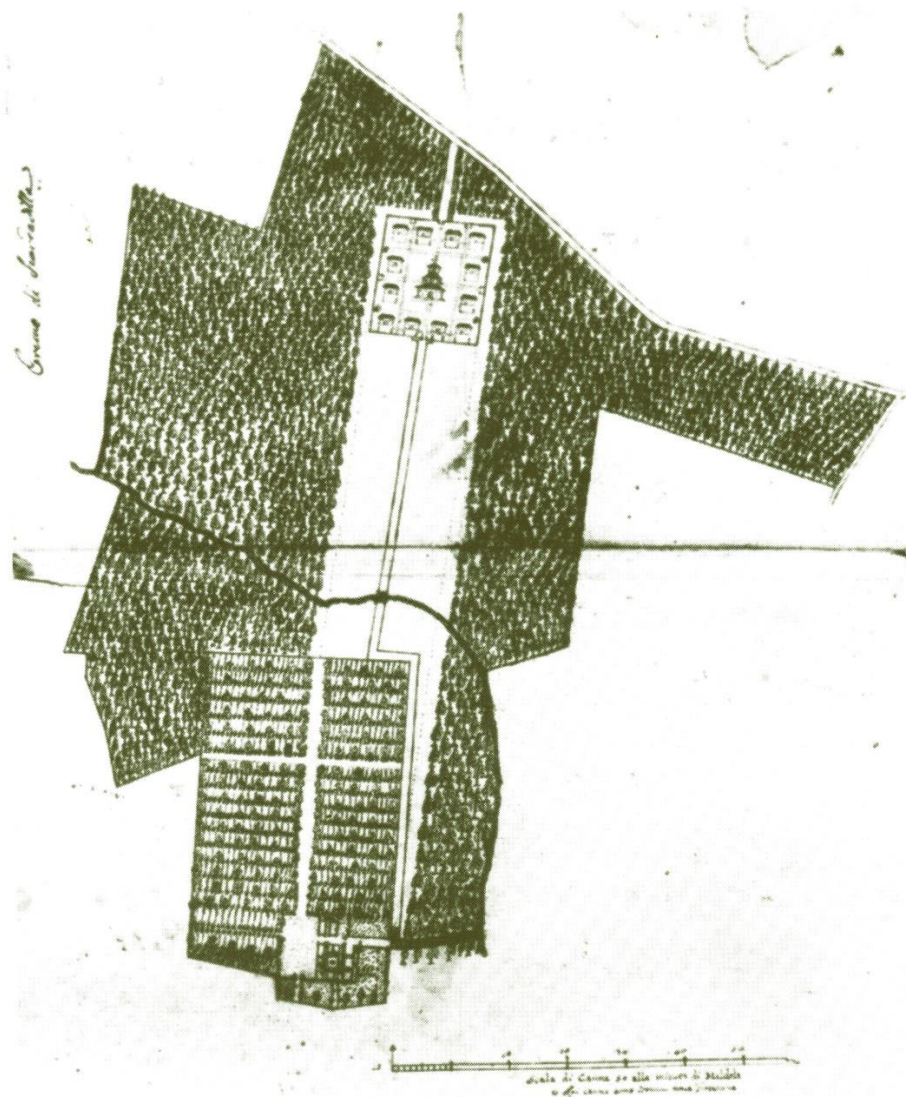


Figura 1. Pianta storica di Scardavilla di Sopra (da Zaccaria G. 1974, tav. non numerata).

S. Maria di Scardavilla di Sotto riprendeva semplificandolo il modello di Camaldoli che ancor più si traduce tipologicamente nel nuovo monastero misto del SS. Crocifisso, sovrastante il primo cenobio che comunque non venne abbandonato.

La tipologia dell'insediamento misto era stata proposta agli inizi dell'XI secolo da Romualdo di Ravenna, uno dei protagonisti della rinascita dell'eremitismo in Occidente, e divenne un modello nel quale convivevano sia l'eremo che il cenobio [21]. Alla cella, piccola abitazione indipendente formata da due o tre stanze, è annesso un giardino o meglio un orto chiuso da un muro ed il tutto, cella e giardino-orto, costituisce l'ambiente di rispetto per il monaco. A differenza delle celle dei Certosini, contigue al chiostro, quelle camaldolesi sono disposte in prossimità della chiesa e ognuna forma un edificio a sé stante per cui l'eremo assomiglia a un villaggio composto da casette, da un minimo di 4 a un massimo di 20, col proprio giardino, la chiesa e alcuni edifici grandi di uso comune.

La chiesa, intitolata al SS. Crocifisso, a croce greca preceduta da un atrio rettangolare, pur essendo attualmente ridotta allo stato di rudere con la natura che si è impossessata delle strutture, conserva intatte le linee architettoniche del tempo, anche se nel secolo scorso è stata oggetto di rifacimenti più o meno evidenti nel lato corto, in corrispondenza della

cappella principale e del campanile adiacente che è stato inglobato nei nuovi spazi. Le forme semplici di quest'ultimo sono interrotte da due cornicioni tra cui è interposta una piccola loggia che presenta una balaustra analoga a quella che lo conclude in sommità.

L'interno dell'edificio culturale mostra in parte la ricchezza degli stucchi che investivano le pareti, i pilastri, il tiburio poligonale. All'intersezione dei due bracci si impostava una volta a bacino, andata perduta, raccordata ai pilastri mediante pennacchi sferici, su cui si aprivano quattro oculi che prendevano luce da altrettante finestre ellittiche verticali, ad essi corrispondenti, realizzate nel tiburio ottagonale, una vera e propria 'camera di luce' che serviva a fare entrare non luce diretta ma riflessa e quindi più morbida. Questa soluzione trova numerosi riferimenti nell'architettura del Sei e Settecento, come nel trattato Istruzioni diverse di Bernardo Vittone [22]. La diversa tessitura muraria denuncia una successiva esecuzione di altre aperture di forma ellittica, eseguite nei lati lunghi del tiburio, che ritengo appartenere ai lavori di "restauro" riguardanti la chiesa condotti dai Padri della Consolata di Torino fra il 1942 e il 1943 e non completati.



Figura 2. Veduta dall'alto della chiesa del SS. Crocifisso.

Una volta a crociera definiva la copertura della cappella principale, la cui parete di fondo presentava un ricco apparato ornamentale a stucco, notevolmente deteriorato, analogo a quello delle due cappelle poste ai lati della navata [23], costituito da putti, fregi, colonne tortili. Le pareti sono ornate da lesene con capitelli di ordine composito completate da cornici e modanature; la trabeazione si innesta organicamente alle decorazioni a stucco del presbiterio e, soprattutto, all'altare posto nel transetto di destra. La pianta che apre diagonalmente ai lati abbracciando lo spettatore, le colonne tortili su alto stilobate, la trabeazione dell'ordine principale, il timpano spezzato con cherubini che decorava l'altare, molto vicino alle soluzioni di Andrea Pozzo, i medaglioni [24] evidenziano la redazione barocca dell'interno. Il prospetto, coronato da un timpano, è ripartito in tre campate raccordate da volute; in corrispondenza del portale, nell'ordine superiore si apre una finestra con cimasa sormontata da un'apertura a rettangolo sdraiato.



Figura 3. Cappella laterale negli anni ottanta del Novecento.

La chiesa prospetta su uno slargo e si trova nelle vicinanze del cosiddetto ‘palazzo’, costruito presumibilmente nell’Ottocento su un impianto precedente, posto attualmente a ridosso della strada comunale. L’edificio di notevoli dimensioni, a pianta rettangolare, si sviluppa su due piani e presenta al piano seminterrato ambienti di servizio con volte in muratura, dove ancora si conservano le vasche dell’antica produzione agricola. Il piano terreno è articolato da un androne voltato passante che dà accesso ad un corridoio su cui si imposta lo scalone e, al primo piano, dal solo corridoio longitudinale; in alcuni ambienti ancora si conservano camini in stucco. Il sottotetto, praticabile, è illuminato da piccole finestre ovali che nei prospetti contribuiscono a definire un impaginato decorativo unitario, caratterizzato nell’ordine inferiore da un paramento a finto bugnato. Il complesso di Scardavilla di Sopra rivela una qualità architettonica e decorativa che fa pensare all’intervento di maestranze qualificate, a partire dalla fase progettuale.

Nel 1797, con la soppressione napoleonica, i religiosi furono costretti ad abbandonare Scardavilla; approfittando della momentanea ritirata dei francesi ritornarono il 17 giugno 1799 per essere espulsi definitivamente il 14 aprile 1800. Da questo momento il complesso religioso e il bosco caddero in uno stato di lento degrado a causa dell’abbandono e dei terremoti, soprattutto quello del 30 ottobre 1870 definito “terribile”, che provocò gravi danni [25] e “rovinò quasi tutto il convento e metà della chiesa” di Scardavilla di Sotto [26]; si diede inoltre inizio alla spoliazione dell’edificio culturale, ad esempio dei tre altari ugualmente danneggiati dall’evento sismico [27].



Figura 4. Palazzo frontistante la chiesa del SS. Crocifisso.



Figura 5. La cantina, in muratura mista, mostra ancora la copertura originaria.

Il monastero di Sopra, come quello di Sotto, nel tempo è diventato proprietà privata [28] ed è stato oggetto di interventi impropri ai caratteri originari del manufatto. Il Comune di Forlì

dal 1859 ai primi anni del '900 ebbe in proprietà il bosco ma non riuscì a evitare i tagli abusivi degli alberi che si accentuarono dai primi anni del Novecento quando il complesso tornò in mano ai privati, arrivando alla demolizione delle dodici celle dei monaci.

Il 19 giugno 1942 i Padri del Collegio internazionale della Consolata per le missioni estere di Torino ricevettero in donazione da don Attilio Canali la tenuta di Scardavilla di Sopra, costituita dal palazzo, dalla chiesa e dal terreno circostante di circa 18 ettari, e portarono avanti alcuni interventi manutentivi e funzionali nei due edifici [29]. I religiosi fecero trasportare nell'edificio culturale del SS. Crocifisso l'immagine della Vergine col bambino e S. Giovanni Battista, un affresco staccato con una porzione di muro proveniente dalla piccola chiesa di S. Giovanni a Meldola, andata perduta proprio in quegli anni.

I missionari abbandonarono Scardavilla alla fine degli anni Quaranta del secolo scorso, dopo aver venduto la proprietà a privati nel 1948 [30]. Durante la Seconda guerra mondiale e successivamente il bosco ha subito gravi danneggiamenti con l'abbattimento di querce secolari; inoltre è stato demolito ciò che rimaneva delle originarie mura di recinzione del complesso, con il grande arco di accesso ancora esistente nel 1911; la superficie boschiva è stata ulteriormente ridotta per far posto alle attività agricole. Il 3 giugno 1992, il complesso architettonico del SS. Crocifisso è stato sottoposto a vincolo architettonico e paesistico, ai sensi della legge 1089 e 1947, entrambe del 1939.



Figura 6. Portale di accesso a Scardavilla di Sopra, andato distrutto dopo il secondo evento bellico mondiale.

3. Conclusioni

Il codice dei Beni Culturali e le norme tecniche per le costruzioni 2018 e 2020 prevedono per l'intervento su manufatti con caratteristiche di pregio storiche e ambientali, l'attuazione del cosiddetto "percorso conoscitivo" che individua tre fasi essenziali propedeutiche a qualsiasi intervento di progetto: un'accurata ricerca storico documentale, una puntuale campagna di rilevamento architettonico e strutturale e indagini specifiche sulle caratteristiche dei materiali del fabbricato e prove meccaniche delle strutture esistenti.

In questa fase dello studio è stata redatta la ricerca storica che sosterrà le linee progettuali al fine di un organico recupero, restauro e valorizzazione dei manufatti esistenti e la riqualificazione produttiva dell'azienda agricola secondo le attuali tendenze in ambito enogastronomico.

References

- [1] Zangheri P. Il bosco parco di Scardavilla. Forlì; 1973.
- [2] *Annales Camaldulenses*, vol. IV, p. 167
- [3] A questo proposito, per la documentazione archivistica si rimanda a Zaccaria G. Storia di Meldola e del suo territorio, vv. 2; 1974-1980, p. 388.
- [4] Zaccaria G. 1974, p. 307. Nello stesso anno fecero scavare una grotta nella cantina, per la conservazione dei cibi. ASFo, Scardavilla, Libro degli atti, c. 13b.
- [5] ASFo, *Corporazioni religiose soppresse*, E 2917/1158, *Giornale dall'anno 1692 al 1697. S. Maria di Scardavilla*, c. 99.
- [6] Ivi, c. 82a, 30 dicembre 1699.
- [7] Ivi, c. 99b. L'altare precedente venne posto nella cappella del SS. Crocifisso.
- [8] Cfr. Zaccaria G. 1974, disegno di Pio Rossi, 1911.
- [9] Mastri P. L'eremo di S. Maria di Scardavilla. Il Plaustro, I (1911); 6: pp. 53-54; si rimanda anche agli *Annales Camaldulenses*, VIII, pp. 247-248.
- [10] ASFo, *Corporazioni religiose soppresse*, E 2916/1157, *Libri degli atti capitolari Conventuali di Scardavilla dall'anno 1637 sino al 1712*, c. 49, 8 maggio 1682.
- [11] Ivi, c. 102.
- [12] *Annales Camaldulenses*, VIII, pp. 247-248.
- [13] ASFo, *Corporazioni religiose soppresse*, E 2916/1157, *Libri degli atti capitolari Conventuali di Scardavilla dall'anno 1637 sino al 1712*, c. 43a.
- [14] Ivi, c. 59a.
- [15] ASFo, *Corporazioni religiose soppresse*, E 2916/1157, *Libri degli atti capitolari Conventuali di Scardavilla dall'anno 1637 sino al 1712*, c. 78d, 18 febbraio 1698.
- [16] Ivi, c. 86a, 18 maggio 1702; c. 90a, 8 febbraio 1703.
- [17] Ivi, cc. 99b, 100a
- [18] *Annales Camaldulenses*, VIII, p. 644; cfr. Zaccaria G. 1980, p. 310.
- [19] Caby C. Fonti testuali, fonti iconografiche e topografia monastica: l'eremo di Camaldoli e il monastero di Fontebuono nel Medioevo. In: Bertocci S., Parrinello S. (a cura di), *Architettura eremitica*, atti del Convegno Internazionale (Camaldoli 21-23 settembre 2012), Firenze; 2012, pp. 38-47.
- [20] Tutto il terreno comprendeva 79 e mezzo tornature meldolesi, equivalenti a 22,8 ettari odierni.
- [21] Rispetto all'eremo la *domus*, poi *hospitium*, poi *cenobium* svolge una funzione ausiliaria, legata all'accoglienza degli ospiti.

[22] Si veda, ad esempio, Vittone B. Istruzioni diverse concernenti l'ufficio dell'architetto civile, Lugano; 1766, tavv. LI (chiesa di S. Chiara ad Alessandria), 75, 76, 77.

[23] Le cappelle presentavano una copertura a botte in folio.

[24] Questo repertorio risulta ormai attestato dalla documentazione fotografica degli anni Ottanta del secolo scorso.

[25] Archivio Comunale Meldola, *III Libro dei battezzati*, 30 ottobre 1870.

[26] A causa del sisma crollò la copertura di S. Maria, “rovinarono i muri”, la pavimentazione, la sacrestia che nella documentazione archivistica viene citata anche come stanza posta sul tergo dell'altare maggiore, utilizzata come capitolo dei monaci; crollarono il braccio del chiostro addossato alla chiesa e quello orientale.

[27] ASFo, *Corporazioni religiose soppresse*, E 2916/1157, *Libri degli atti capitolari Conventuali di Scardavilla dall'anno 1637 sino al 1712*, c. 14, febbraio 1693.

[28] È stato sede anche dei gesuiti.

[29] Le mura di recinzione erano ancora ben conservate, mentre quelle a valle erano ormai ridotte al solo basamento.

[30] Archivio Notarile Distrettuale di Forlì, 23 settembre 1948; Elena Carla Piazza in Battistini acquista dai Padri: “Casa di piani 2 e vani 18 [...] terreno attiguo al fabbricato [...] in massima parte boschivo”.

Il ruolo dello studio del paesaggio nei corsi di laurea in Architettura

The role of landscape study in Architecture degree courses

Sodano Cecilia – Facoltà di Architettura, Sapienza Università di Roma, Roma, Italia,
cecilia.sodano@uniroma1.it

Santopuoli Nicola – Dipartimento di Storia Culture Civiltà, *Alma Mater Studiorum* -
Università di Bologna, Bologna, Italia, nicola.santopuoli@unibo.it

Abstract: This contribution, which arises from the experience of teaching ‘Principles of landscape protection’ within the master’s degree course in Architecture (Restoration) of the Sapienza University of Rome, focuses on the teaching of landscape disciplines in Architecture degree courses.

At the end of their training, the students of the master's degree course in Architecture (Restoration) will be prepared for the design of the new architecture with particular attention to the modalities of intervention on the historic city, on the architectural heritage and on the existing landscape. The teaching of landscape disciplines stands as a related and related discipline, but it is no less worthy of attention for this.

We want to propose a reflection on what should be the basic skills of an architect who has to deal with an architect or the restoration of a building, an archaeological area or a settlement that relate to the landscape and draw from it part of their identity.

Keywords: teaching landscape, architecture, Lynch, Cullen, Norberg-Schulz.

1. Introduzione

Il presente contributo nasce dall’esperienza dell’insegnamento di Principi di tutela del paesaggio che l’arch. Cecilia Sodano ha tenuto come docente all’interno del corso di laurea magistrale in Architettura (Restauro), classe LM-4, di Sapienza Università di Roma tra gli anni 2019 e 2022 a seguito di una convenzione stipulata tra il Comune di Bracciano, dove l’architetto presta il suo servizio come dirigente, e la facoltà di Architettura di quell’università.

Si vuole proporre una riflessione su quali competenze paesaggistiche debbano essere acquisite, alla fine del loro percorso formativo, dagli studenti e dalle studentesse dei corsi di architettura.

Per avviare la riflessione si può partire da una descrizione di Cesare Brandi (1906-1988), critico d’arte, studioso di estetica e teorico del restauro. Nell’aprile del 1954 Brandi intraprese un viaggio in Grecia di circa due settimane; frutto di questa sua esperienza fu il libro ‘Viaggio nella Grecia antica’, pubblicato l’anno seguente. Brandi non era un viaggiatore qualsiasi: visitò i luoghi della Grecia antica osservandoli con gli occhi dell’esperto conoscitore.

Esemplificativa, ai nostri fini, la descrizione che egli dà arrivando ad Agia Triada (Haghìa Triada nel testo), un sito archeologico situato nelle vicinanze di Festo, nell'isola di Creta. Guadato il fiume a dorso d'asino Brandi descrive l'altra sponda,

«dove piante di ulivi e di agrumi, promiscue come gli zingari, crescevano in una folta e umida ombra. Venne poi un ciuffo di pini, ed ecco le rovine della piazza, delle case, della villa di Haghìa Triada. Queste rovine, tanto meno estese di quelle di Knosòs e di Festòs, hanno dato tuttavia dei tesori inauditi [...]. Ma queste bellissime robe sono a Candia: qui resta il luogo, da antica delizia, e tale dovette essere sempre, su quelle pendici solatie, volte a un mare che non si vede, ma si sente correre sul filo stesso dell'orizzonte. Le ulivete, gli agrumeti, i cipressi sono asserragliati e soprammessi laggiù in basso, come in una barricata, e i colori restano opachi e consistenti, senza il verde acquoso delle primavere nordiche, ma infinitamente dolci e come appena assonnati, distolti dal presente, i colori della prima sera...» [1]

La descrizione che Brandi fa del sito archeologico dà forte l'impressione di come i ruderi di Agia Triada siano parte del paesaggio e che insieme a questo, con la sua vegetazione, i suoi colori e anche il mare, che pure non si vede, contribuiscano a creare il *Genius loci* di quel luogo.

Il rudere, che ha ormai perso le sue caratteristiche architettoniche, costituisce con il paesaggio una nuova unità figurativa, «entra in una nuova dimensione che è costituita dal contesto entro il quale si trova situato, una condizione ambientale, territorio e paesaggio, che in alcuni casi giunge ad assorbire le strutture materiali delle architetture abbandonate» [2].

Quali strumenti sono necessari a un architetto per capire il *Genius loci* di un luogo, quali per comprendere valori e disvalori del paesaggio che dovrà modificare con il suo lavoro?

2. Gli strumenti per capire il paesaggio: esperienze didattiche

La definizione del programma dell'insegnamento di Principi di tutela del paesaggio, nell'ambito della sua declaratoria all'interno del corso di laurea, è stata oggetto di fertile confronto tra la scrivente e i presidenti che si sono avvicendati nella direzione del corso di studi. Il corso di laurea in Architettura (Restauro) di Sapienza è diretto dal prof. Alfonso Ippolito da luglio 2021, subentrato al prof. Nicola Santopuoli che lo ha diretto da ottobre 2017 a quella data. Si è ritenuto che il corso dovesse dare ai futuri architetti sia strumenti di tipo teorico, per far capire loro come si siano formati ed evoluti nel tempo i concetti di tutela, di patrimonio culturale e di paesaggio, sia un bagaglio di strumenti tecnico-metodologici che permetta loro di comprendere i valori del paesaggio, attività propedeutica a qualsiasi intervento di modifica e progettazione.

Il corso è iniziato con una riflessione sulla polisemia del paesaggio e sulle definizioni datene dalle diverse discipline, dando poi un panorama sull'evoluzione storica della normativa italiana nel campo dei beni culturali e del paesaggio. La parte sulla normativa italiana, a partire dalle leggi di tutela degli stati preunitari più sensibili al concetto di tutela fino al Codice dei beni culturali e del paesaggio, è stata presentata anche come espressione del pensiero critico e della cultura italiana nelle varie epoche storiche, dando conto del dibattito, sia culturale che politico, attraverso il quale si è arrivati ad approvare le leggi più rilevanti. È importante, per esempio, spiegare agli studenti l'importanza del contributo del pensiero di Benedetto Croce, che fu anche ministro dell'Istruzione pubblica, nelle leggi sul paesaggio della prima metà del Novecento, così come è importante spiegare loro quale fosse il clima culturale dell'Italia liberale e giolittiana nel quale è maturata, dopo mille difficoltà, l'approvazione della legge n. 364 del 20 giugno 1909 per le antichità e le belle arti. Tale approccio ha contribuito a rendere più facilmente comprensibile ai futuri architetti, oltre che le leggi presentate, il processo di formazione ed evoluzione nel tempo del concetto di tutela.

Il quadro conoscitivo è stato ampliato dando cenni generali sulla nascita della normativa sul paesaggio nei più importanti stati europei e presentando la visione UNESCO sul patrimonio culturale, in particolare sul tema dei paesaggi culturali, e la Carta Europea del Paesaggio.

E' importante che gli studenti sappiano che il paesaggio, insieme al patrimonio storico artistico nazionale, rientra tra i valori costituzionali fondamentali, come si legge nell'articolo 9 della Costituzione. Ciò per rendere loro immediatamente evidente l'importanza del paesaggio che, anche dal punto di vista giuridico, è prevalente rispetto a quella di altre materie che non sono parte del dettato costituzionale: in primis rispetto all'urbanistica, i cui interventi in zone di vincolo, com'è noto, possono essere legittimati solo a valle della loro legittimità paesaggistica, ma anche, per esempio, rispetto all'economia. Questo porta con se la possibilità di fare insieme agli studenti, nel corso delle lezioni, una serie di riflessioni interessanti.

Il concetto di paesaggio, che proprio per la sua polisemia ha una sua intrinseca complessità, è cambiato e si è evoluto nel tempo, a partire dal XV secolo a oggi, in rapporto alla cultura delle varie epoche. E' però nei primi anni 2000 che tale concetto, sull'onda della Carta Europea del Paesaggio, ha subito in Italia un sostanziale e profondo cambiamento, passando da una visione estetizzante fondata sulla dottrina crociana, che considerava i paesaggi come bellezze panoramiche da considerarsi alla stregua di 'quadri naturali', a una visione più concreta e vicina alle persone, che considera il paesaggio lo spazio della nostra esistenza.

Il paesaggio è oggi in Italia, per il Codice dei beni culturali e del paesaggio, «il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni», tutelato in quanto i suoi caratteri costituiscono la «rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali».

La Convenzione Europea del Paesaggio, ratificata dall'Italia nel 2006, lo definisce come «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni». Per la Convenzione Europea il paesaggio è non solo quello che ha valori di particolare bellezza ed è quindi meritevole di tutela, ma anche quello 'ordinario', che andrà gestito, e quello degradato, che dovrà essere oggetto di pianificazione per riqualificarne i valori.

Non è questo il luogo per proporre analisi e confronti tra le due definizioni ma importante è darne conto in un percorso didattico, inserendo il tema del paesaggio all'interno del più vasto concetto di patrimonio culturale insieme ai beni architettonici, storico artistici e archeologici. La significativa presenza e la diffusione sul territorio che hanno in Italia questo tipo di beni crea una stretta correlazione tra architettura, archeologia e paesaggio. Scriveva nel 1980 André Chastel, cogliendo appieno la particolarità del patrimonio culturale italiano:

«L'Italia s'è trovata così disseminata di *luoghi*, originali e densi, come se la storia avesse distribuito nello spazio i suoi contrassegni maggiori. Ma il discorso non sarebbe completo, se non abbracciasse ciò che collega e associa questi luoghi privilegiati, moltiplicandoli con l'anonimo e il collettivo, vale a dire: le *Città*. [...] Il fenomeno è più completo ancora, più evidente, se possibile, a Venezia, esempio splendente d'una composizione urbana che serve da contenitore monumentale a un contenuto artistico inesauribile. [...] Grazie a una sorta d'incastro esemplare, la *collezione* s'iscrive nell'*edificio* che la *città* riveste, e queste tre forme di museo si rispondono mutuamente.» [3].



Figura 1. Isola di San Giorgio Maggiore nella laguna veneziana (foto dell'autrice).

Si potrebbe continuare questo gioco delle Matrioske osservando che ogni città, a sua volta, si inserisce nel paesaggio e con esso dialoga, in un gioco di mutui rimandi (fig. 1).

Parimenti importante è evidenziare, in un percorso didattico, come sia nel concetto di patrimonio culturale, la cui ultima frontiera è rappresentata dalla 'Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore del patrimonio culturale per la società' ratificata dall'Italia nel 2020, che nel concetto di paesaggio dato dalla 'Convenzione europea del paesaggio' assumano particolare importanza le aspirazioni del pubblico e le politiche partecipative, ciò che rappresenta una sostanziale novità rispetto al passato.

Entrambi i due documenti europei considerano il paesaggio e il patrimonio come risorsa fondamentale per il benessere dell'uomo e per lo sviluppo sostenibile ed entrambi hanno spostato l'attenzione dall'oggetto paesaggio/patrimonio alle persone chiamate a percepirlo/riconoscerlo. Ciò ha aperto nuove prospettive alla partecipazione pubblica in un'ottica in cui sia il concetto di patrimonio culturale che quello di paesaggio si sono spostati dall'oggetto all'azione, dal prodotto al processo di riconoscimento e quindi alle persone.

Tutto questo si ritiene debba rappresentare parte del quadro concettuale di riferimento della didattica del paesaggio all'interno dei corsi di architettura, dove la formazione degli studenti riguarda, con gli insegnamenti legati al restauro, anche il patrimonio storico architettonico.

Ai futuri architetti, come si è detto, servono però anche gli strumenti 'tecnici' per capire il paesaggio, cioè per valutarne la qualità: per effettuare qualsiasi intervento di architettura sul paesaggio è infatti necessario avere consapevolezza di quali siano valori e disvalori del determinato sito in cui si va ad intervenire; ciò pur tenendo presente che, poiché il paesaggio si caratterizza per essere un processo dinamico a evoluzione continua, è impossibile definirne caratteristiche e valori una volta per tutte.

Si è quindi ritenuto opportuno fornire agli studenti un quadro generale su quali siano le metodologie di analisi del paesaggio utilizzate ordinariamente, finalizzate a comprendere i suoi processi di trasformazione e di sviluppo, a capire le interrelazioni profonde tra le matrici naturali e quelle antropiche, a definirne le unità tipiche, a definire gli indicatori utili alle descrizioni di tali trasformazioni e, infine, a fornire le indicazioni per gli interventi

progettuali, a qualsiasi scala essi siano, che devono porsi in coerenza con i caratteri strutturali e con i valori individuati a seguito dell'analisi.

Un particolare focus è stato dato alle analisi di tipo percettivo, che hanno la loro origine nella metodologia anglosassone. Nel quadro generale dei metodi di analisi del paesaggio si è perciò presentato anche il metodo della *Landscape Character Assessment (LCA)*. Si tratta di uno strumento di analisi e di valutazione del carattere del paesaggio utilizzato in Inghilterra e in Scozia come supporto alle politiche di protezione dell'ambiente, di tutela e di pianificazione del territorio che, oltre alla prima fase di analisi dei fattori morfologici, naturali e socio culturali prevede, per la classificazione dei diversi tipi di paesaggio, anche indagini sul campo finalizzate a individuarne gli aspetti percettivi ed estetici prendendo in considerazione elementi come texture, linee, colori, equilibrio delle forme ecc. (fig. 2). Si tratta di un metodo ben strutturato, utilizzato da circa vent'anni e descritto puntualmente nel testo *Landscape Character Assessment guidance for England and Scotland* pubblicato la prima volta nel 2002 [4].

Il corso ha quindi previsto delle lezioni sui vari metodi di analisi percettiva dello spazio cominciando da Gordon Cullen, che si è occupato dell'impressione visiva che lo spazio urbano provoca alle persone che lo percorrono, legata alla loro percezione. L'idea dalla quale muove lo studio di Cullen è che la città possa essere considerata come un particolare tipo di paesaggio, come 'atto drammatico nel territorio' capace di suscitare emozioni nell'osservatore che la percorra. La percezione, scrive Cullen, evoca ricordi ed esperienze, emozioni rimaste impresse in noi: questo è l''invisibile sovrappiù' che permette, guardando, di vedere molto più di ciò che la realtà mostra.

E' stata poi illustrata la teoria della fenomenologia 'qualitativa' dell'architettura elaborata da Christian Norberg-Schulz. Il metodo descritto dall'autore nel suo libro *Genius loci*, che è stato inserito tra i testi d'esame, fornisce strumenti per capire i caratteri che definiscono l'identità di un luogo, sia esso naturale o artificiale. Per fare un esempio, tornando alla descrizione di *Agia Triada* data da Brandi, ognuno degli elementi descritti dall'autore - i colori opachi e consistenti, le rovine, la vegetazione che vede arrivando e poi le ulivete, gli agrumeti e i cipressi in basso alla valle - può essere considerato, secondo Norberg-Schulz, uno dei caratteri costituenti l'identità del luogo, definiti e riconoscibili, quindi analizzabili.

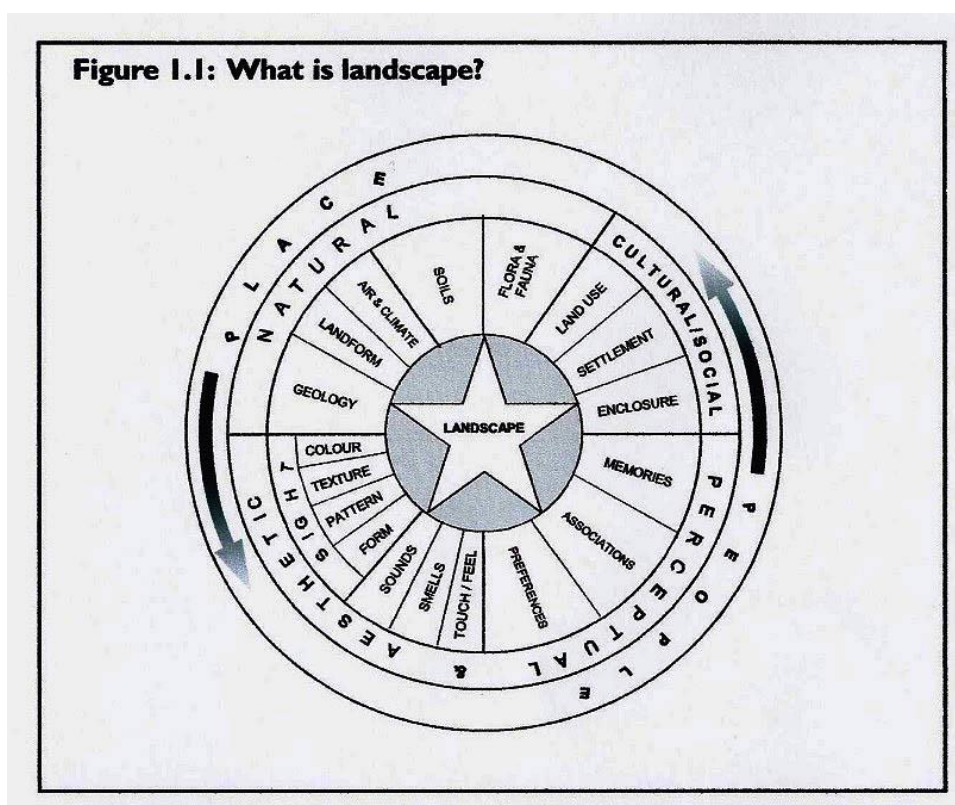


Figura 2. Un'immagine tratta dalla guida LCA che illustra la concezione del paesaggio secondo quel metodo.

Infine si è illustrato il metodo di Kevin Lynch, che ha studiato la costruzione di 'mappe mentali' delle città da parte degli abitanti, tese a restituire la loro percezione dello spazio, basata su alcuni elementi segnici che l'autore ha raggruppato in cinque elementi: quartieri (che noi abbiamo chiamato anche 'parti'), nodi, riferimenti, percorsi e margini.

Il paesaggio urbano viene analizzato, secondo il metodo di Lynch, scomponendo ciò che è percepito in elementi formali che hanno tra loro relazioni semplici. Le configurazioni relazionali tipiche possono essere ricordate dall'osservatore, che attribuisce loro un significato secondo la sua percezione e la sua specificità (residente, turista, bambino ecc.) e che può in questo modo crearsi la propria 'mappa mentale' del luogo analizzato. Kevin Lynch ha elaborato i suoi studi sulle città americane, quindi all'interno di insediamenti urbani, ma il suo metodo può essere utilizzato anche per analizzare dei paesaggi naturali.

Proprio il metodo lynchiano, insieme a quello delle visioni seriali di Cullen, è stato utilizzato dall'architetto Irma Visalli, consulente di Fondazione Dolomiti UNESCO, per l'analisi del paesaggio percepito delle Dolomiti (fig. 3). Il metodo è stato descritto in un interessante studio pubblicato dalla Regione Friuli Venezia Giulia. Scrive l'arch. Visalli:

«Attraverso il percorso di lettura e valutazione del paesaggio inteso come insieme strutturato di elementi 'significanti', si possono individuare gli elementi che concorrono alla percezione del paesaggio e che siano pertanto da tenere in considerazione nella valutazione dell'azione di trasformazione e progettazione. In quest'ottica, il significato del 'valore percettivo' è ampliato rispetto a quello abitualmente associato ai caratteri 'visibili' del paesaggio, integrandosi a valutazioni legate al 'significato' che la diversa organizzazione spaziale assume per chi fruisce il paesaggio da spettatore o da abitante. Seguendo metodologie afferenti alla semiologia, il paesaggio è letto come un sistema segnico dotato di regole implicite riconducibili ad una serie di relazioni formali». [5]

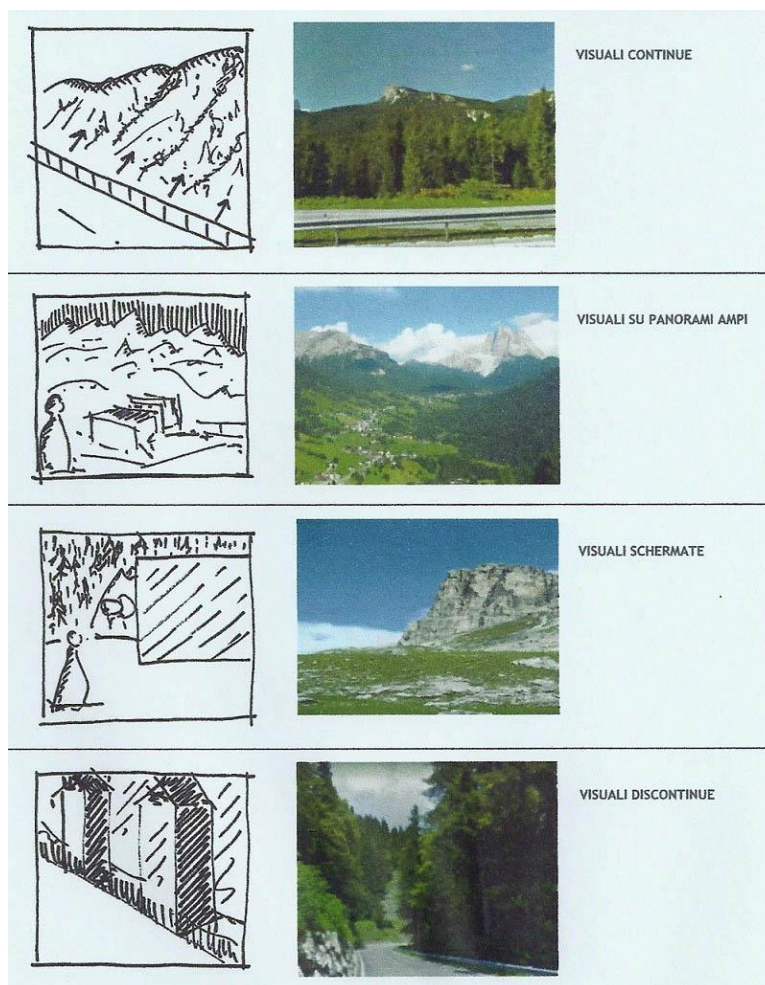


Figura 3. Il metodo delle visioni seriali applicato alle visuali dolomitiche (arch. I. Visalli).

Secondo questa logica il paesaggio diviene un testo narrativo estetico in cui gli elementi, e le relazioni tra elementi, sono parte di una struttura più complessa che esprime immagini significative che permettono di riconoscere i luoghi, di orientarsi, di identificarsi. In quanto testo narrativo estetico, ogni nuova parola o frase deve trovare motivazione e coerenza con il contesto.

Il metodo dell'analisi percettiva dello spazio è stato applicato dalla Visalli agli stessi paesaggi dolomitici dopo la tempesta Vaia per verificare come fossero cambiate le caratteristiche del paesaggio e i suoi valori [6], non necessariamente sempre in senso negativo: per esempio, la scomparsa di una gran parte degli alberi ha infatti contribuito, in alcune zone, a restituire una migliore visibilità del paesaggio.

L'architetto è stata ospite del corso per due anni e ha spiegato ai ragazzi la metodologia di analisi da lei applicata al paesaggio naturale, riscuotendo sempre molto interesse.

Ai frequentanti del corso di Principi di tutela del paesaggio sono state proposte, ogni anno, alcune esercitazioni che prevedevano l'analisi di un brano di città secondo il metodo delle visioni seriali di Cullen e con il metodo di Kevin Lynch. E' stato ritenuto opportuno assegnare, come luoghi di esercitazione, siti urbani ben conosciuti dagli studenti e dalle studentesse, a loro scelta, per facilitare il lavoro con metodi cui si avvicinavano per la prima volta: nella città gli elementi segnici e le loro interrelazioni sono infatti più evidenti che in natura, rendendo l'analisi percettiva di un contesto urbano molto più semplice rispetto a

quella di un luogo naturale. Una volta imparato il metodo esso può essere applicato anche al contesto naturale, come ha ben dimostrato l'architetto Visalli.

Proponendo alle studentesse (il corso è stato frequentato soprattutto da ragazze) le teorie e le esercitazioni sulla lettura percepita del paesaggio si sono voluti dare loro gli strumenti per individuare ulteriori importanti elementi che siano da tenere in considerazione, insieme alla lettura degli elementi fisici, morfologici, sociali ed economici, nella valutazione delle azioni di progettazione e trasformazione del paesaggio.

La studentessa Cecilia Rizzo ha analizzato con il metodo di Lynch una parte dell'insediamento urbano di Funo di Argelato (Bo) (fig. 4). Rizzo ha evidenziato i tipi di margine, i quartieri e le zone verdi, i percorsi, i nodi, i punti di riferimento e le visuali, che in quel contesto ha ritenuto essere particolarmente significanti perché aperte sulla campagna emiliana, identitaria per gli abitanti.



Figura 4. Analisi lynchiana di una parte di Funo di Argelato (studentessa C. Rizzo, a. a. 2020-2021).

Ha invece scelto di applicare il metodo delle visioni seriali di Cullen nel complesso 'Fiera district' di Kenzo Tange a Bologna (fig. 5). Far esercitare le studentesse su luoghi ben conosciuti, dei quali era per loro facile identificare i caratteri, ha permesso di stimolarle a usare i metodi proposti creativamente. La Rizzo ha definito lo spazio da lei analizzato 'magico' perché «provoca un senso di disorientamento» in quanto «ad ogni passo lo spettatore vede riflessi negli specchi pezzi di architetture che, a seconda della posizione in cui egli si trova, non poggiano a terra o non hanno né fine né inizio». Sebbene lo 'Spazio magico' non rientri nelle categorie percettive identificate da Cullen è interessante la personalizzazione che ne ha dato la studentessa, coerentemente con la sua propria percezione, dimostrando aver capito il metodo.

La studentessa Giulia Saraulli ha analizzato il quartiere romano di Monte Sacro, utilizzando per la sua analisi entrambi i metodi. Di seguito alcune visioni seriali del quartiere che la studentessa ha disegnato nel corso del suo studio.



Figura 5. Visioni seriali del quartiere Montesacro a Roma (studentessa G. Saraulli, a. a. 2021-2022).

Considerata l'importanza della tematica della decarbonizzazione, molto attuale in quanto strettamente legata al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), e l'impatto che l'installazione di fonti di energia rinnovabile sta avendo e avrà in futuro sul paesaggio, si è ritenuto opportuno dedicare negli ultimi due anni un approfondimento a questo argomento. Sono stati brevemente illustrati la normativa italiana che riguarda l'installazione di fonti di energia rinnovabile e i due fondamentali documenti strategici italiani, il PNRR e il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), dando pure cenno, attraverso alcune significative sentenze, al ruolo della giurisprudenza in Italia e mostrando come spesso i giudici si oppongano alle istanze delle Soprintendenze. Il quadro è preoccupante perché nessuno degli strumenti strategici citati mostra particolare attenzione alla tematica del paesaggio, quindi nuove scelte si dovranno delineare in tempi brevi, anche da parte delle regioni. Sull'argomento si è dato spazio al dibattito con gli studenti, stimolando le loro osservazioni e chiedendo quale ruolo possano avere gli architetti nel concorrere a trovare soluzioni per mitigare l'impatto delle fonti di energia rinnovabile sul paesaggio. Il tema ha riscosso interesse e tutti hanno partecipato attivamente alla discussione.

Ad esito del questionario di gradimento del corso diffuso alla fine di ogni anno gli studenti e le studentesse hanno ritenuto, generalmente, che le proprie competenze fossero aumentate, apprezzando soprattutto i diversi metodi di lettura percettiva del paesaggio e ritenendo che tali metodi potranno essere utili alla loro vita professionale.

Il percorso didattico descritto è stato arricchito dalla partecipazione di alcuni esperti che hanno dato del paesaggio, secondo la loro esperienza, visioni pluridisciplinari o che hanno approfondito particolari aspetti, spiegando ad esempio come redigere una relazione paesaggistica. Oltre alla Visalli, particolarmente apprezzato è stato il museologo Daniele Jalla, che ha presentato il progetto 'Museo in vigna', un 'open air museum' integrato nel paesaggio allestito in Piemonte, nel castello di Grinzane Cavour, di cui è stato curatore.

3. Conclusione

Esponendo l'esperienza dell'insegnamento di Principi di tutela dei paesaggi si è cercato di mostrare come l'approccio dato al corso, in parte teorico e in parte tecnico-metodologico, abbia permesso di arricchire il percorso didattico. Si è ritenuto che inserire nel programma i metodi delle analisi percettive dello spazio possa essere utile al percorso formativo di un architetto perché questi metodi aiutano a dare consapevolezza al progettista dei caratteri e

dell'identità del luogo che si appresta a modificare: lo spazio, sia esso urbano o naturale, rappresenta il pane quotidiano di un architetto, la principale materia oggetto del suo lavoro.

Nel presente contributo abbiamo però voluto descrivere l'esperienza dell'insegnamento anche al fine di stimolare una riflessione sull'attuale qualità del percorso formativo degli architetti.

Certamente, guardando alla strada intrapresa e pur avendo una chiara consapevolezza delle varie criticità, siamo consapevoli che la formazione degli architetti in Italia si stia muovendo da tempo nella giusta direzione, anche tenendo conto dell'attività che si svolge da anni in collaborazione con università straniere, con i vari programmi internazionali e con organismi internazionali. Bisognerà però tener conto anche delle grandi sfide che abbiamo davanti, una delle quali è certamente la citata tematica della decarbonizzazione, con tutti i problemi connessi.

Negli ultimi decenni il tema della salvaguardia del paesaggio in Italia e nel mondo è sempre più sentito e attuale ma, in riferimento agli obiettivi del PNRR e del PNIEC, mancano ancora, al di là di specifiche soluzioni tecnologiche legate all'incremento di efficienza dei pannelli o allo studio di nuovi materiali, studi che affrontino la problematica con una visione ampia cercando di proporre soluzioni riguardo all'impatto sul paesaggio delle fonti di energia rinnovabile, ai quali gli architetti potrebbero dare un positivo contributo.

Si auspica quindi che i futuri architetti, stimolati a queste problematiche all'interno dei corsi universitari, possano contribuire fattivamente al progetto di nuove architetture e di strutture tecnologiche capaci di creare nuovi valori paesaggistici, in modo che queste grandi sfide rappresentino anche per i nostri paesaggi un'opportunità e non una sconfitta.

Riferimenti

[1] Brandi C. (2006) “Viaggio nella Grecia antica”. Roma: Editori Riuniti, 42.

[2] Esposito D. (2014) “Architettura, ruderi e paesaggio. Protezione: forme e significati. Alcune riflessioni” in *La villa restaurata e i nuovi studi sull'edilizia residenziale tardoantica*. Bari: Edipuglia, 628.

[3] Chastel A. (1980) “L'Italia, museo dei musei” in *Capire l'Italia. I musei*. Milano: Touring Club Italiano, 12, 14.

[4] <https://www.nature.scot/doc/landscape-character-assessment-guidance-england-and-scotland>

<ultima consultazione 15/07/2022>.

[6] Visalli I. (2020) “Le unità di paesaggio percepito – un metodo”. Regione Friuli Venezia Giulia.

[7] Visalli I. (2020) “Report sul paesaggio. Effetti della tempesta Vaia sul paesaggio percepito. Un'analisi di 3 casi studio”. Regione Friuli Venezia Giulia.

A teaching experience in cooperation between University and Municipality for the reuse of an architectural complex in Northern Italy

Eva Coisson – CICCRESI, University of Parma, Parma, Italy, eva.coisson@unipr.it

Chiara Vernizzi – CICCRESI, University of Parma, Parma, Italy, chiara.vernizzi@unipr.it

Elena Zanazzi – DIA, University of Parma, Parma, Italy, elena.zanazzi@unipr.it

Abstract: The paper presents a teaching experience, which took place as part of a studio course in the bachelor's degree program in Architecture Regeneration Sustainability (University of Parma). The students were involved in an intensive workshop for the restoration and reuse of a public residential complex located in a small village in Northern Italy. The building was subjected to a large intervention more than 20 years ago, but since then it was left unused and now is in critical conditions, waiting to find a new use to serve the community. This formative project developed within the framework of a research collaboration with the local Municipality and saw the active involvement of both the Department's internal professionals and the municipal administration, thus creating stimulating opportunities for students to discuss a concrete issue.

Keywords: reuse, restoration, workshop, didactics

1. Introduction

In the last few years, the debate on the teaching of conservation and restoration has certainly proved to be a lively field [Di Biase, 2019; Ottoni et al., 2021], which was analyzed from various points of view: internationalization, distance learning, theoretical issues and practical approaches to the subject with site visits or case study analysis. In this context, there are numerous contributions [Pittaluga, 2017; Scala, 2017] that argue that giving students the opportunity to interface with a concrete case study undoubtedly provides valuable and fruitful support for the transmission of knowledge and competences. This is even more true when the students have the opportunity to confront the real problems and needs of a community, and they are challenged to provide possible solutions.

This paper presents the teaching experience that took place in April 2022 as part of the Laboratory of Analysis and Design for the Recovery of existing buildings, related to the bachelor's degree program of Architecture Regeneration Sustainability (Department of Engineering and Architecture, University of Parma). Twenty-four students were involved in an intensive week-long workshop on the theme of the restoration and reuse of a residential complex in the small hill village of Vianino, in the municipality of Varano de' Melegari, in the province of Parma (Northern Italy). This formative project developed within the framework of a research collaboration between the Municipality of Varano and CICCRESI, the Interdepartmental Center of the University of Parma for the Construction, Conservation and Regeneration of Buildings and Infrastructures and will be concluded by a public exhibit of the project proposals.

The developed activity entwined therefore the three main aims of the University: didactics, research and the so-called "third mission", which includes scientific, cultural and technological transfer in order to promote the social and economic growth of the territory. The active cooperation between university students, teachers and researchers, on one side,

and municipality administrators and professionals, on the other side, allowed to develop planning solutions that solved the many issues that had hindered the intervention until now: first of all the functional distribution, that had to take into account the multiple needs of the community, but also the aesthetic impact of the new tall building, the connection with the surrounding village streets and spaces, the need for an improved energetic performance. Discussing these pragmatic requirements directly with the administrative “customer” and also directly with the people living in Vianino was very motivating for the students, and finding a project that could keep together the best ideas to solve each issue was challenging also for the university researchers.

The result was enriching for all the parties: one more demonstration of the positive contributions that can derive from the active relations between the academia and the public bodies of the territory.

2. From knowledge to integrated conservation, a path to optimize resources

The complex, formerly named Iside, consists of two adjacent buildings: a historic one and one built in the late 1990s in substitution of a previous masonry construction (Fig. 1). The new construction underwent renovations in 2013 that were never completed and is now in a condition of structural non-compliance with current seismic, energy and HVAC systems regulations. Moreover, the original intended use, i.e. public housing, conceived more than 20 years ago, no longer appears to conform to the needs of the territory of Vianino. Therefore, this building, located in the center of the small village, is currently without its function and definitely oversized compared to the context. The municipal administration, owner of the property, given the needs expressed by the territory, asked the students to evaluate the possibilities of transforming the complex into a multi-purpose center, hosting some medical activities and meeting the design criteria of sustainability, not only from an energy and environmental point of view but also from the social and economic ones. The students were then encouraged to look for possible additional public functions themselves, which would meet both the vocation of the building and the needs of the local community [Della Torre, 2010; Pugliano, 2017], with a view to the overall redevelopment of the central area of the hamlet of Vianino.



Figure 1. From left: the village of Vianino, with the complex Ex-Iside; photos of the two buildings.

2.1. The importance of defining a compatible use

The proposed case study is a clear example of the uselessness of approaching a restoration/rehabilitation work on an existing building only from the physical point of view, defining interventions on the structure and the materials without defining a compatible use that can guarantee the maintenance in time of the positive immediate effects of the works [Di Stefano, 1979]. Indeed, the use for public housing was originally defined more for economic than social reasons, as it allowed the Municipality to obtain the funding to carry out substantial renovation works, but was not really respondent to an actual need of the community and therefore was never fulfilled.

Therefore, it was fundamental to base the new proposal on a more correct approach, in line with the consolidated concept of integrated conservation, already introduced in the Amsterdam Charter [Council of Europe, 1975]. Integrated conservation is, in brief, the joint action of the direct restoration activities and of the definition of a correct and compatible use. The use must be consistent with the requests of the territory, otherwise, like in this case, it will not be actualized, but it must also be compatible with the features of the building itself, in order to reduce the need for changes that can endanger the conservation of valuable elements and make the intervention more costly and less sustainable.

The strict relation developed during the workshop with the people of Vianino and with the administrators and technicians of the Varano de' Melegari Municipality gave, to this aim, an essential contribution. The definition of various services and spaces that were lacking in the village and in the surrounding area was the first step for the development of a project that did not want to be limited to an academic theoretical level, but wanted to give a concrete contribution to the society we live in. Nevertheless, as aforementioned, it is not possible to define the functions disregarding the features of the building, the dimensions of the existing spaces and the type of structures, as it is necessary to check the compatibility of the foreseen uses and to design an effective distribution of these uses within this complex building, also allowing a better use of the public resources. For this reason, the definition of its current state through an architectural survey phase was also needful.

2.2. The role of surveying in the knowledge process of the existing built environment

As is well known, in any intervention on existing buildings, the architectural survey phase, defined as an open system of knowledge, is fundamental in the process of acquiring all the data useful for a deep understanding and correct interpretation of each artefact.

The character of each building, its size and typology, the construction techniques in relation to the period of construction, the original function, together with the purpose for which the survey is carried out, are all fundamental elements in the planning of the survey itself, in the identification of the correct tools and techniques that will prove to be the most suitable in capturing the peculiarities of the architecture under investigation.

The operation of architectural survey [Docci, Maestri, 2005] is, in fact, understood in the broadest sense of the term, i.e., the "knowledge" of the complex reality that characterizes each building. Each architectural work is unique and is the result of its own historical path that has indelibly marked its peculiar morphological and structural characteristics: only by analyzing the artefact under different aspects is it possible to understand the work in its entirety.

It is therefore fundamental to follow a path of investigation that starts from the historical analysis and the insertion of the artefact in its own cultural context to begin to understand its typological characteristics, and vice versa. Thus a critical reading of the artefact begins, which indicates an initial direction on the type of survey method to be used and on the type of final work which is most exhaustive in describing and narrating the work itself [Clini, 2008].

A complete and punctual survey, expressed through accurate graphic works capable of expressing the geometric-morphological and thematic aspects in depth, is in fact the main tool on which to base all subsequent considerations aimed at defining the lines of intervention on the existing building, which are respectful of its characteristics and able to identify functions consistent with the typological-constructive and architectural characteristics of the building itself.

Another important factor is undoubtedly the inclusion of the work to be surveyed in its urban or territorial context: for this reason, it is very often necessary to extend the survey to the immediate surroundings or neighboring buildings.

In the case of the former Iside complex in Vianino, due to the fact that the building site had been abandoned for years, it was not possible for the students involved in the workshop to personally carry out this fundamental knowledge process, which, thanks to being able to touch the building, allows those who carry out the survey and graphic restitution operations to gradually acquire the necessary information, assimilating it during their work.

However, thanks to the agreement with the municipal administration of Varano Melegari, owner of the building, it was possible to carry out an accurate inspection with the technicians in charge of the construction site and, above all, to have available all the documentation related to the current state of the building, which is in a particular condition of unfinished project.

This graphic documentation, complete with all the orthogonal projection drawings relating to the geometric survey of the plans of all levels, the elevations, and the sections of the two blocks, once verified during the inspection, became the working basis on which the students drew up the subsequent proposals for functional reuse, energy improvement and architectural redevelopment.

In the case of the former Iside of Vianino, another element also proved to be of particular interest and importance: the relationship between the building and the context of the village, located on a branch of Mount Santa Cristina jutting out into the Ceno valley, an area of great environmental and architectural value for the part of the historic village, rich in buildings of great historical and testimonial interest to which the complex must relate, establishing a perceptive relationship that does not break the delicate balance of forms and colors that characterizes the village, its architecture and their perception from afar.

3. The workshop: a teaching experience in cooperation between University and Municipality

Before the start of the workshop, students were provided with the above-mentioned survey documents and a facsimile of a public notice, which included the list of required graphical drawings and evaluation parameters related to four main topics: functional organization, evaluation on the use of materials for energy upgrading, design of public spaces and aesthetic-figurative choices.

Thus the first day of the workshop opened with a site inspection of the former Iside complex, during which the students were able both to familiarize themselves with the case study and its context and to dialogue directly with the municipality's technicians and administrative referents, who provided specific guidelines and clarification regarding the requests in the facsimile of the public notice.

Once the site inspections had been carried out and the local administration's requests had been exposed, the students worked for a week divided into small groups, under the supervision of the teachers. The professors involved belonged to different disciplines (survey, restoration, architectural technology), in order to support the students' work in all the many aspects, which are implied in the context of a project on an existing building. The task given to the students was the production of four competition boards, in which they had to express the design concept through a general plan, all the orthogonal projection drawings, function-distribution diagrams, sketches, axonometric views or renders and some technical details of the project. During the first days of the workshop, students focused on functional distribution (Fig. 2), which was certainly not easy, given the large square footage of the complex, and on identifying possible accesses and pathways. Most of the students identified the newer building as having a vocation for health care use, combined with spaces for apartment for self-sufficient elderly or for co-working. While generally the historic building, in front of the square, was designated for civic use.

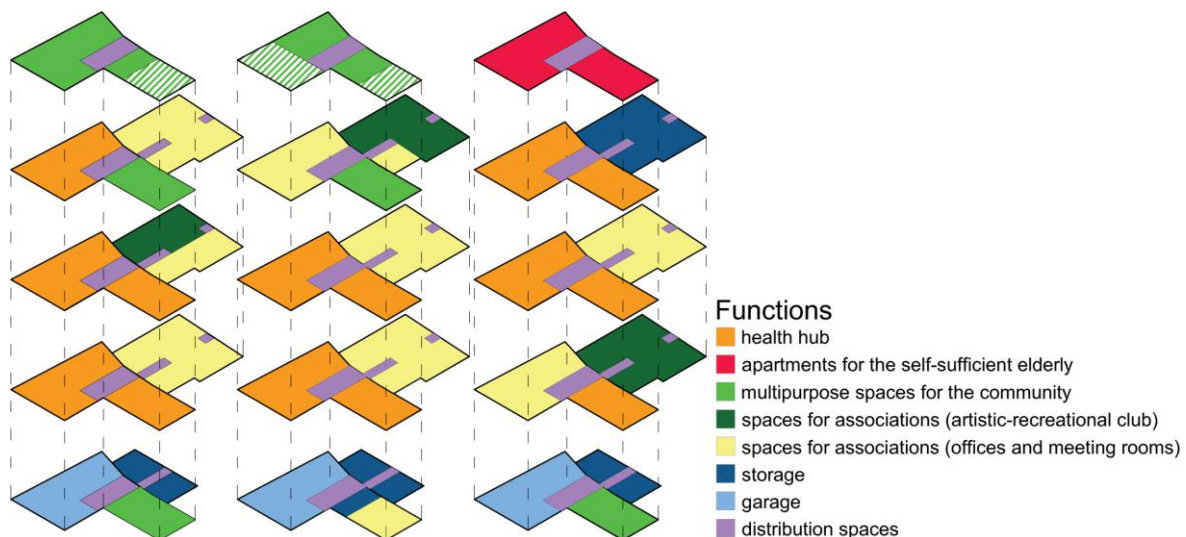


Figure 2. Function-distribution diagrams of the three winner projects of the students.

Thus, if the choice of functional distribution in both interior and outdoor spaces (Fig. 3), albeit with some variations, tended to be homogeneous, very different were the solutions adopted for the use of materials, especially in the façade. Indeed, during the inspection first and the brainstorming later, the need to mitigate the visual impact of the former Iside complex emerged very strongly, because it was definitely oversized in height compared to the context of the village. This mitigation operation was carried out according to two aspects, on the one hand working, as mentioned above, on the materials in façade (Fig. 4); on the other hand considering options of partial demolitions or design loggias on the top floor (Fig. 5), the one more visible and therefore impacting on the landscape.



Figure 3. Some significant renders of the outdoor areas, designed by the students for use by the community.

The graphic designs and reports produced were then presented on the final day to the municipal referents. In agreement with the public administration, three winning projects were then identified, each qualified by a different strong point. The project that won the first place had the merit of succeeding in lightening the monolithic nature of the complex by defining a different material and aesthetic concept for each building wing. In particular, one wing was treated with a plaster finish and the insertion of a portion of green wall, in the Northwest elevation; while a second skin of horizontal wooden louvers was added to the other wing, which became in the upper part a parapet for the terrace obtained from the partial demolition of the top floor.



Figure 4. Some significant pictures of the three winning projects (from left in order of ranking).

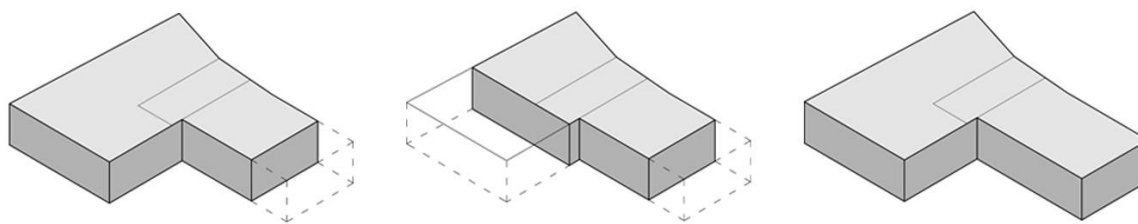


Figure 5. Left: two projects of partial demolitions or design loggias on the top floor. Right: a more conservative option.

The runner-up handled well the theme of the access, identifying a single main entrance to the complex, highlighted by a projecting roof that becomes an iconic element of the project. When it comes to the theme of the top floor, a partial demolition of the perimeter walls and the preservation of the roof was proposed, creating loggias, in order to lighten the visual impact of the fronts. Both of the above proposals locate co-working spaces on the top floor.

The third project is certainly the most conservative, because it does not involve demolitions on the top floor, where the original residential use is maintained. Therefore, the mitigation of the fronts was done through the alternate and non-regular use of two different materials: wood planks and plaster. This proposal was well received by the public administration, as it was judged to be the most feasible from an economic point of view.

The experience turned out to be successful and interesting both for the students of the Laboratory, who found themselves in contact with a real theme of reuse and refurbishing of an existing complex, and for the Municipal Administration, which was able to evaluate different possible architectural responses to its requests: a collaboration between the University and the territory that allowed the establishment of interesting moments of discussion in the context of third mission activities (Fig. 6).



Figure 6. Pictures of the workshop activities: the site-inspection in Vianino (above) and the final day (below).

4. Results and synthesis: a possible reuse for the former “Iside” complex

The outcomes of the workshop produced a multiplicity of suggestions: possible new functions for the complex, evaluations on energy retrofiting, various aesthetic-figurative

choices for mitigating the visual impact of the fronts. Starting from the most deserving projects, the administration asked to the university researchers to try to define a synthesis proposal that on the one hand would summarize the strengths of each project and on the other would reread them in a key of greater feasibility, both from a structural and economic point of view, in order to suggest a valid basis for possible future final projects and fund requests. In this regard, further meetings have therefore been organized between University and Municipality, which are leading to the definition of a preliminary project.

4.1. Functional distribution and outdoor areas

This project envisions the re-functionalization of the complex into a civic and medical-residential centre. The historic core will have a civic function: art and social club on the ground floor; offices for local associations on the first floor, with possible auxiliary spaces for occasional storage on the top floor. Regarding the building of more recent construction, given the possibility to operate with greater freedom in both internal distribution and energy retro-fitting, it was felt that it could more adequately accommodate the medical activities, the residential function and multi-functional spaces (Fig. 7). Specifically, the basement floor will house a large multipurpose civic room with its own entrance from the street; the ground floor will be entirely used for the health hub; the first and second floors will be dedicated to autonomous senior apartments, preserving the original internal subdivision; and, finally, the top floor will feature co-working spaces, for smart-working. Access to these spaces will be possible through a dedicated entrance at the ground floor, while the spaces dedicated to public uses (health hub, club, local associations) will have a single common entrance in a point clearly visible from the square, at the intersection of the two wings, in order to ensure an easier management of the visitors and of the distribution of internal paths, avoiding at the same time promiscuity of functions; moreover, during the survey it was possible to notice the presence of a hollow brick wall in that position between the two wings, the demolition of which would not compromise the structural stability of the historic portion.

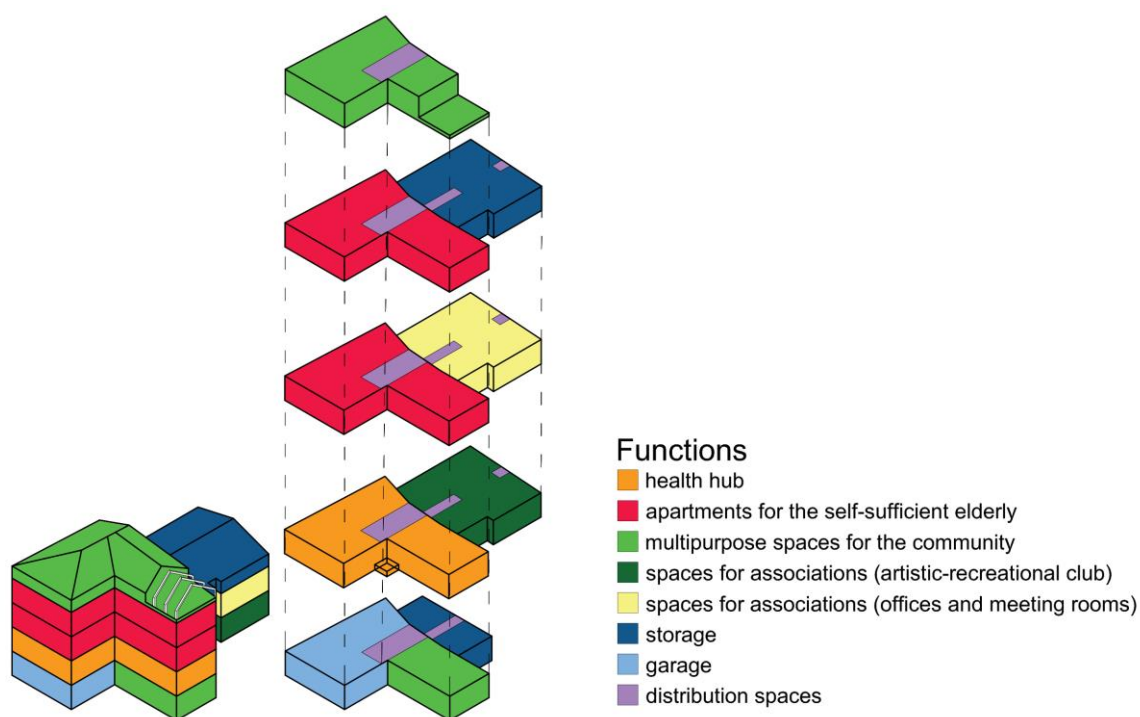


Figure 7. Functional-distribution scheme of the synthesis project.

The outdoor areas, currently disused, will become spaces for the community. The area accessible directly from the street, and in front of the square, will be used in the summer months by the club located on the ground floor. While the outdoor area at the back becomes the access plaza to the civic hall. The terrace near the health center, on the other hand, will be used for outdoor sports-rehabilitation activities, in aid of the physiotherapy activity placed on the ground floor.

4.2. Mitigation of visual impact: top floor and fronts

A fundamental objective of the project is to try to "lighten" the visual impact of the newer building. In fact, due to its excessive height, it is out of scale with respect to the context. The building, before the interventions made at the end of the 1990s, consisted of two floors plus the under-roof, as is evident from the surveys of the time, in line with the historic fabric of the village. The solution adopted works particularly on the top floors and the roof, as they are visible even from a great distance. Thus, like the project idea ranked first and in agreement with the municipal administration, the proposed project includes the partial demolition of the top floor and the roof of the southeast wing of the most recent building. This demolition will allow, on the one hand, to create a terrace on the top floor, accessible from the co-working spaces, and on the other hand, to make the facade in front of the town square less impactful, while maintaining the profile of the demolished portion through a two-pitch wooden arbor. As far as the fronts are concerned, the finishing materials used are essentially two: plaster and clay louvers. The basement floors, up to the height of the original structure, will have a plaster finish, similar to the other buildings in the hamlet. While the upper floors, realized during the interventions in the year 2000, will have a second skin of louvers, with the aim to make their view less impactful in the context of the small hill village of Vianino. The adoption of clay louvers was preferred to the original idea of wood louvers proposed by the students, in order to reduce the need for maintenance and improve the durability of the material.

5. Conclusions

The theme of the re-functionalization of this complex, which arose from a real need in the area, has become an opportunity not only for a collaboration between the Municipality and the University, but also for research study and for the teaching activity. In fact, as illustrated, the path undertaken, stimulated by the discussion and the design ideas proposed by the students, has been synthesized into a possible project proposal that takes into account the demands expressed by the administration and the people.

An exhibition, to present the project ideas elaborated, is planned for September 2022, which will take place in Varano de' Melegari, with the aim of involving and informing the local communities about the collaboration carried out, to make them an integral part of the design process of the former Iside complex, and to allow a sustainable re-functionalization of this public building.

The chosen case study testified the need for an integrated conservation approach, that keeps together physical interventions and compatible choices about the functions to be inserted, the importance of knowledge, to assess the most suitable distribution of the uses within the existing spaces, and the fundamental active role that a University can carry out on the social, cultural and economic development of its territory, applying its three missions (teaching, research and scientific transfer) in favour of the society.

Acknowledgements

This work wouldn't have been possible without the contribution of the Municipality of Varano de' Melegari: the authors are particularly grateful for the active cooperation and for the materials provided by the vice-mayor Alessandro Saglia Codeluppi and the technicians Giuseppe Busani and Gian Marco Boschi. The authors would also like to thank all the students for their strong dedication to the workshop activities and for their manifold fruitful ideas: Matteo Anselmi, Sofia Barili, Daniele Boldrini, Leonardo Cagnoli, Alessandra Canetti, Luca Conca, Adriana Di Natale, Federico Dondi, Andrea Francia, Camilla Friggeri, Diego Gabrielli, Nicola Gigli, Flavia Gosa, Veronica Landini, Rosanna Mango, Margherita Morabito, Ilaria Musiari, Tonia Novello, Agostino Okuniev, Gloria Paterlini, Camilla Privitera, Camilla Riccoboni, Pietro Riccardo Usberti, Denise Vago, Marco Vandelli, Alessia Villa.

References

- [1] M. Docci, D. Maestri, (2005, I ed. 1994) *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*, Bari: ed. Laterza
- [2] P. Clini (2008) *Il rilievo dell'architettura. Tecniche, metodi ed esperienze*, Firenze: ALinea Editrice, pp. 9-10.
- [3] Council of Europe (1975) *Amsterdam declaration*, Strasbourg: Directorate of Press and Information
- [4] S. Della Torre (2010) *Economics of planned conservation*, in M. Mälkki, K. Schmidt Thomé (eds.), *Integrating Aims. Built Heritage in Social and Economic Development*, Helsinki University of Technology, Centre for Urban and Regional Studies Publications, pp. 141-156
- [5] C. Di Biase, F. Albani (eds.) (2019) *The teaching of architectural conservation in Europe*, Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore
- [6] R. Di Stefano (1979) *Il recupero dei valori. Centri storici e monumenti. Limiti della conservazione e del restauro*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane
- [7] F. Ottoni, E. Coïsson, A. Donatelli, M. Acierno (eds.) (2021) *Il giuramento di Vitruvio. Spunti e riflessioni per la didattica nel Restauro*, Roma: Quasar
- [8] D. Pittaluga (2017) *Sperimentazione e ricerca in cantiere: un'opportunità di formazione, una risorsa per la conservazione di lunga durata*, in S. Della Torre (eds.), *RICerca/REStauo – Sezione 3a: Progetto e cantiere: orizzonti operativi*, Roma: Quasar, pp. 689-698
- [9] G. Pugliano (2017) *La centralità del tema dell'uso nel progetto di restauro architettonico contemporaneo. Questioni metodologiche ed operative*, in S. Della Torre (eds.), *RICerca/REStauo – Sezione 3a: Progetto e cantiere: orizzonti operativi*, Roma: Quasar, pp. 617-625
- [10] B. Scala (2017) *Pratiche costruttive e pratiche di riparazione. Imparare dalla tradizione edilizia storica: alcuni casi nel territorio bresciano*, in M. Sette, F. Mariano, E. Vassallo (eds.), *RICerca/REStauo – Sezione 6: Ricerca in-formazione*, Roma: Quasar, pp. 1102-1113

O património arquitectónico: intervir para continuar

Architectural heritage: intervention to continue

Malheiro, Miguel – Universidade Lusíada Norte – Porto/ CITAD, miguel_malheiro@sapo.pt

Abstract: Intervention in the architectural heritage is the subject of this article, where a reflection is made on the criteria and solutions that were produced to adapt the interventions in a set of pre-existing monuments whose coordination was in our charge or we participated in it, namely in the Church of São Mamede de Vila Verde, Torre de Vilar, Church of the Monastery of Travanca, Cathedral of Beja, Chapel of Nossa Senhora da Conceição and Paço de Dona Loba. The intervention common to all of them is conservation, where a critical/creative action is proposed that sought the unity of the monument. If in individual intervention we are always interested in individualizing monuments in order to intervene efficiently in them, that is, to characterize them, determine their attributes and weaknesses in order to define the most coherent criteria, it now seemed appropriate to determine the paths followed, the criteria adopted in these interventions and which, in a way, constitute a practice of intervention in the architectural heritage over two decades.

Keywords: Architectural Heritage; Intervention; Conservation; Continuity

1. Introdução

O artigo pretende debater a problemática da intervenção no património arquitectónico através da análise de casos concretos, em que tivemos a autoria e coautoria das intervenções realizadas, para discussão e apresentação das questões que a elas foram inerentes, desde o (re)conhecimento dos valores de cada um às opções tomadas de acordo com os diagnósticos realizados. Pretende-se abordar uma prática de intervenção no património, precisando os termos. Conhecer, proteger e valorizar acabam por ser as três tarefas fundamentais e indissociáveis que se procuraram compatibilizar nas intervenções que realizamos nos monumentos que aqui servem de reflexão.

Entendemos o património arquitectónico como Carlos A. Ferreira de Almeida o definia: “*É neste duplo aspeto, isto é, o de ‘património como valor de identidade e de memória’ de uma comunidade e, sobretudo, o de ‘património como qualidade de vida’ que ele será cada vez mais falado e se lhe dará, futuramente, maior importância*” [1]. Temos o dever de consolidar a relação entre o valor cultural e científico do monumento, em especial enquanto elemento identitário de uma comunidade inserida numa região, com as realidades sociais e económicas dessa mesma comunidade e região, melhorando-as através da valorização dos seus monumentos, esses ícones de identidade, para que essas comunidades continuem a estabelecer laços de identidade com eles e com a sua proteção.

2. Os monumentos

Esta é a primeira etapa que deve ser empreendida, a avaliação que no presente atribuímos à herança que recebemos, identificar-lhe o valor e significado do objeto herdado.

O património arquitectónico onde realizamos as intervenções são considerados monumentos, acima de tudo, porque são classificados como Monumento Nacional (Paço de Dona Loba, Amarante, Dec. 95/78 (fig. 3) e Igreja do Mosteiro de Travanca, Amarante, Dec. 2199/1916 (fig. 4)), como Monumento de Interesse Público (Igreja de S. Mamede de Vila Verde, aspirante a monumento, foi classificada como MIP/ZEP Portaria n.º 740-DU/2012, depois de realizadas as obras (fig. 2)), como Imóvel de Interesse Público (Torre de Vilar, Lousada, Dec. 95/78 (fig. 1) e Capela de Nossa Senhora da Conceição, Guimarães, Dec. 40364/1955 (fig. 5)) ou incluída na Zona de Proteção de outro monumento, como o caso da Sé de Beja, incluída na zona de proteção do Castelo de Beja (MN DG n.º 136/1910) (fig. 6).



Figura 1. Torre de Vilar.



Figura 2. Igreja de São Mamede de Vila Verde.



Figura 3. Paço de Dona Loba.



Figura 4. Torre de Vilar.



Figura 5. Igreja de São Mamede de Vila Verde.



Figura 6. Paço de Dona Loba.

A classificação deriva do valor arquitectónico (artístico, construtivo, funcional), valor histórico ou documental, valor simbólico e valor identitário que eles contêm, podendo assim ser definidos como monumentos, inseridos no património arquitectónico, juntamente com os sítios e os conjuntos arquitectónicos. No entanto, o entendimento que temos deles enquanto monumento, deriva especialmente das comunidades que com eles convivem que neles veem uma projeção da sua própria identidade, um testemunho do seu passado histórico. No fundo, um edifício adquire esta qualidade quando a comunidade lhe atribui um valor documental e significativo, por muito simples que ele seja, ou mesmo quando se encontra em ruína, como foram os casos da Torre de Vilar e Igreja de São Mamede de Vila Verde, ou o Paço de Dona Loba, aliás, motivo pelo qual fomos chamados a intervir.

Este conceito de monumento deriva do latim *monere*, que significa lembrar ou advertir. Françoise Choay a este respeito, refere que:

“O monumento solicita e mobiliza pela sua presença física uma memória viva, corporal, orgânica. Ele existe entre todos os povos; é de facto um bem cultural universal. Referência viva a uma origem, a um fundamento, pertence à categoria da autenticidade; é um dos dispositivos que ancoram o ser humano na sua condição de vida dotada de fala, que ela institui e constitui. É parte integrante de uma antropologia fundamental” [2].

Esta noção de monumento é ampliada com a Carta de Cracóvia ao defini-lo como uma *“entidade identificada pelo seu valor e que constitui um suporte da memória. Nele, a memória reconhece aspetos relevantes relacionados com atos e pensamentos humanos, associados ao curso da história e ainda acessíveis”* [3]. Esta ampliação para a noção de bem cultural foi um passo importante, porque para além da edificação e ambiente físico em que se insere, também *“integra”* a sociedade que historicamente atuou nele. Recentemente passou-se da contemplação material para a imaterial, relacionando as tradições e saberes construtivos com os costumes, expressões, objetos e contextos em que eles acontecem, baseado essencialmente na comunidade, que os criou, mantém e transmite.

Como bem cultural, é extremamente importante a atualização do conhecimento do monumento, sendo uma forma de valorização. A nossa intenção sempre foi a conservação do monumento, a legibilidade da identidade arquitectónica, a beneficiação das infraestruturas, a dignidade, integridade e conservação dos restos originais. Definem-se os fins, objetivos e uma estratégia.

3. Conservação para quem?

O monumento é a soma dos valores de carácter documental, arquitectónico e de significação. São *“três facetas cuja presença conjunta no objeto construído constitui um requisito ineludível para poder aceitar a sua condição monumental e, que ao mesmo tempo, qualquer intervenção no monumento deve contemplar, assumir e respeitar”* [4]. O objetivo último da intervenção no património arquitectónico assenta na proteção destes três valores que se relacionam intimamente com a comunidade, bem como com a humanidade, já que ele tem a capacidade de nos contar a história do seu passado como dos que a ele estiveram ligados e, testemunhar acontecimentos passados. Em qualquer dos monumentos em que intervimos, existem fortes relações com a comunidade que deposita os seus anseios no seu porta-voz, normalmente delegado no pároco, presidente da Junta de Freguesia ou da Câmara Municipal, os quais ficam incumbidos de zelar por eles. Foi assim com todos estes monumentos, onde lhes coube a elaboração das encomendas cujo objetivo principal foi resolver os problemas que punham em causa a sua continuidade, perdurabilidade, comunicando-nos as consequências, mas raramente as suas causas, que nos coube a nós identificar e corrigir, para que eles continuem a servir de identidade e fiel depositário das suas memórias e dos seus antepassados que com eles também conviveram. Acima de tudo, a intervenção nos monumentos faz-se para a comunidade, para garantir ou melhorar o seu estado de conservação, uso ou significado coletivo, tanto do imóvel como da sua envolvente. Mesmo quando os vínculos se perdem ou se criam algumas lendas que se sobrepõem à realidade, a valorização dos monumentos através do conhecimento que se concretiza na altura da intervenção é extremamente importante para a sua prossecução no tempo. O que retemos é que nós só somos chamados a intervir se ainda houver estima pelo monumento.

4. Preservar para saber, saber para preservar

A conservação do património arquitectónico pressupõe começar qualquer projeto de intervenção pelo conhecimento do monumento e da sua envolvente. A leitura, interpretação e compreensão de uma obra, é um caminho hermenêutico, implicando uma espécie de afastamento inevitável do objeto, depois de nele, fundamentalmente, se elaborarem os vários levantamentos, estudos e inspeções que se considerem adequados e imprescindíveis para a intervenção e difusão do conhecimento. A possibilidade de compreensão da obra constitui a meta mais ambiciosa da conservação. Nela procura-se *“conhecer e compreender o*

monumento (a sua entidade – histórica, material, cultural -, a sua envolvente – física e social -, as suas circunstâncias atuais de qualquer tipo) é imprescindível para programar a atuação nele” [5], que permita reduzir as causas de deterioração, melhorar a durabilidade da obra histórica e a sua capacidade de absorção de utilizações. O conhecimento produzido previamente às intervenções nestes monumentos, permitiram compreender a ativa vivencialidade destes monumentos, falando-nos de realidades distintas e distantes, de sucessos e misérias, de linguagens estilísticas, impactos culturais e variados acolhimentos. É esse o papel dos monumentos.

Foi assim com a Igreja de São Mamede de Vila Verde quando Joaquim Caetano [6], descobriu a autoria do pintor do fresco da parede fundeira (fig. 7), um dos mais ilustres fresquistas da sua época, depois de termos verificado a relação que a tipologia arquitectónica da igreja ainda estabelecia com modelos pré-românicos, e das várias reformas a que foi submetida, em especial na fase barroca.



Figura 7. Fresco da parede fundeira da Igreja de S. Mamede.



Figura 8. Capela-mor da Capela de N. S. da Conceição, à esquerda.



Figura 9. Igreja do Mosteiro de Travanca antes da intervenção da DGEMN.

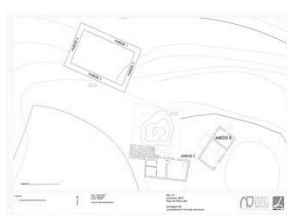


Figura 10. Levantamento arqueológico com marcação do cunhal da hipotética torre de Dona Loba.

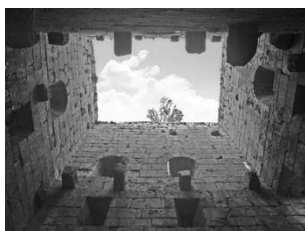


Figura 11. Interior da Torre de Vilar.



Figura 12. Nave da Catedral de Beja.

Na capela de Nossa Senhora da Conceição, por outro lado, não se vislumbra ainda de onde veio a forma exterior da capela-mor (fig. 8), depois de conhecidos grande parte dos artistas que conceberam o património móvel (órgão, azulejos e altares). No entanto, a inspeção e levantamentos realizados permitiram compreender os vários problemas construtivos existentes, com deficientes resoluções que punham em causa a drenagem das águas pluviais das coberturas. No interior, foi a sucessiva adição de volumes e de funções nas construções anexas que puseram em causa a legibilidade do monumento e uma efetiva utilização do espaço, devido à deficiente construção e salubridade dos espaços.

Em Travanca, percebe-se a sua evolução apenas na época Moderna (fig. 9), sendo ignota a sua origem e desenvolvimento medieval.

No Paço de Dona Loba, esclareceram-se as dúvidas quanto à origem da torre que a tradição atribuíra ao Paço de Dona Loba, com o aparecimento da fundação e arranque da possível

torre medieval nas imediações da construção quinhentista existente (fig. 10), permanecendo desconhecida a sua função original.

Na Torre de Vilar, a leitura dos paramentos permitiu reconstituir os pisos que a torre teve (figs. 11) e 16, mas a sua porta na base da torre nunca foi suficientemente esclarecida, já que a maioria dos modelos medievais não a teria.

Em Beja, a inspeção e levantamentos que se realizaram previamente permitiram observar que existiam sobretudo problemas de compatibilidade de materiais e sistemas construtivos que entravam em tensão com a unidade material do monumento, introduzidos maioritariamente durante o final do século XX, nomeadamente a deficiente resolução de beirais da cobertura, materiais de revestimento da nave (fig. 12) e espaços anexos, e incoerência na utilização dos espaços adjacentes à nave da igreja.

Um ponto comum aos edifícios que ainda tinham cobertura, é a ausência total de manutenção nas últimas décadas, por descuido e desmazelo, provocando o desenvolvimento de várias patologias, normalmente relacionadas com a infiltração de águas pluviais. Esta informação comprova que é no ato da intervenção que se acrescenta informação, conhecimento sobre o monumento, sendo importante preservar para saber e saber para preservar as culturas, pensamentos, atitudes que eles absorveram com o tempo, porque são elas próprias que promovem a legibilidade do monumento. Outro aspeto importante a reter é o facto de ser no decorrer da intervenção que o monumento se revela, devendo o projeto estar preparado para acolher variações, desvios que permitam compatibilizar as soluções com a realidade descoberta. Esta fase integra-se na valorização do monumento.

5. Ruínas

Das intervenções que realizamos neste conjunto de monumentos, três recaíram sobre ruínas (Igreja de S. M. de Vila Verde, Torre de Vilar e Paço de Dona Loba). Intervir numa ruína levanta várias questões, porque está sempre presente o valor da significação que ela adquire em detrimento do valor arquitectónico que vai perdendo, condicionando precisamente a implementação de um novo programa que permita a sua utilização funcional e não apenas contemplativa. Uma das respostas é dada por Alberto Ustárroz à questão: *“Como podem as ruínas ajudar a construir o presente? As ruínas devolvem-nos o que lhes damos, o que lhes perguntamos desde o presente, transformado, acrescentado com a sua proposta radical, isto é, a sua mensagem de essencialidade”* [7]. Esta mensagem de essencialidade é apreendida através do conhecimento que dela formamos no presente, sabendo que os pressupostos que estiveram na base da sua edificação foram sinteticamente os que Alberti elencou: *“a escolha da região e da área onde implantar a construção, a definição da compartimentação, da parede, da cobertura e do vão”* [8]. Estas operações que estiveram na base da construção destas edificações, que se transformaram em ruínas, são os valores que elas transportam: o valor simbólico, sentimental e documental. A sua manutenção revela-se crucial, manutenção que em qualquer edificação deve começar pela construção da cobertura, que segundo Alberti, não só protege os habitantes *“da chuva e do sol abrasador, como também preserva às mil maravilhas todo o edifício”* [9].

Esta foi a opção tomada nas três ruínas que aqui se apresentam, compreendendo que era fundamental a reposição de uma cobertura para a perdurabilidade delas, por forma a impedir o agravamento das patologias dos edifícios e, como consequência, introduzir um programa funcional compatível com a sua construção e a sua identidade. A intervenção foi feita com base na observação dos indícios que elas próprias continham, porque nos seus fragmentos

ainda se observavam “*simetrias totais ou parciais, escala e número, organização tipológica, problemas construtivos, significado do ornamento, norma e variação da norma...*” [10]. Conhecer profundamente estas ruínas através dos levantamentos arquitectónicos e, sobretudo, através da arqueologia da arquitectura, foi fundamental para interpretar a herança conceptual, técnica e formal que elas transportam.

Quando se coloca uma cobertura e se define um novo programa funcional para a ruína, na verdade, quando se (re)constrói a ruína, o valor que se põe em causa é o da autenticidade. Antoni González fala da relação entre autenticidade, originalidade e matéria, referindo que os monumentos raramente são fruto de um ato único inicial, podendo ter sucessivas “*origens*” [11]. Para além disso, se o monumento é a soma dos valores de carácter documental, arquitectónico e de significação, a autenticidade não deve referir-se unicamente à materialidade, mas sim ao papel que “*esta joga na definição daqueles valores essenciais*” [12].



Figura 13. Corte longitudinal da Igreja de S. Mamede.



Figura 14. Cortes pela torre de Vilar.

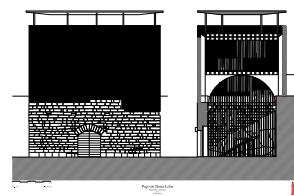


Figura 15. Alçado e corte transversal pelo Paço de Dona Loba.

Foram estes os pressupostos que procuramos ter em atenção quando atribuímos novas funções às ruínas em que intervimos. Em Vila Verde, onde ainda se encontraram manifestações de afeto e devoção ao padroeiro pela população local, procuramos “*construir uma igreja com as suas pedras*” [12] na tentativa de a devolver novamente à comunidade (figs. 13 e 21). Na Torre de Vilar, a nossa intenção foi restabelecer de novo os laços entre monumento e comunidade, procurando salvaguardar a paisagem envolvente porque ela “*tem uma propriedade significativa, porque ela promove o entendimento da forma*” [13] (fig. 17). Começamos por definir uma nova zona especial de proteção que envolvesse o vale que se consegue observar a partir do topo da torre, para perceção e legibilidade da função que esta torre teve outrora, na formação e produção da paisagem, para além de uma cobertura e de um acesso ao adarve para sua observação (fig. 14). Para além disso, salvaguardamos a paisagem próxima, através do desenho de percursos e mobiliário, que mais tarde se ampliou para a envolvente através da intervenção realizada pelo Município de Lousada, para dar lugar ao parque da Torre de Vilar, um espaço de lazer e encontro da comunidade com 5,5 hectares (fig. 18). Em relação ao Paço de Dona Loba, foi igualmente definido um espaço expositivo e de informação do território, através da construção de um novo volume que pontua a paisagem e assinala o monumento (figs. 15, 22, 23 e 24). Nas imediações próximas, para além da criação de um posto de observação e compreensão destas construções (a fundação da torre e a construção existente), foi ainda proposta a construção de um edifício que permitisse a pernoita de caminhantes que percorrem o território por devoção religiosa (o Caminho de Santiago passa nas imediações) ou os percursos pedestres homologados das serras da Aboboreira e do Marão, onde se podem contemplar o património arquitectónico, o património natural, as paisagens naturais e o território.

6. Intervenção no Património Arquitetónico

Qualquer ação implementada num monumento transforma-o. Adotamos o termo intervenção porque é o que melhor sintetiza essas transformações que se introduzem nos edifícios preexistentes, sejam elas ações de proteção, conservação, valorização, reabilitação, restauro ou manutenção do património.

A conservação é uma intervenção que se aplica comumente nos monumentos, porque ela significa um *“conjunto de atitudes de uma comunidade que contribuem para que o seu património e os seus monumentos perdurem (continuem). A conservação é levada a cabo com respeito pelo significado da identidade do património e dos valores que lhe estão associados”* [14].

A transformação deve reinterpretar sem destruir e só deve ser levada a cabo depois de obtido o conhecimento através de variadas áreas do conhecimento, como as engenharias, a arquitetura, a história da arte, a arqueologia, a geologia, a informática, etc.. A conservação, ou melhor, a intervenção que se leva a cabo, é feita para que a coletividade, a população que convive com o monumento, o possa usufruir, possa disfrutar dele, como bem cultural e como bem quotidiano, sem separação entre bem e uso.

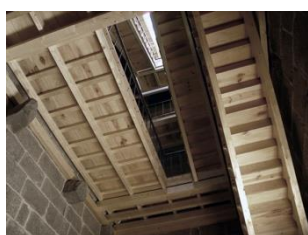


Figura 16. Patamares interiores de madeira de acesso ao adarve na Torre de Vilar.



Figura 17. Acessos exteriores à Torre de Vilar.



Figura 18. Vista aérea da Torre de Vilar e Parque de Lazer envolvente (Fonte – Rota do Românico).



Figura 19. Interior da Igreja de S. Mamede de Vila Verde, depois das obras.



Figura 20. Exterior da Igreja de S. Mamede de Vila Verde, depois das obras.



Figura 21. Vista aérea dos arranjos exteriores à Igreja de S. Mamede de Vila Verde, depois das obras (Fonte: Rota do Românico).

Os monumentos são para os que historicamente os habitam e para os que se emocionam com o seu conhecimento e contemplação. Assim, torna-se importante que os usos que se lhes atribuem, em especial nos monumentos em ruína, sejam úteis à comunidade, relacionando passado e presente.

Assim, falar de reabilitação nestes edifícios históricos declarados monumentos a partir de uma cultura de conservação, pode resultar perverso, porque ela descreve determinadas ações sobre a edificação histórica destinadas à sua atualização funcional. Trata-se da recuperação

“*funcional*” de um membro ou de um conjunto, sendo reconhecida a dificuldade em introduzir novos usos que envolvam atividades complexas regidas por regulamentos complicados, circunstância que pode levar a uma estratégia de esvaziamento do edifício ou de partes importantes dele, como tantas vezes acontece. Na prioridade da funcionalidade, como finalidade do projeto de reabilitação, sobre a conservação das preexistências monumentais, reside o perigo da sua aplicação a edifícios que requerem precisamente ter como prioritária a sua conservação.



Figura 22. Maqueta da proposta para o Paço de Dona Loba, sendo visível a hipotética torre medieval.



Figura 23. Maqueta da proposta para o Paço de Dona Loba.



Figura 24. Simulação tridimensional da proposta para ao Paço de Dona Loba.



Figura 25. Coberturas da Igreja do Mosteiro de Travanca, depois das obras.

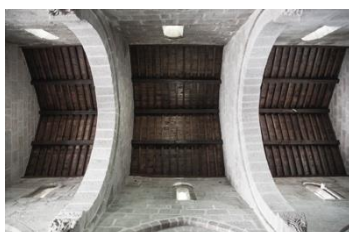


Figura 26. Interior da Nave da Igreja do Mosteiro de Travanca, depois das obras.



Figura 27. interior da Igreja do Mosteiro de Travanca, depois das obras.

Em qualquer uma das intervenções aqui apresentadas procuramos realizar uma intervenção mínima que pressupôs a conservação e consolidação das partes valorizadas como históricas, a sua legibilidade e valor como bem cultural, e a sua adaptação ao uso existente de culto ou a um novo uso que o monumento comportasse ou que a ele se adaptasse. Qualquer uma delas se inseriu numa estratégia de conservação, com exceção da reabilitação que levamos a cabo nas dependências anexas à Capela de Nossa Senhora da Conceição (Figs. 28 e 30), devido à necessidade de introduzir um novo uso e reabilitar a construção insalubre existente.

É preciso compatibilizar usos com a manutenção da preexistência. O diálogo entre passado e modernidade, conservação e criatividade é inevitável, um certo grau de tensão é ineludível, mas tudo deve ser feito com dignidade.

7. Dar continuidade à autenticidade e integridade

Em grande parte das intervenções aqui apresentadas houve a necessidade de projetar novos elementos, devido à inexistência dos mesmos, como no caso das ruínas, ou pela necessidade de introduzir novos elementos para substituir elementos deficientes ou que punham em causa a legibilidade correta do monumento, como pavimentos, criação de novos espaços, revestimentos e mobiliário, ou a introdução de novas infraestruturas de iluminação quer permitam a leitura dos elementos escultóricos dos monumentos, como na Igreja do Mosteiro de Travanca (figs. 26 e 27). As intervenções realizadas necessitaram de desenho e de construção, de projeto desenhado e sua materialização.

Inovação e citação, pesquisa individual e herança coletiva, participam na criação da obra arquitetónica, tal como refere Ignasi Solá-Morales: “*O projeto é o resultado de dois interlocutores. A palavra do edifício e as palavras da história da arquitectura, o acervo inacabável oferecido pelo tesouro da linguagem arquitetónica*” [15]. Foi através da leitura de outros edifícios da época, da reinterpretação de outros desenhos, da sua própria citação, como por exemplo nas coberturas de Vila Verde (Figs. 19 e 20), que procuramos inovar na tradição construtiva quando houve a necessidade de construir de novo.

Mas na consolidação e estabilização de todos estes monumentos (todos eles foram alvo de intervenção de consolidação e estabilização, já que foi devido a anomalias decorrentes de problemas de estabilidade que eles entraram em acelerada deterioração), por vezes, também foi necessário retirar elementos perturbadores, incongruentes, no fundo, elementos espúrios que punham em causa a legibilidade da monumento, como no caso da remoção da laje de betão das coberturas das naves laterais da Igreja do Mosteiro de Travanca e reposição da cobertura da estrutura de madeira (fig. 25), havendo igualmente a necessidade de redesenhar de novo pavimentos (como na catedral de Beja, fig. 32), tetos (damos como exemplo também a Catedral de Beja, fig. 33), introduzir novos elementos que contribuem para a estanquicidade das coberturas, refazer rebocos e pinturas (novamente na Catedral de Beja, fig. 33 e, na Capela de Nossa Senhora da Conceição, Fig. 29) e fazer drenagens periféricas.



Figura 28. Sala reabilitada da construção anexa à Capela de N. Senhora da Conceição.

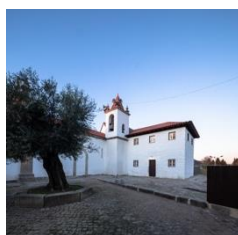


Figura 29. Capela de N. Senhora da Conceição, depois das obras..



Figura 30. Sala reabilitada da construção anexa à Capela de N. Senhora da Conceição



Figura 31. Nave central e guarda-vento da Catedral de Beja, depois das obras.



Figura 32. Nave central e capela-mor da Catedral de Beja, depois das obras.



Figura 33. Fachada principal da Catedral de Beja, depois das obras.

As substituições de alguns elementos antigos podem pôr em causa a autenticidade do monumento, em especial a materialidade do monumento, já que a matéria original é insubstituível porque constitui um testemunho que preserva os traços do artífice ou do fazer artístico, das ferramentas, da técnica utilizada e contribui para uma forma com a sua textura, cor e outras características. O desgaste do tempo, a pátina também é uma característica importante, já que os traços do tempo são inevitáveis e irreproduzíveis. Mas quando é necessário construir de novo ou sobre a preexistência, isto pressupõe uma alteração irreversível, que sabemos existir, mas que é inevitável.

No entanto, “*A autenticidade de um elemento ou do monumento no seu conjunto não se baseia tanto na ‘originalidade temporal’ da matéria ou da sua natureza, mas na capacidade*

de autenticar – de ‘acreditar como certos’ – os valores do monumento: de documentar os atributos espaciais, mecânicos e formais inerentes aos sistemas construtivos e aos elementos ornamentais originais (ou ainda, às vezes, aos sinais, marcas que a história e suas vicissitudes deixaram) e de permitir a funcionalidade e a significação – estética e emblemática – que unem o monumento à coletividade” [16].

4. Conclusões

A intervenção no património arquitectónico levanta várias questões que só podem ser esclarecidas por rigorosos diagnósticos multidisciplinares que reconheçam claramente os valores dos imóveis e patologias de que padecem. Conhecer, proteger e valorizar foram as tarefas fundamentais e indissociáveis que se tentaram compatibilizar nas intervenções realizadas. Verificou-se que a autenticidade não é um valor absoluto e foi no papel que o monumento tem para a comunidade, a sua história, que foi avaliado o grau de intervenção. A alteração, substituição e valorização de alguns materiais que constituem a materialidade foi feita de forma consciente para que se consiga salvaguardar a identidade, integridade e autenticidade do monumento/bem cultural. Procuramos, acima de tudo, salvaguardar e dar continuidade à autenticidade formal do património arquitectónico, a qual define um espaço, uma forma significativa, que se configura mediante a luz, a temporalidade, a gravidade, a temperatura, o significado e a atividade.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do Projecto UIDB/04026/2020.

Referências

- [1] Almeida, Carlos A. Ferreira de (1993). *Património – Riegl e hoje*. Revista da Faculdade de Letras, II série, vol. X, Porto, p. 408.
- [2] Choay, Françoise (1995). *Sept propositions sur le concept d’authenticité*, in: Knut Einar Larsen (ed.), *Nara conference on authenticity - Conférence de Nara sur l’authenticité, Japan 1994*, Proceedings, UNESCO World Heritage Centre/Agency for Cultural Affairs (Japan)/ICCROM/ICOMOS, Tapir Publishers, Trondheim, pp. 101-120.
- [3] Carta de Cracóvia (2000). *Conferência Internacional sobre Conservação. Princípios para a conservação e o restauro do património construído*. Anexo – Definições.
- [4] González Moreno-Navarro, Antoni (1999). *La restauración objetiva : método SCCM de restauración monumental*. 2 vol. Barcelona : Institut d’Edicions de la Diputació de Barcelona, p. 17.
- [5] Idem, 39.
- [6] Malheiro, Miguel (2011), *Construir uma igreja com as suas pedras*. Centro de Estudos do RoMânico e do Território, Lousada, pp. 41-53.
- [7] Ustárroz, Alberto (1997). *La Lécción de las Ruinas : Presencia del pensamiento grego y romano en la arquitectura*. Barcelona. Fundación Caja de Arquitectos (Col. Arquíthesis, núm. 1), p. 268.
- [8] Alberti, Leon Battista (1991). *De Re Aedificatória*. Ediciones Akal, Fuentes de Arte (prólogo de Javier Rivera, traducción, Javier Fresnillo Núñez), p. 62.

- [9] Idem, p. 85.
- [10] Ustárrroz, Alberto (1997). Op. Cit., p. 20.
- [11] González Moreno-Navarro, Antoni (1999). Op. Cit., p. 21.
- [12] Idem, p.22.
- [13] Malheiro, Miguel, (2011). Op. Cit..
- [14] Malheiro, Miguel (2008). *A intervenção arquitectónica na Torre de Vilar*. In Actas do I Encontro de Arqueologia das Terras de Sousa. Oppidum - Revista de Arqueologia, História e Património. Lousada: Câmara Municipal de Lousada. Número Especial, 2008, p. 287.
- [15] Carta de Cracóvia (2000). Op. Cit.. Anexo – Definições.
- [16] Sola-Morales, Ignasi (2004). *Imitación esencial. La arquitectura de José Ignacio Linazasoro*, in José Ignacio Linazasoro, *Evocando la Ruina. Sombras y texturas*. Centro Cultural em Lavapiés, Madrid, Madrid, A. G. Grupo, S. A., p. 10.
- [17] González Moreno-Navarro, Antoni (1999). Op. Cit., p. 22.

Villages and regeneration

Battaino Claudia - University of Trento - Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, Trento, Italy, claudia.battaino@unitn.it

Gatti Maria Paola - University of Trento - Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, Trento, Italy, mariapaola.gatti@unitn.it

Abstract: Italy is dotted with numerous villages characterised by different cultural and local identities. Villages and communities in inland areas are the most critical, due to marginalisation phenomena.

The particular situation brought about by the pandemic and the pursuit of better living conditions has brought villages back to the centre of debate as the basis for the country's sustainable development. The objective is not only to rethink the value of villages, with the aim of assigning them an important role in revitalisation of the territory, but at the same time to review the strategies and actions necessary to place them at the centre of new models of living and of utilising the historical built fabric, landscape and environment, in line with current demands and needs.

Starting from the cultural debate on the issue and the complex regulatory apparatus of regeneration programmes, the point of view identifies the need to implement a renewed planning process able to integrate traditional and innovative knowledge, a project based on a strategic document that looks to the future to fully discuss and decide which themes to invest in and which criticalities to resolve, in order to guarantee citizens and communities a better quality habitat and establish a priority grid for political, cultural and economic intervention.

Keywords: villages, regeneration, minor centres, environment, sustainability

1. Introduction

In common with Europe as a whole, Italy is dotted with a very great number of villages. Although with considerable tangible and intangible cultural values and characterised by authentic fragments of the past that throughout history have played a role in the economy of those places [1], they are becoming depopulated.

These villages are undergoing significant transformations and major upheavals. At high risk are the centres furthest from the metropolitan areas, those settlements whose economy [2] has failed to evolve according to the capitalist logic and which have been slowly but progressively abandoned over the last century [3].

The regions, infrastructure and buildings where maintenance is no longer carried out are at risk. Areas that have also become fragile due to natural events such as earthquakes, floods and avalanches.

Throughout Italy, there are many areas that, since the last decades of the 19th century, have undergone a continuous and inexorable process of marginalisation, characterised by a decline in population, sometimes below the critical threshold, a reduction in employment and agricultural land use, a dwindling local supply of public and private services and significant social costs for the entire nation, such as those resulting from hydro-geological instability and degradation of the cultural and landscape heritage [4].

The negative effects caused by the factors listed above became apparent over time and after an initial indifference, the realisation dawned that new regeneration strategies were needed. This regeneration initially involved specific sectors [5], but very soon became a generalised need, not least because sustainability in the economy, culture, landscape, spaces and buildings has become ever more firmly established in today's culture. This has led to definition of new strategies able to give new perspectives and new hope to such places, including those that have been abandoned.

Villages in marginalised conditions and still with a strong cultural and territorial identity need sustainable reactivation actions based on the objectives of protecting and valorising the built fabric and these must undoubtedly be preceded by economic reactivation policies and provision of the necessary infrastructure.

At this particular moment in time, the availability of increasingly high-performance digital infrastructure, the propensity of society to delocalise, the new-found awareness of the value and strength of collective action and the recovery of participation as a form of mature democracy could lead to definition of new implementation strategies. Moreover, the particular situation brought about by the pandemic has led to the rapid rediscovery of the greater sustainability and better liveability of minor centres. These characteristics could revitalise small settlements located in “inland areas” [6], marginal with respect to urban centres in economically stronger areas.

2. Villages as heritage

In recent years, research has been carried out with the aim of valorising the capital represented by villages [7], in order to assign them an important role in revitalisation of the territory and at the same time place them at the centre of new models of living and utilising the historical built fabric, landscape and environment, in line with current demands and needs.

In the context of social dynamics, in the short and medium term, marginalised minor centres could represent the future of “healthy” and human-scale living, as well as places for alternative and innovative work, in a strategy of resettlement and the repositioning of man's presence on the territory. This will also make it possible to avoid land consumption by slowing down building expansion and favouring reuse.

It is therefore desirable that the conditions be created to stimulate this process of territorial rebalancing and that the opportunities be made clear. Once minimum safety levels have been ensured, the performance of the housing must be improved, services and infrastructure created, good digital connections guaranteed, cultural and environmental resources valorised and businesses incentivised.

The European “smart village” concept is particularly relevant, as the transition from the “village” model to the “smart village” model coincides with implementation of the aforementioned process, with the effects of repopulating currently marginalised areas, generating virtuous business processes, creating jobs and more generally ensuring sustainable and balanced development.

The “smart village” model as formulated by the European Union [8] must, however, be calibrated to the particular realities of the places, according to the specific regional conditions that distinguish their urban, social, economic and cultural characteristics. It is therefore necessary to study the local peculiarities, particularly significant in Italy, a highly heterogeneous country in terms of geological conformation and cultural stratification.

There are therefore a number of reasons why the European “smart village” model must be implemented. First and foremost, the “fragilities” must be analysed, together with the actions needed to mitigate them in order to ensure sufficient levels of security, work and services.

The albeit diverse weaknesses of minor centres are, in fact, well known: geographical isolation, lack of job opportunities, lack of services and infrastructure and poor accessibility, but also the presence of natural hazards, in many cases leading to abandonment by the resident population and widespread degradation, with significant repercussions on the natural environment and/or built fabric and consequent loss of a great heritage in terms of material culture, identity, typicality and traditions.

In recent years, funding for the regeneration of abandoned areas has also been considered, with the hypothetical use of EU funds such as the European Regional Development Fund (ERDF), European Social Fund (ESF), European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD), European Maritime and Fisheries Fund (EMFF) and many others [9], able to promote and implement land protection, valorise the natural and cultural resources and sustainable tourism, agri-food systems and local development, energy saving and local renewable energy chains, know-how and craft industries.

It is equally clear that regeneration of marginal places can only be achieved if the essential health, education and mobility services are brought in line with current standards.

The extensive regeneration process must necessarily involve the widest possible participation: local, provincial, regional and central authorities and administrations and, of course, citizens.

In recent months, a new opportunity is emerging with the Italian National Recovery and Resilience Plan measure “Protection and enhancement of architecture and the rural landscape” which could provide considerable support for the regeneration of abandoned and fragile territories.

3. Cultural debate

The regeneration of marginalised areas and abandoned villages has become a central theme in recent years. Although funding has been made available, little has actually been done, not least due to resumption of the lengthy debate [10] which should lead to an understanding of which landscape values should be preserved and strengthened, and thus the values of the aggregation.

Today we are still engaged in the search for a definition of “minor centre”, indispensable to understand whether an “old centre” is also a “historic centre”.

The imperfect convergence between the two definitions has, in fact, led to various propositions and in Italy these have produced regulatory and operational indications that are not always congruent and which have in many ways resulted in the differences between natural and built environments being ignored.

Even though they have drawn on the articulated and complex regulatory apparatus established to favour the conservation and valorisation of both groups of buildings and individual buildings, many of the regeneration projects risk favouring *gentrification* phenomena, as for example occurred in Santo Stefano di Sessanio (L’Aquila) [11], or Colletta di Castel Bianco (Savona), standardising the practices defined for historic centres [12].

According to the specific conservation and valorisation approaches adopted, the projects proposed for abandoned minor centres have largely been aimed at solving sectoral problems: economic, urban planning, social and architectural.

To date the issue of regeneration remains unresolved, to the extent that the economic resources (grants, funding, subsidies, etc.) made available for the regeneration of abandoned areas may even be wasted.

In the Italian context, certain cultural attitudes that fail to systematically and comprehensively address the issue of regenerating minor centres continue to emerge. Restoration of the territory requires transformation strategies able to balance the requirements for protection and valorisation. The rampant and abrupt transformation of landscapes calls for projects focused on an integrated approach leading to strategic planning to preserve the landscape and built fabric while innovating not just the landscape, but also the economy.

The first obvious inconsistency in dealing with regeneration is revealed by the ever-different meanings attributed to the term “minor centre”. There is, of course, universal agreement over the word “centre”, which derives from the Greek *kentron* and indicates the midpoint of something, the core, the innermost part of a place. But it is precisely the adjective “minor” that creates the greatest ambiguity.

Some associate it with the adjective minor, comparative of *parvus*, in other words “small”, so this meaning considers size. Others interpret the adjective in the sense of “minor value” and thus possibly not worthy of consideration. In this case, the concept of minor centre is set against that of urban centre and ends up designating a built space with few buildings and an elementary structure, where the geographical conditions define the location of the structures. According to this view, the minor centre is understood as part of a “network” that in turn gravitates around an urban centre which acts as the economic, social and cultural hub of the region.

The definition of minor centre can therefore be reached through qualitative characteristics (where the term “minor” can refer to economic, socio-cultural and functional areas), or quantitative, with reference to precise dimensional characteristics. The latter, the choice in cases of practical application and more immediately interpretable, poses a problem in choosing the numerical threshold, which may be extremely variable. A minor centre is always linked to the geography of the place and is thus the outcome of the culture of that place, a culture that establishes physical and economic forms.

The volume *I centri storici aspetti giuridici* [13] states that it is extremely complex “...to identify and compose ...unitary conceptual categories ...into which to place the various types of urban aggregations of ancient construction and/or their internal elements, of which our country presents a particularly rich phenomenology ...”.

As a result of the complexity of the phenomena, the particular built characteristics of the areas have never been fully considered. The debate has very often been centred around the historic centre, considering it in two contexts – that of the global management of particular zones and that of the cultural heritage. This creates a contrast, as these are probably two different ways of approaching the issue, complementary rather than contrasting.

The minor centre incorporates both these aspects, considering on one hand, the scale of the layout and thus the built aggregation, and on the other, the scale of individual buildings. Compared to the historic centre, it is less articulated, with a proto-urban layout [14], and thus with simplified rules and principles referable to fewer parameters.

The minor centre is both an old centre and a historic centre, since the rudimentary structure of the minor centre reveals the “evolution of the place”, as a synthesis between natural parameters such as the morphology-orography of the terrain and cultural parameters, simplified by self-construction [15]. The minor centre is also a historic centre, in that it also has modern parts, in many cases formed by applying the *genius loci* [16, 17].

In some areas, minor centres may, in fact, be minimal settlements sometimes consisting of buildings owned by a single family. Precisely because of the modest number of buildings, the minor centre possesses a rudimentary layout characterised by significant relationships between private and public spaces. This results in a complex articulation of the frontages defined by the built area with respect to the rural areas and streets and the systems defined may present solutions of great architectural quality.

In the quest to arrive at the most correct and shared understanding of the minor centre, below is a summary of a number of definitions by eminent scholars who have studied the subject from different perspectives.

For Mancini and Mariani [18], the minor centre is not “*the historicised part of the town*”, but the “*urban core*”, namely “*the organism as a whole*”, and reference must be made solely to the quantitative parameter, represented for example by the number of inhabitants or surface area covered. Minor centres can be identified in relation to their demographic size, but also on the basis of qualitative coordinates, especially of an economic and political nature, linked to the presence of basic functions in a district-type perspective, considering the term “minor” not only an attribute of dimension, but also of “role” with respect to a domain going beyond the economic, functional and socio-cultural spheres.

D’Agostino [19] does not make an aesthetic judgement on the “minor historic centre”, but rather considers it in relation to the sum of functions and territorial relations that have had, or have, a hierarchy of complexity ranging from that of large centralised settlements with an urban function, to that of small hamlets or nuclei with elementary agricultural-residential type functions, but equally important for that history of material civilisation that considers each element of reality in relation to the historical context in which it was born.

Di Stefano [20] applies the definition of “*small urbanised centre*” to all nuclei with a few thousand inhabitants that, although not of great administrative and economic importance, are to be considered “for their cultural interest”.

For Rocchi [21], a “*small settlement*” is an aggregation of up to a few thousand inhabitants, often in mainly rural or mountainous areas with increasing depopulation.

Another interesting disquisition on the term “minor centre” comes from the relative urban planning and regulatory framework. This discipline has also attributed different meanings to the minor centre.

For Samonà, the minor centre is “... *a rural settlement in a region in relation to the characteristics and economic developments in the various zones and that requires valorisation and conservation interventions to avoid depopulation of the area ...*” [22].

Other researchers have defined a minor centre as “... *a historical settlement existing as a support to traditional functions and ways of life, as fundamental elements in the cultural and economic heritage of primary importance to the community...*” [23, 24].

The numerous definitions have resulted in different and sometimes contradictory interventions and in many cases it has even proved difficult to apply the urban planning instruments drawn up for the area.



Figure 1. Cengio – Altissimo (Vicenza): an abandoned village (Table elaborated by T. Dalla Chiusa for the plan “Rigenerazione tra conservazione e adattamento della contrada Cengio (Altissimo)”).

4. Regulatory provisions and implementation tools

During the last hundred years, protection of the landscape and minor and marginal centres has also been included in urban planning regulations and thus planning instruments.

Urban planning regulations have progressively become concerned with the landscape and its settlements, through provisions drafted on a national scale (Law no. 1150 of 17 August 1942 “Urban Planning Law”), then regional, provincial and finally municipal scale.

It should be noted that initially the provisions were to a large extent focused on territorial aspects, without going so far as to consider the value of the landscape and buildings with respect to economic, cultural, historical and other parameters.

Convergence of landscape and urban planning issues with those of minor centre regeneration was achieved slowly, with reference to historical-architectural protection. The convergence is evident from the annex to the Prime Ministerial Decree of 12-12-2005 [25] in which the territory is interpreted in its entirety, recovering its historical sense, in pursuit of the landscape dimension to be protected, from natural to anthropic aspects. The annex to the Prime Ministerial Decree specifies the need to draft a “design manual” for the landscape, to define relationships of form, colour and materials; systems of types and historical landscape

patterns, street grids, building orientations and recurring elements to be re-proposed to guarantee the “congruity” of the proposed operations.

By providing adequate economic support measures, the 2017 provision (Law no. 158 of 6 October 2017) sought to promote the protection, valorisation and regeneration of minor centres. The law, in fact, gave municipalities (with a resident population of less than 5,000 inhabitants) the opportunity to access grants to be employed to rehabilitate infrastructure, buildings and the local area.

In many other Italian regions and provinces over the past 50 years, various regulations have also been drafted and passed with the aim of redeveloping marginal areas [26 – 27].



Figure 2. Canale (Trento), from abandoned village to tourist village (Maria Paola Gatti).

An analysis of the aforementioned provisions shows that to achieve the valorisation and regeneration of an area requires the acquisition of interdisciplinary knowledge of

homogeneous portions of the areas, going beyond the current municipal entity to instead consider those parts with climatic, geological, economic and cultural characteristics in common. The aim is to be able to act in a more territorial, “network” and community context [28], obviously with greater economic and social prospects that interact to continuously generate transformations in the landscape, its meanings, the values attributed to it and that it represents and the relationships between the constituent subjects and elements.

5. The need for multiscale multi-disciplinary far-sighted regeneration interventions

Based on the various definitions of a minor centre, a range of regenerative actions with multiple declinations has been proposed and applied in a variety of ways according to the purposes identified, such as tourism-property, production, socio-cultural recovery etc..

The ambiguous meaning of the term “*minor centre*” has generated diverse operational guidelines. Looking at the concrete results to date, it is clear that a broader definition including landscape, cultural, economic, social, architectural and other values could lead to development of global regeneration actions which would also make better use of the numerous contributions periodically made available to the community.

The fact that the issue of marginal inland areas and fragile abandoned aggregations has for a long time been forgotten is particularly serious for Italian politics.

Fortunately, the theme of rethinking the margin in positive terms has been taken up in recent years by scholars, technicians, administrators and politicians as a decisive ground for meeting the challenges of the coming decades.

De Rossi in the volume *Riabitare l'Italia. Le aree interne tra abbandoni e riconquiste* [29] reconceptualises the complex issues associated with the role of minor centres and marginal areas in the development of Italy, in search of intervention strategies to counter the abandonment and depopulation of inland areas in favour of a radical shift in the balance between strong and weak areas of the country. Among the possible project themes, the study indicates the need for “...a great activity of rethinking, reactivation and reconversion, made up of extensive reutilisations and new punctiform operations, not requiring major interventions, but a great ability to think in systemic terms”.

Partly as a result of the events of recent years, society is increasingly demanding the regeneration of forgotten areas and it seems there is finally a hope that this will be implemented, as during the 1960s and 1970s in the case of major Italian cities. The future of minor centres requires rethinking urban planning strategies, which must necessarily make reference to the full concept of sustainability.

Clementi sketches an interesting vision of minor centres as “an interconnected set of local microcosms with global reach, with a variable scale of aggregations giving rise to a multiplicity of development clusters, consistent with the identities sedimented in the past, but open to the potential of the network economy and society.” [30].

The agricultural, artisanal and tourism economy, sociology, politics, physical and telematic infrastructure, landscape and architectural sustainability are just a few of the various sectors of society that are taking an interest in these themes, each according to their particular competencies, for the protection and valorisation of these areas.

6. Conclusions: marginality and planning

The methodology for regenerating abandoned, marginal inland landscapes should be multi-criteria based and the levels of compatibility and resilience performance analysis, necessarily considered as cultural values, should be adopted in successive steps.

Going back to Samonà's substantive considerations on the subject of historic centres and bearing the definition of minor centres in mind, it is therefore necessary “... *to look at what is essentially artificial and urban and what is to be established in relation to a natural nature and an agricultural nature worked by man ... this means initiating in-depth studies starting from a new concept of reuse.... To achieve this great task requires looking at the city in its entirety... the city as a whole is based on urban solidarity and does not accept abstract or mechanical partitions...*” [31].

The articulated and reasoned cultural debate on the issue and the equally complex regulatory apparatus for implementation of regeneration programmes brings us back to the elaboration of a strategic document that looks to the future to fully discuss and decide which issues to invest in and which criticalities to resolve in order to guarantee citizens and communities a better quality habitat and establish a priority grid for political, cultural and economic intervention.

There is a need for regional regeneration strategies that involve architecture and urban and public works planning in relation to socio-economic and cultural policies, verifying development and transformation opportunities against the reality of municipal budgets, public (regional and national) investment possibilities and activation of public-private and private financing.

We need projects based on concrete and multidisciplinary knowledge of the territories and thus capable of activating sustainable actions and projects in a rapid and certain time-frame, becoming genuine political acts of dialogue and strategy, capable of systematising guidelines, projects and actions.

Regenerating marginal places means restoring a sense of overall sustainability in order to activate processes to reduce land consumption, reuse the stock of private buildings (a small part of which is also public), valorise it, upgrade it in terms of energy and make it safe; reusing and valorising the network of public spaces, introducing innovative uses and assisting sustainable mobility processes; restoring a new quality to naturalised places and giving the landscape a role that is also economic.

Only through the development of projects based on marginalised existing realities can we achieve an improved habitat in terms of health, safety and quality.

Everything must start from knowledge of the marginal places, a comprehensive and complex knowledge, based on expert methodologies and know-how.

Knowledge and analysis are essential to understand where it is a priority to intervene to avoid degeneration phenomena, to valorise and reuse the existing and to promote virtuous processes able to improve the urban economy.

Such knowledge includes a blueprint for change.

The project involving abandoned marginal areas, like all projects, must be public and collaborative, verifiable and verified economically, environmentally and socially and integrated, in order to generate both long-term planning outcomes (through urban plans and programmes) and short-term, temporary or permanent actions to initiate useful and conscious transformations.

The project must be capable of exploring and soliciting public and private sources of funding and must therefore be continuously modifiable and updated to meet the needs of a community that has changed its way of life.

Acknowledgements

The current paper has been developed in the research activities of FAMA - Fragilità dell'Ambiente Montano e Alpino - University of Trento.

References

- [1] F. Toppetti (Eds) (2011), *Paesaggi e città storica. Teorie e politiche del progetto*, Firenze: Alinea, ISBN: 9788860556035
- [2] A. Nesticò, M. Macchiaroli, G. Maselli (2020), An innovative risk assessment approach in projects for the enhancement of small towns, in *Valori e Valutazioni. Teorie ed esperienze*, Special Number nr. 25, pp. 91-98
- [3] W. Laimgruber (2004), *Between Global and Local: Marginality and Marginal Regions in the Context of Globalization and Deregulation*, Ashgate: Aldershot, ISBN 9781138618930
- [4] P.F. Fiore, E. D'Andria Eds (2019), *Small towns... from problem to resource. Sustainable strategies for the valorization of building, landscape and cultural heritage in inland areas*, Milano: Franco Angeli, ISBN: 9788891798428
- [5] F. Andreassi (2016), *Urbanistica e decrescita. Tra restringimenti, abbandoni e ricostruzione. Il ruolo dei centri storici minori*, Roma: Aracne, ISBN: 9788854892163
- [6] L. Di Figlia (2012), Per un censimento italiano dei paesi abbandonati tra valore identitario e possibili scenari di rivitalizzazione, in *Atti della XV Conferenza Nazionale Società Italiana degli Urbanisti SIU, Urbanistica per una diversa crescita*, Pescara 10-11 maggio 2012, Planum, *The journal of Urbanism*, n. 25, vol. 2 pp. 1-7.
- [7] Associazione Borghi Autentici d'Italia (2015), *Manifesto dei borghi autentici. Territori e comunità che ce la vogliono fare*, <https://www.borghiautenticiditalia.it/sites/default/files/Manifesto%20BAI-versione%20integrale.pdf>.
- [8] A. Chockalingan, V. Kumar Murty, S. Kalyanasundaram, V. I. Lakshmanan (2022), *Smart Villages. Bridging the Global Urban-Rural Divide*, Berlin: Springer, ISBN: 978-3-030-68458-7.
- [9] *Accordo di Partenariato 2014-2020 (2013), Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance.*
- [10] Legge 6 ottobre 2017, n. 158 (c.d. Legge Piccoli comuni o Salva borghi) recante “Misure per il sostegno e la valorizzazione dei piccoli comuni, nonché disposizioni per la riqualificazione e il recupero dei centri storici dei medesimi comuni” (*Gazzetta Ufficiale* n. 256 del 02/11/2017). PNRR linea a (2022), *Progetti pilota per la rigenerazione culturale, sociale ed economica dei Borghi a rischio abbandono e abbandonati*. PNRR linea b (2022), *Progetti locali per la rigenerazione culturale e sociale dei borghi*, <https://cultura.gov.it/pnrr-borghi>.
- [11] S. Briatore (2011), *Valorizzazione dei centri storici minori. Strategie di intervento*, Reggio Emilia: Diabasis, pp. 40-41.

- [12] O. Papaluca, M. Tani (2016), Ricostruire le risorse locali per competere nel turismo. Alcune evidenze dal caso di Sextantio Hotel”, *Il Capitale Culturale. Studies on the Value of Cultural Heritage*, Macerata: EUM Edizioni Università di Macerata, vol.13, pp. 467-495, ISSN 2039-2362 (online) DOI: <http://dx.doi.org/10.13138/2039-2362/1362>.
- [13] G. D’Alessio (1983), *I centri storici. Aspetti giuridici*, Milano: Giuffrè, p. 6.
- [14] F. Quondam (2022), *L’Italia dei centri proto-urbani: percorsi regionali a confronto*, UGA Éditions/Université Grenoble Alpes, URL: <http://journals.openedition.org/gaia/1022> ISSN: 2275-4776.
- [15] G. Caniggia, G.L. Maffei (1995), *Lettura dell’edilizia di base*, Venezia: Marsilio.
- [16] C. Norberg Schulz, *Genius loci (1979). Paesaggio ambiente architettura*, Milano: Electa, ISBN: 9788843542635.
- [17] C. Norberg Schulz (1982), *Esistenza spazio e architettura*, Roma: Officina.
- [18] M. P. Mancini, L. Mariani (1981), *Centri storici minori: indagine metodologica*, Roma: Bulzoni.
- [19] R. D’Agostino, A. Loss, M. Valentino (1983), *Mazzin di Fassa: analisi e proposte per il recupero di un centro storico minore del Trentino*, Trento: Manfrini.
- [20] R. Di Stefano (1979), *Il recupero dei valori. Centri storici e monumenti. Limiti della conservazione e del restauro*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
- [21] G. Rocchi (1985), *Istituzioni di restauro dei beni architettonici e ambientali*, Hoepli, ISBN: 978- 8820314637.
- [22] Samonà G. (1968), *Piano urbanistico del Trentino, Provincia autonoma di Trento*, Padova: Marsilio.
- [23] E. Vassallo (1975), *Centri antichi 1861-1974, note sull’evoluzione del dibattito*, in *Restauro* nr. 19.
- [24] Di Stefano R. (1979) *Il recupero dei valori. Centri storici e monumenti. Limite della conservazione e del restauro*, Napoli: Esi.
- [25] Decreto del presidente del Consiglio dei ministri 12 dicembre 2005 Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell’articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2006)
- [26] Aa Vv. (1980), *I centri storici del Trentino una proposta di lettura degli antichi*, Temi: Trento.
- [27] Legge Provincia Autonoma di Trento 6 novembre 1978, n. 44. Norme per la tutela ed il recupero degli insediamenti storici.
- [28] Rete di Giovani Ricercatori per le Aree Interne (a cura) (2022), *Le aree interne italiane. Un banco di prova per interpretare e progettare i territori marginali*, Rovereto (Trento): List, ISBN: 9788832080681
- [29] A. De Rossi (2018), *Riabitare l’Italia. Le aree interne tra abbandoni e riconquiste*, Roma: Donzelli, ISBN: 9788868438494
- [30] A. Clementi (2016), *Forme imminenti. Città e innovazione urbana*, Rovereto (Trento): List, ISSN 1825- 8689, ISSNe 2239-6330
- [31] G. Samonà, (1984), *Considerazioni di metodo*, pp. 13-19, a cura Siola U., *Architettura del presente e città del passato*, Brescia: Shakespeare and Company, and Company.

Riuso della Chiesa di San Domenico: approccio e strategie adattive per il progetto di un nuovo centro congressuale

Reuse of the Church of San Domenico: approach and adaptive strategies for the design of a new congress center

Bellicoso Alessandra - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: alessandra.bellicoso@univaq.it

De Berardinis Pierluigi - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: pierluigi.deberardinis@univaq.it

De Vita Mariangela - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: mariangela.devita@guest.univaq.it

Di Donato Danilo - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: daniilo.didonato@univaq.it

Di Giovanni Gianni - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: gianni.digiovanni@univaq.it

de Rubeis Tullio - Department of Industrial and Information Engineering and Economics, University of L'Aquila, Italy, e-mail: tullio.derubeis@univaq.it

Rotilio Marianna* - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: marianna.rotilio@univaq.it (corresponding)

Tosone Alessandra - Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of L'Aquila, Italy, e-mail: alessandra.tosone@univaq.it

Abstract: The contribution aims to show strategies and methods that represent the basis of a design experimentation aimed at the reuse of the Church of San Domenico, L'Aquila, in a conference hall. The ancient building, which has great potential in terms of attractiveness for the city thanks to the spiritual specificities that characterize the religious complex as a whole, is the subject of a proposal for functional redevelopment that must take place through reversible interventions, addressed to its conservation and enhancement. The need of defining new models of use for its spaces has involved the draft of several flexible design layouts, in order to adapt this architecture to several unpredictable future functions. Therefore, the criteria of adaptive reuse are particularly consistent with the suggested design experimentation in terms of spatial flexibility and low impact on this particular case study.

Keywords: San Domenico Church, Compatibility, Flexibility, Conservation, Adaptive Reuse

1. Introduzione

Negli ultimi anni il riuso adattivo dei manufatti storici è stato legittimato come strumento di valorizzazione del patrimonio culturale all'interno di dichiarazioni internazionali, normative e buone pratiche progettuali [1-5]. Il successo della disciplina, sia nella letteratura scientifica che negli esiti progettuali, è strettamente legato alla ammissibilità degli interventi in funzione della compatibilità e della tutela dei caratteri di pregio garantita in base ai criteri di minima invasività e reversibilità delle soluzioni tecnologiche da applicare [6,7]. In particolare, un focus interessante sul comfort ambientale e l'efficienza

energetica del patrimonio architettonico riguarda gli edifici liturgici, che per le loro specificità spaziali (imporanti volumi contenuti in involucri massivi di ampio spessore) e funzionali (fruizione discontinua per numero di presenze e attività), negli ultimi anni sono stati oggetto di numerosi studi e analisi finalizzate all'ottimizzazione prestazionale delle performance ambientali [8-12]. In questa ottica si colloca il caso di studio per il riuso compatibile del complesso ecclesiastico della Chiesa di San Domenico a L'Aquila di cui l'Università degli Studi dell'Aquila si fa promotore.

L'Ateneo ha dichiarato la volontà di “adottare” il manufatto al fine di insediarvi la sala di rappresentanza istituzionale. Il lavoro preliminare sul progetto di adeguamento funzionale ha riguardato l'individuazione degli interventi idonei a garantire simultaneamente la conservazione e la fruizione rispettosa del luogo prevedendo, inoltre, che il riuso includa la possibilità di utilizzo della chiesa per interessi collettivi, restituendo al sito di intervento l'originaria vocazione di architettura largamente partecipata da parte della comunità aquilana. Pertanto, l'analisi riportata in questo contributo è finalizzata a definire i limiti dell'intervento di rifunzionalizzazione, con l'obiettivo di attrarre attività culturali che oltre a soddisfare le esigenze accademiche consentano di riattivare un sistema di relazioni con il territorio. In queste, infatti, è stato riconosciuto un valore multiscalare da tutelare, dalle necessità di una protezione materica del manufatto al significato che l'intero complesso architettonico – costituito dalla chiesa e dall'adiacente Convento, attuale sede della Corte dei Conti abruzzese – rappresenta tutt'oggi per la città di L'Aquila [13].

2. Obiettivi di un riuso tra compatibilità architettonica e flessibilità funzionale

Nella elaborazione di una metodologia di intervento coerente e rispettosa del contesto di pregio rappresentato dalla chiesa di S. Domenico, il primo passo è stato la definizione degli obiettivi di progetto. Individuare i targets ha consentito quindi di finalizzare l'approccio metodologico, *ab origine*, verso l'individuazione dei vincoli e dei requisiti specifici per il nuovo adeguamento funzionale. La fruizione del manufatto da parte dell'Università viene ad essere circoscritta in un arco temporale limitato a quindici anni: questa condizione è stata assunta come prioritaria nelle valutazioni preliminari, in quanto implica la necessità di associare all'intervento i requisiti di adattività e temporaneità per poter consentire agevolmente, in un futuro prossimo, ulteriori cambiamenti nella destinazione d'uso da parte della proprietà, ovvero l'Arcidiocesi di L'Aquila. Quanto detto consente di inquadrare la metodologia progettuale nell'approccio operativo del riuso adattivo [2-5], che se pure generalmente rivolto ad una scala temporale più ampia, vede il presente studio inserito all'interno di un protocollo validato.

Sulla base di queste premesse sono stati individuati i seguenti obiettivi: i) reversibilità dell'intervento; ii) rifunzionalizzazione per il cambio di destinazione d'uso; iii) miglioramento e adeguamento impiantistico; iv) flessibilità di utilizzo della sala.

Il conseguimento di tali obiettivi richiederà, nell'ottica della tutela architettonica del manufatto, il soddisfacimento di specifici requisiti che possono essere considerati come ulteriori targets del progetto di rifunzionalizzazione, ovvero: a) compatibilità architettonica; b) intervento a basso impatto materiale; c) valorizzazione della fruizione attraverso la messa a sistema di un modello d'uso adattivo e flessibile. Questi targets afferiscono all'ambito della protezione dei valori culturali, estetici e formali che il monumento possiede e, in questo senso, sottendono la scelta delle soluzioni tecnologiche.

Il primo requisito si esprime nelle scelte più propriamente formali, nella ricerca di un dialogo costruttivo tra nuovo ed esistente attraverso un'integrazione sapiente, equilibrata e

armoniosa di volumi, superfici e materiali. Il secondo requisito afferisce all'impatto potenzialmente dannoso che i nuovi interventi potrebbero causare sulla conservazione autentica dei materiali originari, prestando una particolare attenzione all'impatto sull'alterazione del microclima interno a causa di una differente gestione termoigrometrica indoor [9]. Infine, il nuovo modello di fruizione sarà un elemento fondamentale della valorizzazione (economica e culturale) della chiesa di S. Domenico, a condizione che questa possa prevedere una gestione controllata (nei flussi in entrata e uscita, nell'affollamento massimo, nell'occupazione progressiva e rispettosa degli spazi).

Stabiliti i requisiti specifici, è stato possibile individuare l'approccio metodologico per la definizione di interventi coerenti e rispettosi dei vincoli stabiliti. Il metodo elaborato si sviluppa a partire da una prima fase conoscitiva e di analisi, illustrato nella sezione 3, procede con una lettura critica dei dati acquisiti, sezione 4, e si sviluppa nell'individuazione di strategie di intervento che operino sulla base dei criteri fissati negli step preliminari, sezione 5.

3. Analisi

La fase di analisi è stata declinata in tre tematiche principali: valutazioni storico-critiche (sezione 3.1.), valutazioni spaziali e funzionali (sezione 3.2.), valutazioni delle condizioni ambientali allo stato di fatto (sezione 3.3.).

3.1. La chiesa della Maddalena, oggi S. Domenico

Il manufatto nacque nel 1309 come Santa Maria Maddalena e solo successivamente venne dedicato a San Domenico – l'ordine dei domenicani ha preso in custodia le chiese edificate in voto alla Santa su tutto il territorio nazionale, determinandone una nuova denominazione [13]. San Domenico in seguito al terremoto del 1703 – evento traumatico per tutta la comunità aquilana, in occasione del quale nell'aula della chiesa morirono centinaia di persone – subì un rifacimento in Barocco [13].

Attualmente l'impianto si presenta con la croce latina originaria, su cui insistono tre accessi: quello principale, con grande portale romanico (figura 1), e i secondari posti alle due estremità del transetto, caratterizzati dalla presenza di portali ogivali identici e di grande valore artistico e rappresentativo. Gli elementi di pregio interni, scultorei e pittorici, risultano fortemente compromessi dai numerosi rimaneggiamenti a seguito dei diversi eventi calamitosi succedutesi nel tempo, ultimo dei quali è il terremoto del 6 aprile 2009. Inoltre, molte delle opere pittoriche originarie sono andate perdute o sono state trasferite; sono invece ancora intatte le absidi trecentesche e le superfici totalmente affrescate della cappella absidale sinistra.

Il manufatto ha rivestito grande importanza spirituale e culturale per la città di L'Aquila, ponendosi come riferimento principale e meta di pellegrinaggi e per aver ospitato importanti eventi musicali, quali concerti d'organo e sinfonici, ampiamente partecipati dalla collettività.



Figure 1. Vista della facciata della Chiesa di S. Domenico, L'Aquila, da Via Carceri.

3.2. Considerazioni spaziali e funzionali

Per comprendere le possibilità di un cambio di destinazione d'uso della Chiesa, peraltro non più utilizzata per riti religiosi già da molti anni prima del terremoto, è stato fondamentale procedere attraverso alcune considerazioni sulla spazialità, sintetizzate nei seguenti punti: possibilità di fruire di più accessi indipendenti; deambulazione nell'aula senza soluzioni di continuità a meno della zona absidale; sopraelevazione dell'abside di circa 30 cm rispetto al piano di calpestio dell'aula; leggera pendenza del piano di calpestio a favore dell'accesso principale (0,48%); presenza di barriere architettoniche in ciascun accesso; superficie calpestabile di circa 1800 mq.

In prima istanza si evince come l'accessibilità al luogo e le caratteristiche morfologiche del piano di calpestio rappresentino i dati principali con cui misurarsi nella conversione dell'aula in sala congressuale (figura 2). Ulteriori approfondimenti hanno consentito di verificare la rispondenza dell'impianto attuale con quello originario, mentre per quanto riguarda l'altezza dell'aula si riscontra una sopraelevazione delle capriate lignee, probabilmente risalente all'adeguamento strutturale del 1700 [13].



Figura 2. Vista della scalinata posteriore di accesso al transetto.

3.3. Valutazione tecnico ambientale

L'analisi tecnico-ambientale, in questa fase di sviluppo dello studio di fattibilità, ha riguardato principalmente considerazioni di tipo qualitativo sulle performance del manufatto. Tuttavia la geometria dell'impianto, il volume importante, la valutazione delle proprietà termiche dell'involucro e la carenza/assenza di impianti tecnologici costituiscono elementi sufficienti per rilevare alcune peculiarità della struttura: a) presenza di una focalizzazione acustica in corrispondenza della cupola; b) tempo di riverberazione elevato, dovuto alle dimensioni dell'aula e alla conformazione geometrica della stessa in pianta e in alzato; c) presenza di una stratificazione verticale della temperatura a causa dell'altezza della sala; d) totale mancanza di sistemi di climatizzazione e ventilazione; e) curva di visibilità dell'aula verso la zona absidale minima; f) assenza di servizi igienici, necessari ad una futura conversione di destinazione d'uso del manufatto; g) assenza dell'impianto elettrico distribuito all'interno del manufatto; h) carenza nell'impianto illuminotecnico e assenza di impianti speciali (quale ad esempio l'impianto audio-visivo).

4. Criticità, potenzialità e requisiti di progetto

Le criticità evidenziate sono state correlate agli obiettivi della rifunionalizzazione: esse sono specifiche per ogni categoria di intervento e in sede di progetto esecutivo ne andrà dettagliata la risoluzione attraverso altrettanto specifiche soluzioni tecnologiche. Tali criticità potranno essere implementate in corso d'opera in relazione all'acquisizione di ulteriori informazioni. Allo stesso tempo sono state individuate le potenzialità/peculiarità che devono essere oggetto di attenzione ai fini conservativi. Infine, sono stati evidenziati i requisiti specifici che il progetto dovrà rispettare in relazione ai riferimenti legislativi (superamento barriere architettoniche, comfort termico, luminoso, acustico, ...).

I principali elementi da tenere in considerazione in relazione al rapporto con la preesistenza possono essere sintetizzati nei seguenti punti: presenza di un elevato valore spaziale da tutelare; necessità di tutela dei beni storico artistici presenti; presenza di elementi incongrui (ad esempio l'attuale pavimentazione); superamento di barriere architettoniche tutelando il rapporto originario tra l'esterno e l'interno declinato con scalinate storiche; immissione di energia termica funzionale al soddisfacimento delle condizioni di comfort minimizzando l'alterazione del microclima interno originario; necessità di un impianto illuminotecnico funzionale a garantire livelli accettabili di comfort visivo e sicurezza (illuminazione funzionale) nella tutela e valorizzazione del manufatto (illuminazione estetica); necessità di inserimento di un impianto di diffusione sonora per garantire comfort acustico agli utenti senza disturbare la godibilità estetica degli interni originari, bensì valorizzandoli; necessità di individuare ambienti idonei ad ospitare servizi igienici.

Al contempo, le problematiche relative al cambio di destinazione d'uso hanno una stretta relazione con il comfort ambientale da garantire agli utenti della struttura in relazione alla diversa fruizione futura. In questo senso le relative criticità sono state identificate per poter successivamente sviluppare strategie che siano univoche e unitarie per ogni punto di sotto evidenziato:

- la cupola determina una focalizzazione acustica che concentra l'energia sonora prodotta nella zona absidale a livello del transetto, ostacolando un'efficace riverberazione nell'aula;

- l'elevato tempo di riverberazione, tipico delle chiese trecentesche, non è idoneo all'intellegibilità del parlato, necessaria per un uso conferenza dell'aula;
- il microclima interno è inadeguato a garantire la fruizione della sala in condizioni di comfort termo-igrometrico per gli utenti in relazione al nuovo uso, ai tempi e alle modalità di permanenza nel luogo;
- la visibilità della zona absidale dall'aula è inadeguata al nuovo uso a causa della curva di visibilità con minima pendenza;
- l'assenza di servizi igienici e accessori (foyer, guardaroba, biglietteria, ecc.) non è idonea al nuovo utilizzo;
- l'assenza di un impianto elettrico distribuito all'interno del manufatto non è idonea al nuovo utilizzo;
- l'impianto illuminotecnico è inadeguato al nuovo uso così come risultano assenti anche gli impianti speciali.

5. Strategie progettuali

Le strategie progettuali sono stilate in risposta ai punti evidenziati nel precedente paragrafo 4. e sono state ipotizzate sulla base dei requisiti e degli obiettivi di rifunzionalizzazione prefissati. Dal punto di vista della compatibilità architettonica mirano principalmente al mantenimento della spazialità originaria, ad un'alterazione minima del microclima originario nell'aula (alterazione localizzata e confinata alle aree di maggiore fruizione corrispondenti alle sedute) al fine tutelare la conservazione materiale dell'involucro, ad un controllo costante delle condizioni termoigrometriche della cappella absidale affrescata per una conservazione del pregio in condizioni ottimali, ad una fruizione coerente con la nuova destinazione d'uso nel soddisfacimento dell'attuale quadro normativo.

Le strategie progettuali possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

- conservare e proteggere gli elementi di pregio;
- garantire il mantenimento di una deambulazione continua per l'aula, in continuità con i percorsi originari all'interno dello spazio architettonico e con le attività che in esso si svolgeranno in futuro;
- valorizzare i numerosi accessi monumentali attraverso l'opportuna regolazione e direzione dei flussi in entrata e uscita;
- inserire allestimenti e servizi reversibili, comunque necessari per l'adeguamento alle norme attuali e al nuovo uso;
- correzione acustica attraverso l'introduzione elementi di arredo fonoassorbenti, mobili (retrattili qualora si utilizzino tessuti), leggeri e totalmente removibili;
- modulazione del tempo di riverberazione all'interno della struttura in relazione a diversi utilizzi dello spazio;
- gestione del microclima con interventi impiantistici che lavorano a bassa temperatura per limitare l'impatto sui materiali storici e sul pregio;
- immissione di energia termica circoscritta esclusivamente alle zone in cui si prevede la permanenza degli utenti: questo vincolo progettuale mira sia a salvaguardare il patrimonio artistico che a minimizzare i consumi energetici pur garantendo il comfort dell'utenza;

- immissione flessibile/parzializzata di energia termica tramite circuiti termici da azionare progressivamente in funzione delle reali necessità, ovvero dell'affollamento previsto nella struttura a seconda dell'uso;
- distribuzione flessibile dell'impianto elettrico, tale da garantire diversi usi della struttura;
- gestione flessibile e parzializzabile dell'impianto illuminotecnico in termini di numero di corpi illuminanti attivabili e flusso luminoso emesso da ciascuna lampada (dimmerabilità);
- gestione della visibilità attraverso l'adozione di soluzioni flessibili da integrare nel rifacimento della chiusura orizzontale inferiore.

Come si evince dalle strategie delineate, la reversibilità e la flessibilità nell'utilizzo futuro della struttura è funzionale alle scelte inerenti al cambio di destinazione d'uso, condizionando fortemente quelle relative alla gestione delle performance ambientali del manufatto.

6. Output di progetto: ipotesi di intervento

L'approccio metodologico descritto ha consentito di ipotizzare soluzioni progettuali in coerenza con i vincoli individuati. I risultati delle analisi hanno condotto alla definizione di alcune categorie di intervento. Le ipotesi di seguito descritte, oltre a raccogliere gli input dettati dalle strategie sono principalmente orientate a lasciare inalterata la percezione dello spazio originario da parte dell'utenza, nel suo insieme e nelle singole parti. A questo scopo, l'intervento principale consiste nell'integrazione a livello della chiusura orizzontale inferiore dei principali sistemi di arredo e delle attrezzature, come mostrato in figura 3 ed illustrato nelle sezioni successive.

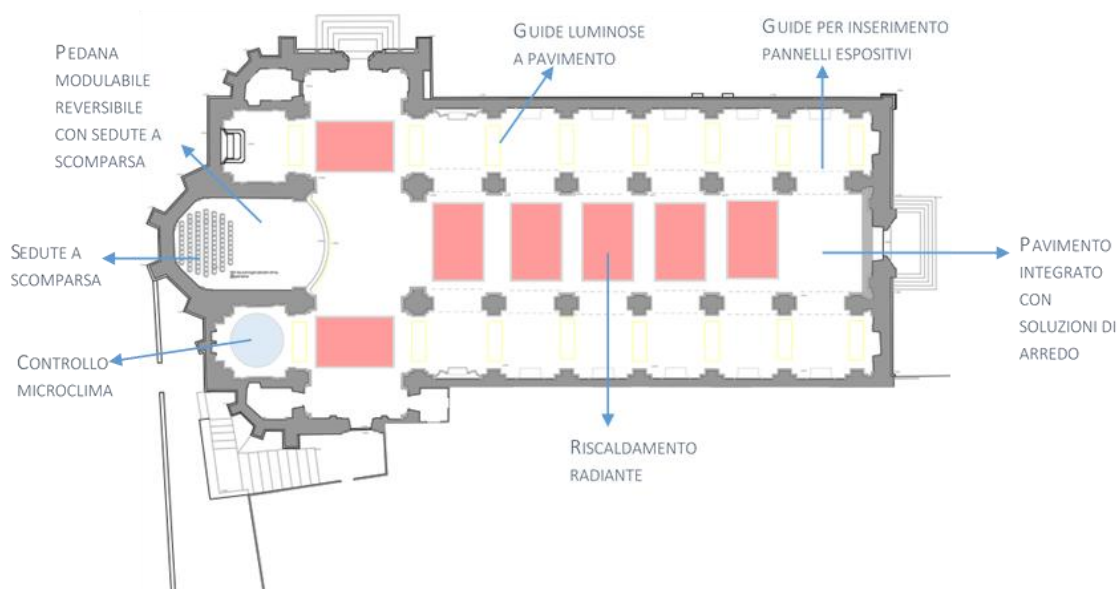


Figura 3. Schema delle principali categorie di intervento da integrare a livello della chiusura inferior

6.1. Sistemi di allestimenti flessibili: verifica della flessibilità del sistema spaziale per modelli d'uso alternativi

La valorizzazione della chiesa è connessa necessariamente ad un attento riuso degli spazi al fine di consentire, nel rispetto del sistema di valori presenti, una piena partecipazione alle nuove funzioni da parte della comunità aquilana. In quest'ottica, un tema centrale è quello della progettazione e della verifica di compatibilità materiale e formale dell'attrezzatura da installare nella grande aula principale e nei locali annessi, da gestire in relazione al numero di presenze associabili alle diverse attività culturali che vi avranno luogo. A questo scopo il presente documento riporta alcune delle configurazioni di organizzazione e distribuzione dei sistemi di allestimento previsti, con lo scopo di illustrare il livello di flessibilità funzionale e di occupazione perseguibili con l'intervento. Ciò che è emerso dallo studio portato avanti dal gruppo di lavoro è la necessità di predisporre elementi di arredo polifunzionali e mobili, agevolmente movimentabili e accatastabili per garantire una grande flessibilità spaziale e distributiva e quindi una fruizione degli ambienti modulabile e differenziata.

In figura 4 si riporta una sintesi degli schemi funzionali compatibili progettati secondo i criteri descritti, rappresentati in pianta e declinati secondo un diverso numero di presenze.

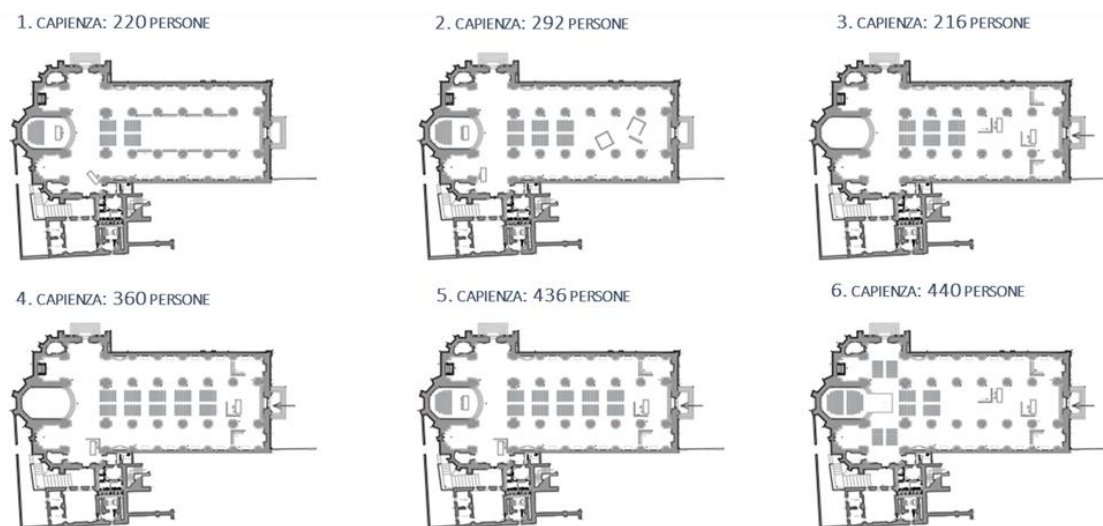


Figura 4. Schema della disposizione delle sedute in diverse configurazioni spaziali in funzione delle presenze e della tipologia di evento.

Come si evince dalla figura 4, la flessibilità d'uso interessa non solo la disposizione delle sedute rispetto al proscenio, anch'esso dislocabile in più zone (in luogo dell'abside o del centro del transetto), ma anche gli elementi di arredo mobili che caratterizzeranno, a seconda delle necessità specifiche di utilizzo dello spazio architettonico, gli ambienti in maniera differente. Anche la fruizione dei locali accessori attigui al convento presenta una flessibilità d'uso in quanto può fungere da foyer e sala ricevimento in caso di eventi accademici, o assolvere alla funzione di ambienti di servizio/camerini in occasione di eventi musicali di prestigio. Negli ambienti accessori trovano spazio anche i servizi igienici che, collocati in posizione riservata, presentano compatibilità d'uso sia per le attività di tipo culturale che per eventuali ulteriori destinazioni d'uso future. Va evidenziato che tutte le configurazioni illustrate nelle figure sono realizzabili attraverso la diversa disposizione e composizione degli stessi elementi di arredo.

Tra gli arredi rappresentati nelle diverse configurazioni illustrate, un elemento dominante è rappresentato dalle sedute: per soddisfare il requisito di flessibilità distributiva sono infatti previste sedute mobili e reversibili da poter parzialmente stoccare nei locali di servizio quando non in uso per mezzo di opportuni carrelli in dotazione (figura 5). Il numero di sedute presenti in aula potrà dunque essere di volta in volta modulato in funzione del tipo di evento da realizzare. La flessibilità delle sedute, per essere funzionalmente valida, è sottesa da un'attenta valutazione delle quote di calpestio: si prevede, infatti, in corrispondenza dell'abside e dell'incrocio del transetto con la navata, una pedana totalmente integrata nella pavimentazione dal punto di vista architettonico ma tecnologicamente realizzata in modo da risultare indipendente e removibile. In particolare nella zona absidale può essere prevista la progettazione di un'ulteriore pedana integrata con un sistema di sedute a scomparsa, ribaltabili all'interno della stessa. In questo modo l'abside può essere lasciato totalmente libero oppure dotato di sedute progressivamente estraibili in accordo con il tipo di evento. Gli elementi di arredo, a seconda delle configurazioni, potranno essere utilizzati per vari scopi: per caratterizzare gli spazi espositivi all'interno della Chiesa se assemblati in elementi piani autoportanti; per individuare spazi guardaroba o reception se assemblati a costituire box volumetrici.

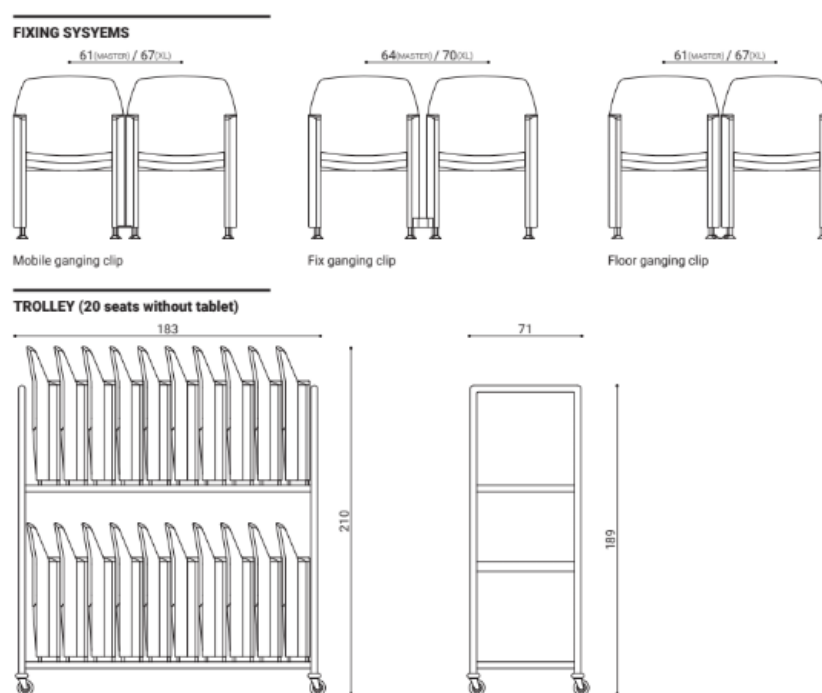


Figura 5. Sistema di sedute stoccabili, Aresline (<https://www.aresline.com/it/home>).

6.2. Realizzazione di un blocco servizi igienici necessario ad un uso razionale degli spazi per il pubblico

Le azioni di riuso rimandano alla indispensabile realizzazione di un blocco funzionale da destinare a servizi igienici. Si prevede la realizzazione di n. 2 settori costituiti da n. 5 servizi di cui n. 2 riservati ai diversamente abili. Lo spazio dove integrare tale blocco servizi è previsto nei locali adiacenti al convento, in modo da essere collocato in una zona riservata. Si prevede di dotare il blocco servizi degli impianti d'acqua calda sanitaria, di illuminazione e ricambio dell'aria, qualora necessario. Per quanto attiene il requisito della reversibilità e della compatibilità, si ritiene necessaria l'adozione di un sistema costruttivo

a secco che, risolto con pareti di arredo con strati di finitura a base di pannellature lignee in soluzioni idonee al rispetto del contesto ove verranno inserite, assicureranno la reversibilità dell'intervento. Aspetto qualificante della realizzazione dei servizi igienici attraverso questo sistema è la possibilità di predisporre tutta la distribuzione impiantistica per mezzo di linee di adduzione o tubazioni di scarico all'interno delle intercapedini che costituiscono il sistema stratificato delle pareti di arredo; allo stesso modo per i passaggi a terra l'adduzione e la deduzione dei fluidi avverrà all'interno di una pedana di base, parte integrante del box servizi la cui altezza complessiva è prevista pari a 2,50 m così da non interferire con l'intradosso della chiusura superiore del vano. La realizzazione di tale box può essere considerato un elemento di servizio accessorio indispensabile anche per ulteriori utilizzi futuri dell'aula principale e del complesso architettonico nel suo insieme.

6.3. Realizzazione di un sistema di illuminazione di tipo dimmerabile organizzato per settori

Il corretto utilizzo e la gestione efficiente ed efficace della luce artificiale riveste un ruolo fondamentale per l'adeguamento funzionale. In tal senso, il sistema illuminotecnico deve essere in grado di:

- valorizzare il contenuto artistico del manufatto (utilizzo estetico della luce);
- garantire livelli di comfort visivo per gli utenti (utilizzo funzionale della luce);
- ridurre al minimo l'impatto derivante dalla presenza dei corpi illuminanti;
- garantire livelli di sicurezza opportuni, in caso di evacuazione della struttura.

Per soddisfare le quattro specifiche progettuali è stata prevista l'installazione all'interno della Chiesa di corpi illuminanti sia a pavimento sia localizzati nella parte superiore delle trabeazioni di separazione tra navate, transetto e abside. In tal modo si avranno flussi luminosi orientabili, dal basso e dall'alto, in grado di fornire all'impianto illuminotecnico flessibilità di utilizzo, opportuni livelli di illuminamento e contenuto abbagliamento, in relazione all'uso. Si prevede, inoltre, che i corpi illuminanti siano controllabili da remoto e dimmerabili per modulare il flusso luminoso emesso.

Le accensioni dei corpi illuminanti dovranno avvenire per canali/gruppi di luci, in funzione del reale utilizzo della struttura, ma comunque tali da garantire livelli di sicurezza in caso di evacuazione. Le caratteristiche tecniche dei corpi illuminanti dovranno offrire elevati rendimenti luminosi in termini di basse potenze elettriche assorbite. Adeguata attenzione verrà posta anche al colore e alla brillantezza della luce, in modo da contribuire alla valorizzazione dello spazio e dell'apparato decorativo che connota il manufatto.

6.4. Realizzazione del sistema audio-visivo completo di schermi, microfoni e cabina di regia per gestire le funzioni di amplificazione e proiezione

La realizzazione del sistema audio-visivo prevede l'installazione di monitor nella cabina regia e nel tavolo dei conferenzieri, oltre ad un sistema di amplificazione con diffusori acustici che consentirà di gestire la distribuzione del suono in maniera omogenea in tutta la sala. Inoltre è prevista l'installazione di proiettori e monitor necessari sia all'ottimale godibilità degli eventi attraverso la possibilità di offrire una visione dell'azione del proscenio lungo tutte le navate fino al fondo dell'aula, sia alla proiezione di materiale informativo e culturale. Si prevede di realizzare una cabina regia negli ambienti adiacenti al convento, al livello superiore. Al fine di facilitare l'integrazione architettonica e di evitare inserimenti incongrui del sistema di cablaggio si prevedono modalità Wi-Fi per la trasmissione dati. Gli interventi per la realizzazione del sistema audio-visivo consentiranno

di qualificare il complesso ecclesiastico della Chiesa di S. Domenico attraverso sistemi facilmente aggiornabili senza la necessità di intervenire in futuro in maniera invasiva sul manufatto, mostrando quindi uno sfruttamento stabile nel tempo anche a molti anni dall'installazione.

6.5. Realizzazione di sistemi per la correzione acustica e per il controllo del tempo di riverberazione

Per l'acustica della sala si ritiene fondamentale assicurare un controllo dinamico del tempo di riverberazione al fine di garantire una resa modulabile in relazione all'uso della struttura, quindi ottimizzata per le diverse tipologie di evento ipotizzate: in questo modo si otterrà un godimento ottimale dello spazio architettonico per usi differenziati, assicurando la continuità funzionale e culturale che la Chiesa ha sempre assolto per la comunità attraverso l'importante offerta di concerti d'organo. A questo scopo il progetto dovrà evitare di abbattere il tempo di riverberazione in maniera permanente o non agevolmente reversibile attraverso soluzioni di arredo fisse e rigide, spesso caratterizzate da materiali fonoassorbenti integrati nell'arredo senza possibilità di rimozione. Elementi flessibili e removibili che possono essere previsti per un assorbimento acustico modulabile sono, ad esempio, costituiti da tessuti leggeri facilmente movimentabili. Questi offrono il vantaggio di poter essere arrotolati, tramite un rullo predisposto allo scopo, sulle trabeazioni del transetto e delle navate in modo da non essere visibili in posizione di chiusura e con possibilità di dispiegamento meccanico all'occorrenza, fornendo dunque un assorbimento acustico modulabile a seconda della necessità. Questi elementi possono essere realizzati per fungere allo stesso tempo come supporto/schermo per proiezioni video, in modo da pulire lo spazio architettonico da troppi elementi di disturbo contrastanti tra loro, prediligendo invece un unico linguaggio estetico e formale per il design dei nuovi elementi, sia d'arredo che tecnologici, tutti leggeri e a basso impatto materiale.

7. Conclusioni

Questo lavoro si pone come studio preliminare e di indirizzo delle future fasi progettuali per l'adeguamento funzionale della chiesa di S. Domenico in centro congressuale polivalente, declinandone gli ambiti di applicabilità, i vincoli e le prescrizioni ed è volto al conseguimento di una progettazione unitaria e integrata da un punto di vista sia architettonico che tecnologico, coerente con l'obiettivo di vedere tutelato e valorizzato nel manufatto di pregio non soltanto il contenitore materiale, l'involucro, bensì anche il contenuto immateriale. Attraverso le scelte distributive, spaziali e d'arredo, la futura fruizione verrà posta in coerenza con quella originaria, conservandone la memoria attraverso l'occupazione fisica degli spazi in continuità con il precedente uso.

Le tipologie di intervento individuate sono tutte caratterizzate dal basso impatto materiale sul bene storico, da un alto grado di reversibilità e flessibilità e sono orientate ad assicurare la valorizzazione del manufatto in primo luogo attraverso il godimento della prestigiosa spazialità. Infatti le opere previste sono orientate, da un lato, a consentire una corretta e non alterata leggibilità dello spazio architettonico nella sua valenza di patrimonio storico tutelato - che individua come prioritaria la memoria della sacralità del luogo - dall'altro a rendere lo spazio polivalente e polifunzionale, pur circoscrivendo il riuso nell'ambito di manifestazioni ed eventi dall'alto profilo socio-culturale.

Lo sviluppo del progetto non potrà prescindere da un'approfondita conoscenza storico-critica del complesso architettonico e dal rispetto dei valori religiosi ad esso sottesi, nella

consapevolezza che gli edifici sacri, qualora perdano l'originaria destinazione d'uso liturgica, debbano continuare a mantenere quel ruolo di riferimento culturale e spirituale.

Contributo degli autori

I nomi degli autori sono posti in ordine alfabetico. Il gruppo di lavoro del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura e Ambientale dell'Università degli Studi dell'Aquila è costituito da tutti gli autori.

References

- [1] Mısırlısoy, D., & Günçe, K. (2016). Adaptive reuse strategies for heritage buildings: A holistic approach. *Sustainable cities and society*, 26, 91-98.
- [2] Dundović, B. (2019). Leeuwarden Declaration; Adaptive Reuse of the Built Heritage: Preserving and Enhancing the Values of Our Built Heritage for Future Generations. *Prostor: znanstveni časopis za arhitekturu i urbanizam*, 27(1 (57)), 188-189.
- [3] European Ministers of Culture (2018). Davos Declaration, Swiss Confederation. Available on: <https://davosdeclaration2018.ch/>
- [4] De Gregorio, S., De Vita, M., De Berardinis, P., Palmero, L., & Risdonne, A. (2020). Designing the sustainable adaptive reuse of industrial heritage to enhance the local context. *Sustainability*, 12(21), 9059.
- [5] Annibaldi, V. Cucchiella, F. De Berardinis, P. Rotilio, M. Stornelli V. (2019) Environmental and economic benefits of optimal insulation thickness: A life-cycle cost analysis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 116, 109441, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109441>
- [6] Cucchiella, F. Rotilio, M. Annibaldi, V. De Berardinis, P. Di Ludovico, D. (2021) A decision-making tool for transition towards efficient lighting in a context of safeguarding of cultural heritage in support of the 2030 agenda, *Journal of Cleaner Production*, 317, 128468, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128468>.
- [7] De Vita, M., Massari, G., & De Berardinis, P. (2020). Retrofit Methodology Based on Energy Simulation Modeling Applied for the Enhancement of a Historical Building in L'Aquila. *Energies*, 13(12), 3289.
- [8] M. Varas-Muriel, R. Fort, (2014), Monitoring the thermal-hygrometric conditions induced by traditional heating systems in a historic Spanish church (12th–16th C), in *Energy Building*, 75, 119–132.
- [9] D. Camuffo, *Church Heating and the Preservation of the Cultural Heritage. Guider to the Analysis of the Pros and Cons of Various Heating Systems*; Electa: Milano, Italy, 2006; ISBN 88-370-5034-8.
- [10] Małgorzata Fedorczyk-Cisak, Elżbieta Radziszewska-Zielina, Andrzej Białkiewicz, Aleksander Prociak, Tomasz Steidl, Tadeusz Tatała, Maria Żychowska, Damian Piotr Muniak (2022) Energy efficiency improvement by using hygrothermal diagnostics algorithm for historical religious buildings, *Energy*, 252, 123971, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123971>.
- [11] Aste, N., Adhikari, R. S., Buzzetti, M., Della Torre, S., Del Pero, C., & Leonforte, F. (2019). Microclimatic monitoring of the Duomo (Milan Cathedral): Risks-based analysis for the conservation of its cultural heritage. *Building and Environment*, 148, 240-257.
- [12] Zhang, Y., Zhao, C., Olofsson, T., Nair, G., Yang, B., & Li, A. (2022). Field measurements and numerical analysis on operating modes of a radiant floor heating aided by a warm air system in a large single-zone church. *Energy and Buildings*, 255, 111646.
- [13] D'Antonio M. (cur.) *San Domenico all'Aquila. Il restauro del complesso monumentale*. CARSA, 2011, ISBN 9788850100682
- [14] T. de Rubeis, I. Nardi, M. Mutillo, D. Paoletti (2020) The restoration of severely damaged churches – Implications and opportunities on cultural heritage conservation, thermal comfort and energy efficiency, *Journal of Cultural Heritage* 43, 2020, 186-203. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.11.008>

Il fondamento teorico del restauro architettonico

The theoretical foundation of architectural restoration

Cesare Crova – Ministero della Cultura – Istituto Centrale per il Restauro, Roma, Italia,
cesare.crova@cultura.gov.it

Abstract: What's happening today takes us back in time, to the theoretical reflections followed in the Second World War. These were the years in which the critical restoration took hold, the result of considerations starting from the end of the Nineteenth century and which had found fertile ground in the activities, especially ministerial, of the first part of the Twentieth century. In 1939 the first school of restoration was born, the I.C.R., thanks to Giuseppe Bottai, Giulio Carlo Argan and Cesare Brandi, where the State centralized activities hitherto left to the empiricism of the workshop.

The transience linked to the world conflict leads to new reflections on interventions, in the architectural field, on the historicized building fabric or on the single and singular monument. Like the theories (restoration, integral conservation, criticism) damage from war can be caused in restoration with continuity. History shows that all this has been possible, even to intervene following the great natural disasters.

Keywords: Restoration theory, Conservation, Central Institute for the Restoration, War damage, Natural disasters.

Introduzione

Il fondamento teorico del restauro è un argomento vasto, che abbraccia un periodo molto ampio della nostra storia. Dall'antichità, quando si parlava più di interventi sulla preesistenza [1-2], all'approccio alla conservazione che nasce, nel XVIII secolo, con gli scavi dei siti di età classica, primo fra tutti la città di Ercolano, che porteranno agli inizi dell'Ottocento alla nascita del così detto restauro modernamente inteso [3].

Nel campo del restauro, ancora oggi, regna grande approssimazione e rozzo empirismo, dove l'assegnazione degli incarichi segue linee di indirizzo con criteri impropri, specie nelle committenze pubbliche, e la selezione non è fatta meritocraticamente, piuttosto favorendo coloro che sono già introdotti [4]. Spesso si travalica la professione specialistica, intesa come attività scientifica e critica, di doveroso servizio pubblico reso al patrimonio storico-artistico, scadendo nella spettacolarizzazione del restauro, oggi recepito sempre più come evento mediatico, espressione di potere nella gestione di risorse economiche e di promozione della propria immagine [5]. Ciò non toglie che esistano molti interventi di elevata qualità architettonica, eseguiti da architetti non specialisti nel progetto di restauro. Ma rispetto a queste eccezioni, molti sono i disastri che vengono condotti quotidianamente nel campo della progettazione sulla preesistenza. Per questo, le norme, le carte del restauro, le linee guida, le regole e l'attività di controllo delle istituzioni, hanno lo scopo di arginare i cattivi architetti, evitando danni irreparabili. I buoni e gli eccellenti architetti hanno la capacità di persuadere con la qualità del loro lavoro [6]. Per questo è necessaria una formazione solida, una preparazione storico-filologica e una specifica attitudine critica; dove l'approccio specialistico al restauro presenta delle specificità proprie, legate alla maggiore capacità di studio e comprensione del bene culturale, il riferimento a un quadro teorico generale che possa legarsi anche a precise correnti di pensiero, una competenza tecnica coltivata

specificatamente, che favorisca una *forma mentis* scientifica più che professionale, soprattutto che sia avulsa dall'improvvisazione e dall'empirismo che possono generare una progettazione del restauro grossolana e scadente [7]. Così il restauro potrà essere guidato da una consapevolezza teorica e di metodo, conoscenza storica, spirito critico e capacità progettuale, con le ricadute che ne conseguiranno in termini di immagine, presentazione, fruizione, favorendo interventi orientati alla perpetuazione del bene, alla sua trasmissione al futuro nelle condizioni migliori possibili, garantendone la piena leggibilità e godibilità [8].

Momento primario e prioritario dell'intervento di restauro è l'indagine storica, che qualifica l'intero procedimento come un processo storico-critico nelle sue fasi successive della ricerca filologica, della restituzione dell'immagine e del giudizio, tutte chiamate a guidare le scelte del progettista restauratore, che alla formazione teorica deve perciò associare una conoscenza critica del cantiere di restauro, partendo nella formazione accademica da quelli didattici [9]. L'esperienza diretta serve per completare un cammino, in cui affrontando un ciclo completo in un cantiere di restauro si abbia la possibilità di associare le riflessioni teoretiche applicandone i principi in un caso di studio. Per definizione, il cantiere didattico ha una durata limitata nel tempo, ma comunque sufficiente per apprendere quei principi e quelle dinamiche che serviranno nel prosieguo dell'attività professionale del progettista restauratore. Come nel campo medico dove lo specialista si forma nelle corsie, nei laboratori, nelle camere operatorie, confrontandosi con gli aspetti propri della materia studiata nelle aule universitarie e che andrà a svolgere nella pratica quotidiana, così l'esperto in restauro ha modo di mettere a frutto alcuni degli aspetti della professione vivendo sulla propria pelle l'esperienza del confronto con il paziente da curare. Lo studio diretto del monumento consente di elaborare un quadro diagnostico generale, da cui discende la terapia da seguire nella realizzazione degli interventi per una sua migliore conservazione. L'esperienza didattica abbraccia tutte le fasi del progetto di restauro, dalle indagini, dirette e indirette, al rilievo metrico e materico indagando le fasi e le tecniche costruttive, all'analisi del degrado che favorisca l'individuazione delle patologie così da definire le cure, fino alla stesura di un attento piano di conservazione programmata, e deve servire per creare le sinergie tra le diverse figure professionali che interagiscono nel cantiere e che possano variare di volta in volta a seconda della sua tipologia. Da questo esercizio di lavoro comune nascono le riflessioni che generano i riferimenti metodologici concreti che sono punto centrale dell'attività pratica [10-11].

In questo contesto, il bene culturale è il testo di riferimento, il palinsesto dove è rappresentata la storia delle trasformazioni avvenute nel tempo. Il cantiere deve affinare le capacità analitiche di riconoscimento e di lettura dei fenomeni di degrado presenti sul manufatto antico, attraverso lo studio e la comprensione delle cause dirette e indirette che lo determinano. Attività che non possono prescindere dalla storia delle sue trasformazioni né dal contesto ambientale nel quale l'oggetto si trova [12]. Ne deriverà che il restauro, se l'operazione sarà ben condotta, permetterà al cantiere di conservazione di diventare fonte preziosa, quasi un nuovo archivio, di notizie, osservazioni e dati, talvolta insperati, che altrimenti non sarebbe stato possibile indagare [13].

Sulla moderna teoria del restauro

Sulle origini e la natura del restauro e la definizione di una teoria, nell'ultimo trentennio è stata data una sistematicità agli studi con una ricca messe di pubblicazioni, soprattutto nell'ambito del restauro architettonico, che hanno permesso di fissarne i punti cardine.

Le sue origini, in particolare in architettura, sono rintracciabili in Francia, dove la Rivoluzione pose l'esigenza di una conservazione per la Nazionale; le relazioni del vescovo

costituzionalista Henry Grégoire (1794) sottolineano che i monumenti costituiscono la ricchezza scientifica della Repubblica dove afferma che *“I barbari e gli schiavi detestano le scienze e distruggono i monumenti delle arti; gli uomini liberi li amano e li conservano”* [14].

Gli anni di pontificato di Pio VII (1775-1823) rappresentano il periodo più significativo per la storia moderna della legislazione dei beni culturali nel nostro paese, sia per l’affinamento degli strumenti giuridici in loro difesa, sia per gli sforzi tesi alla loro valorizzazione e custodia. Durante il governo di papa Chiaromonti vengono infatti promulgati tre documenti (il chirografo papale, del 1802, e gli editti del Cardinale Bartolomeo Pacca del 1819 e 1820) di importanza capitale per la tutela del patrimonio artistico, che è finalmente avvertito come una parte viva del tessuto statale e urbano (Fig. 1). In particolare, l’editto del 1820 (Fig. 2) è il primo e organico provvedimento legislativo di protezione storica artistica che assume importanza anche al di fuori dello Stato Pontificio [15].

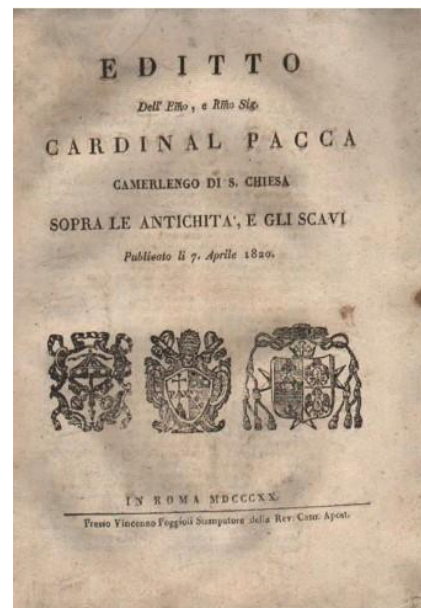


Figure 1 e 2. Chirografo di papa Pio VII Chiaromonti (1802) ed Editto del cardinale Bartolomeo Pacca (1820).

Nasce un ricco dibattito sul restauro dei monumenti, di cui la scuola francese, inglese e italiana faranno da capofila, caratterizzato non solo dal pensiero di figure tecniche, ma soprattutto di pensatori, filosofi e, in particolare, letterati. Victor Hugo in *“Guerre aux demolisseurs”* (1825-32) afferma che nel monumento convivono due aspetti, l’uso e la bellezza; il primo appartiene al proprietario, la seconda è di tutti. Inoltre, qui egli si era pronunciato contro gli architetti impreparati, responsabili di ampie manomissioni ai danni dei monumenti [16]. Si impongono, tra le tante, figure che condizioneranno il pensiero europeo sul restauro: Antoine Chrysostome Quatremère de Quincy, Prosper Mérimée, Ludovic Vitet, Eugène Emmanuel Viollet le Duc, John Ruskin, Augustus Welby Pugin, John James Stevenson, William Morris, mentre in Italia le figure più rappresentative sono Giuseppe Fiorelli, Tito Vespasiano Paravicini, Giuseppe Mongeri, Camillo Boito, Giovan Battista Giovenale, Luca Beltrami, Gaetano Moretti e, nel XX secolo, quelle di Gustavo Giovannoni mentre in ambito ministeriale personaggi come Gino Chierici, Ambrogio Annoni, Aldo Avena o Giuseppe Abatino. Figure che delineano modalità e approcci diversi alla conservazione, da quella più spinta, con il concetto francese di reversibilità del passato, dove il monumento è un modello cui trarre ispirazione, a quella più garbata, di matrice italiana, con interventi che mirino alla lettura storica dell’architettura, intesa come

documento, con in mezzo la filosofia conservativa promossa da Ruskin, per il quale era necessario prendersi cura dei propri monumenti per non aver bisogno di restaurarli.

Le carte del restauro e la nascita della Scuola Italiana del Restauro

All'interno di queste scuole di pensiero, un ruolo fondamentale nella formazione del restauratore lo hanno le Carte del restauro, nate con la riflessione teorica sviluppatasi in Italia a cavallo tra XIX e XX secolo. Tralasciamo il Manifesto del restauro filologico, indicato come la prima carta del restauro, che in realtà raccoglie le indicazioni che, nel corso del secolo, erano giunte da più parti in Europa e che Camillo Boito aveva avuto il merito di raccogliere e sistematizzare, secondo i concetti allora in essere in Italia. Sono esempio, invece, quella di Atene (1931), ispirata dalle riflessioni teoriche di Gustavo Giovannoni, i cui concetti sono ripresi nel dicembre dello stesso anno nella Carta italiana del restauro, pubblicata dal Consiglio Superiore di Antichità e Belle Arti (1932) sul Bollettino d'Arte [17].

Come accennato in premessa, sono gli anni nei quali nasce la convinzione che il restauro non debba essere più materia delle botteghe artigiane, ma concentrarsi in laboratori riconosciuti dallo Stato. Nasce così, con la Legge 22 luglio 1939, n. 1240, l'Istituto Centrale del Restauro, la cui creazione corrispose all'esigenza teorica di sottrarre il restauro delle opere d'arte al dominio dell'empirismo, definendolo piuttosto come un'attività critica del testo, a cui applicare le regole e il metodo che dall'Ottocento ne reggevano l'analisi filologica. Lo scopo era quello di costituire un centro che svolgesse ricerche scientifiche e formazione didattica per assicurare mezzi idonei alla conservazione delle opere d'arte, con attrezzature e personale in grado di poter svolgere i restauri più complessi e delicati, ovviando a quel carattere artigianale della manodopera impiegata fino ad allora [18-19]. A partire dai primi anni dell'Ottocento c'erano state in tutta Europa proposte di realizzare laboratori di restauro, ma l'idea vincente proposta da Giulio Carlo Argan era stata quella di concentrare in un'unica struttura laboratori di restauro, gabinetti scientifici, laboratori fotografici, archivio dei restauri e corsi didattici di addestramento per le nuove classi di restauratori.

Nel corso del secondo dopo guerra, importante è stata la riflessione a supporto dei danni causati dall'evento bellico, che avevano messo in discussione le teorie fino ad allora sostenute. L'Italia era uno sterminato campo di macerie e nel campo della conservazione non esisteva un indirizzo unitario basato su criteri teorici, mancava una filosofia del restauro [20]. Prende piede la Teoria di Cesare Brandi, che nasce come raccolta delle lezioni da lui tenute nei corsi per restauratori della Scuola, fondata all'interno dell'I.C.R., che danno una nuova spinta all'approccio al restauro delle opere danneggiate dalla guerra (Fig. 4). Erano gli anni in cui si svolgeva un lavoro pionieristico nel campo della nuova cultura del restauro [21]. Queste lezioni daranno vita, nel 1963, alla *Teoria del restauro* (Fig. 3), pietra miliare su cui si fonda la formazione teorica nel campo del restauro degli allievi delle Scuole di alta formazione e studio, ma anche delle Accademie e delle Università [22]. A questa farà seguito, negli anni Ottanta del secolo, la Teoria di Umberto Baldini, nata in ambito fiorentino, che affronta il restauro delle opere d'arte con un taglio diverso, ma non meno efficace, di quanto



Figura 3. La *Teoria del restauro* di Cesare Brandi (1963).

espresso da Cesare Brandi [23]. Entrambe, benché nate sulla riflessione teorica del restauro delle opere d'arte, trovano importanti ambiti di applicazione anche nel campo dell'architettura [24-26].

La Teoria di Cesare Brandi ha di fatto aggiornato, arricchendolo, il pensiero ottocentesco, con le riflessioni sul concetto di restauro, declinate in seguito nel restauro critico, storico-critico e critico-conservativo, soprattutto nel campo dell'architettura, ma mutuabile a tutte le arti. A questa si sommano i contributi portati dalle carte del restauro, seguite a quelle di Atene (1931) e italiana (1932).



Figura. 4. Roma, ICR, Nerina Neri Angelini e Giuliano Baldi impegnati nel restauro dei dipinti murali di Lorenzo da Viterbo, nella cappella Mazzatosta della Chiesa della Verità, a Viterbo. Si tratta di dipinti crollati dopo i bombardamenti del 1944, dove per la prima volta fu impiegata la tecnica della reintegrazione delle lacune con il metodo del tratteggio, ideato da Cesare Brandi (Archivio dell'A.).

Restauro architettonico e restauro urbano

Non va dimenticato come Cesare Brandi già nella sua Teoria si occupasse di restauro urbano, con i richiami alle ricostruzioni del Campanile di Piazza san Marco, a Venezia, al Ponte di santa Trinita, a Firenze, oppure sull'apertura di Corso Rinascimento, a Roma, su progetto di Gustavo Giovannoni, sul quale affermò “*Che cosa ha danneggiato l'apertura del largo e della strada? Materialmente nulla, figurativamente molto*” [27] definendo il concetto di restauro preventivo, quindi di tutte quelle azioni mirate a salvaguardare, nello specifico attraverso un disposto normativo, l'intangibilità dei luoghi.

È anche vero che Gustavo Giovannoni volle salvaguardare dallo sventramento piazza Navona, dove si prevedeva la costruzione di un asse che collegasse direttamente il Palazzo di Giustizia di Piazza Cavour, con Corso Vittorio Emanuele, passando, appunto, per piazza Navona. Con il suo intervento mirato (Fig. 5), applicando il concetto del diradamento,

Giovanconi riuscì a costruire un asse alternativo, il Corso Rinascimento, che però generò la rimozione del “fuoco”, ovvero il punto di vista dal quale percepire la facciata di s. Andrea della Valle [28-29].

Sono spunti che negli anni portano a riflettere sulla necessità di ripensare la tutela dei centri storici, anche alla luce della volontà, a Roma, di riprendere il P.R.G. del 1931 che prevedeva una serie di profonde lacerazioni nel tessuto storico della città, come già lo erano state le aperture di via della Conciliazione, della via del Mare da piazza Venezia e altre. Sul tema, Antonio Cederna, dalle colonne de “Il Mondo”, critica fortemente l’azione deturpante che le amministrazioni vorrebbero perpetrare nei confronti dei centri storici [30]. Le sue campagne contro gli scempi che una ricostruzione postbellica affrettata e speculativa imponeva ai centri storici e al patrimonio culturale in genere, rappresentarono una denuncia circostanziata e di grande impatto, destinata, in taluni casi, a suscitare movimenti d’opinione in grado di contrastare alcuni dei progetti più devastanti. Nel 1951 si riprende, per esempio, il progetto che prevedeva l’apertura di un asse viario che collegasse direttamente piazza Augusto Imperatore con Trinità dei Monti, retaggio di quel P.R.G. del 1931 (Fig. 6).

Il convegno di Gubbio (17-19 settembre 1960) è la consacrazione del pensiero portato avanti da Antonio Cederna, per il quale la città storica è un compromesso unitario, non un assortimento di edilizia minore e di architetture più o meno importanti, dove egli afferma che “*monumento da rispettare e salvaguardare è tutta la città storica, tutto l’insieme della sua struttura urbanistica, quale si è venuta lentamente componendo nei secoli*” [31-32]. Da qui una rilettura delle carte del restauro, che ora entrano nel dettaglio, oltre che del restauro monumentale e degli oggetti d’arte, del campo della conservazione del tessuto storico.

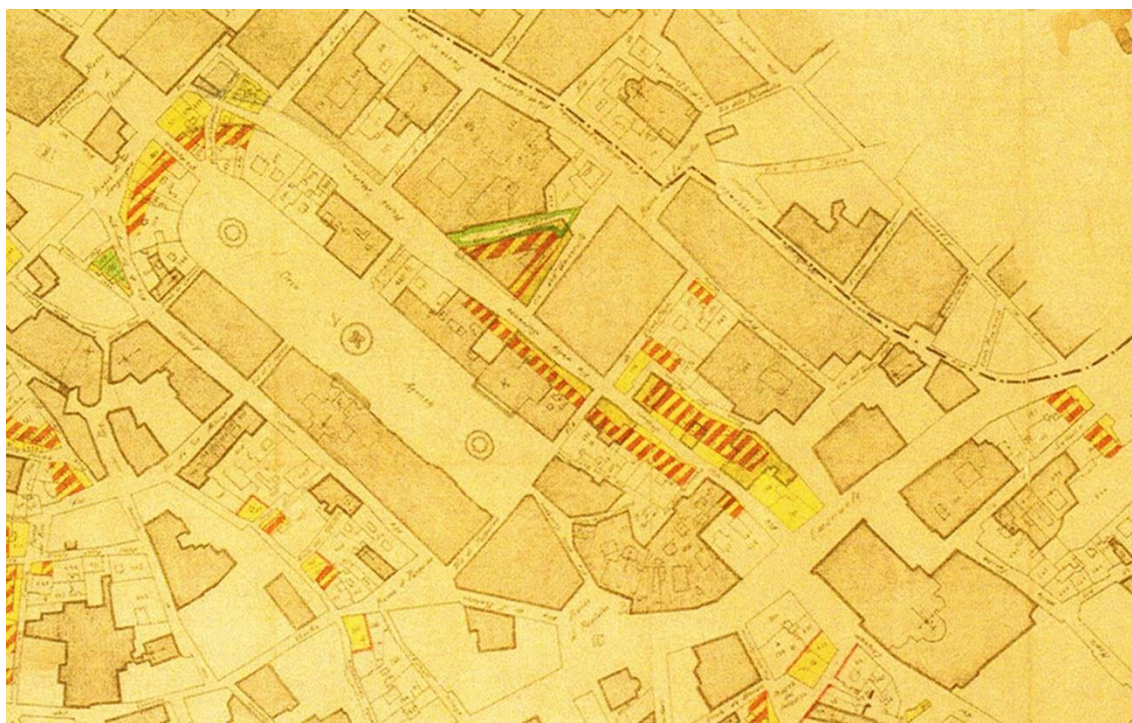


Figura 5. Roma, Gustavo Giovanconi, particolare della sistemazione edilizia del quartiere Rinascimento (1935) compresa tra il corso Vittorio Emanuele, il lungotevere Tor di Nona e via della Scrofa (GG, c 1.43, sis 13 [33]).

La Carta di Gubbio è ripresa nel 1964 dalla *Commissione d'indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio*, più nota come Commissione Franceschini, istituita dalla Legge 26 aprile 1964, n. 310, su proposta del Ministro della Pubblica Istruzione, Luigi Gui, che operò fino al 1967 quando furono

pubblicati i risultati del lavoro svolto, operando un'attenta indagine riguardo al censimento e allo stato dei beni culturali in Italia. Il prodotto è riassunto nella pubblicazione di tre volumi e l'emanazione di ottantaquattro Dichiarazioni. In particolare, la n. XL dà una prima definizione dei Centri Storici [34]. Nella carta di Venezia (1964), che amplia il discorso del restauro considerando, a latere, anche quello dell'ambiente, infine, quella fondamentale del Ministero della Pubblica Istruzione, nota come *Carta del restauro 1972*, pubblicata con la Circolare del 6 aprile 1972, n. 117, ispirata da Cesare Brandi. Si tratta della prima vera norma sul restauro (se si eccettua quella del 1932), considerato che le Carte precedenti avevano un valore di linee guida, dove è dato spazio al restauro delle opere di antichità, architettura, pittura, scultura e dei centri storici; una circolare alla quale il Ministro indica ai Soprintendenti e ai Capi di Istituti autonomi di attenersi scrupolosamente e obbligatoriamente per ogni opera di restauro in essa indicato [35].

La bibliografia negli anni si è poi arricchita di molti contributi nel campo della teoria del restauro, applicata a tutte le arti (architettura, pittura, scultura, carta, centri storici), che delinea secondo i diversi punti di vista, l'approccio metodologico all'intervento di conservazione [36-38].



Figura 6. Roma, Proposta di realizzazione dell'asse che congiunge tra Trinità dei Monti con Piazza Augusto Imperatore. Inserito nel P.R.G. della Capitale del 1931 e ripreso nel 1951, il progetto fu abbandonato dopo l'azione promossa da Antonio Cederna e sostenuta di figure di spicco della cultura italiana. (Particolare da <http://www.archiviocapitolinorisorsedigitali.it/piante/619.htm>, consultato l'8 agosto 2022).

Le calamità naturali

Un altro aspetto oggi di rilevante importanza riguarda le calamità naturali, che hanno inciso soprattutto nell'ultimo decennio a indirizzare anche nel campo del restauro l'applicazione di quei fondamenti che sono la base teorica per un corretto approccio alla conservazione, sia del monumento che del tessuto edilizio antico.

Già con il terremoto del 1976 in Friuli Venezia Giulia, era iniziata una consapevole opera di preservazione del patrimonio culturale. Ne è un esempio il Duomo di Venzone, che seppur pesantemente danneggiato, è stato oggetto di un attento lavoro di ricostruzione in anastilosi (1988-1995), che ha comportato la catalogazione di oltre 9000 elementi lapidei delle antiche murature che erano stati raccolti e numerati, in funzione della posizione in fase di crollo (Figg. 7-8). Il rimontaggio, non potendo essere eseguita un'anastilosi precisa e rigorosa, consistette nel riposizionare i blocchi delle murature nel verso che avevano prima dell'evento calamitoso: le facce a vista furono nuovamente esposte sul paramento esterno, con l'aiuto anche di fotografie in scala opportuna [39-40].

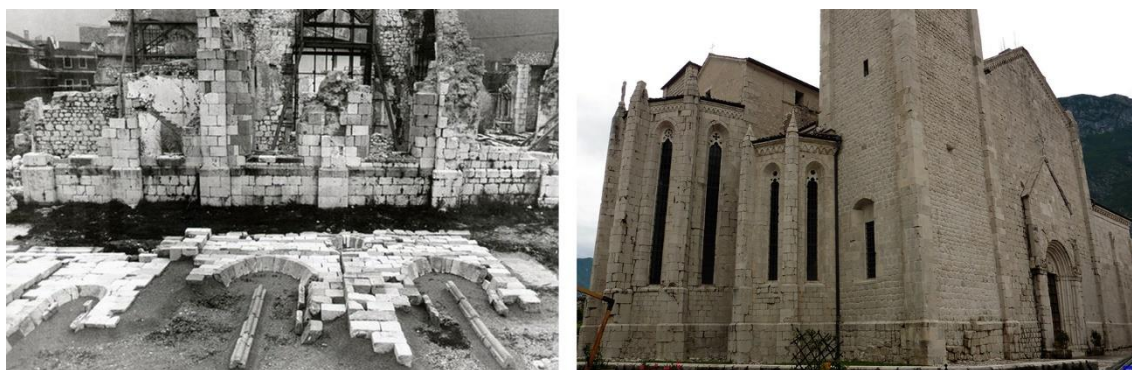


Figure 7-8. Venzone (UD). Duomo. A sinistra, i blocchi collocati in attesa della loro ricomposizione in opera. A destra, la fabbrica ricostruita [41].

È nata negli anni una sempre maggiore sensibilità e consapevolezza della necessità di organizzare in modo strutturato gli interventi sui beni culturali interessati dai terremoti e in particolare, nel 2016, è stata creata la Soprintendenza Speciale per le aree colpite dal sisma, una struttura del Ministero della Cultura nata per assicurare la necessaria unitarietà di gestione degli interventi di messa in sicurezza del patrimonio culturale, delle azioni di recupero e della ricostruzione nelle aree colpite dal sisma (Abruzzo, Lazio, Marche e Umbria) [42]. Da qui l'esigenza di creare un ufficio centrale che si occupasse della gestione del rischio del patrimonio culturale, che ha portato alla nascita della Direzione generale Sicurezza del patrimonio culturale, che assicura, nel rispetto degli indirizzi e delle direttive del Segretario generale, l'ideazione, la programmazione, il coordinamento, l'attuazione e il monitoraggio di tutte le iniziative in materia di prevenzione dei rischi e di sicurezza del patrimonio culturale e di coordinamento degli interventi conseguenti a emergenze nazionali e internazionali [43].

Ne è derivato uno studio attento alla rimozione delle macerie, in particolare di quelle riferite ai beni culturali e all'edilizia storica. È un argomento ad oggi ancora poco indagato, se non in linea generale e di principio. Negli anni le numerose e gravi perdite del patrimonio culturale, vincolato e non, hanno prodotto una serie di riflessioni sulla necessità di individuare delle linee guida di approccio metodologico al problema. La bibliografia sull'argomento è per ora parca, ma alcuni interessanti spunti vengono al tema dall'ambito accademico dove, nel caso di studio di Villa S. Angelo (AQ), è stato proposto un progetto sistematico di rimozione delle macerie e di messa in sicurezza, al fine di ripristinare la percorrenza delle strade per poter avviare lo studio degli isolati del tessuto del centro urbano da parte dei tecnici, ma interdetto alla popolazione civile. Esso definisce in modo strutturato le indicazioni utili per potere procedere (a) alla eliminazione delle ostruzioni dei percorsi e degli spazi pubblici presenti a causa delle macerie e (b) alla contestuale messa in sicurezza dei "bordi di crollo" prospicienti quei percorsi. Attenzione è infine posta all'articolazione del progetto, all'ottimizzazione dei tempi di realizzazione e delle procedure di selezione e

trattamento delle macerie [44]. Gli eventi registrati a partire dal 24 agosto 2016 hanno così portato il Ministero della Cultura a elaborare delle *Procedure per la rimozione e il recupero delle macerie di beni tutelati e di edilizia storica*, elaborate dall'Istituto Centrale per il Restauro (ICR) e dalla Direzione Generale archeologia, belle arti e paesaggio (DG-ABAP), che permettano di individuare nell'immediato le diverse tipologie di macerie, avvalendosi di materiale di supporto realizzato con rilievi fotogrammetrici utilizzando i droni, da riportare su basi cartografiche georeferenziate (Figg. 9-11).



Figure 9-11. Norcia (PG). Chiesa di San Benedetto. Fasi di recupero e selezione delle macerie [45].

In materia di smaltimento delle macerie, l'orientamento che emerge da quanto è stato programmato e parzialmente eseguito nei due precedenti terremoti (L'Aquila 2009 ed Emilia Romagna 2012) è quello di trattare i materiali provenienti dai crolli mediante un processo di selezione che porti alla distinzione tra quello da trasportare a discarica e quello da accatastare per un riuso successivo, rispettando le indicazioni degli articoli 10 e 11 del D.L. 6 giugno 2012, n.74 [46]. In questo modo è possibile individuare tre tipologie di macerie, A - beni tutelati (sia con provvedimento espresso che *ope legis*), B - edilizia storica, C - edifici moderni privi di interesse culturale. Sarà così possibile, da un lato, restituire su una mappa catastale tutti i dati utili, per aiutare il futuro ricollocamento dei materiali nelle diverse unità edilizie, anche al fine di un riconoscimento identitario da parte della popolazione, da un altro salvaguardare *in situ* le macerie di tipo A), selezionandole e proteggendole opportunamente, salvo rimuoverle per motivi indifferibili, come per esempio la viabilità, in vista del loro censimento, dell'analisi stratigrafica, della pulitura, degli opportuni trattamenti e della loro conservazione e ricollocazione. Non ultimo, procedendo alla selezione e all'accatastamento delle parti lapidee, si otterrà una consistente riduzione del volume da portare in discarica, ottenendo un duplice beneficio: l'abbattimento dei costi di trasporto e la possibilità di riuso e riciclo di materiale da costruzione [47].

Relativamente alle attività di ricostruzione dei centri e dei nuclei storici danneggiati dal sisma, invece, è stato introdotto lo strumento del PUA (Piano Urbanistico Attuativo) che programma gli interventi di ricostruzione degli edifici pubblici, privati e delle opere di urbanizzazione. È uno dispositivo piuttosto articolato, che definisce l'assetto planivolumetrico degli insediamenti, i danni subiti dagli immobili e dalle opere, la sintesi degli interventi proposti, una prima valutazione dei costi, le volumetrie, le superfici e le destinazioni d'uso degli immobili, l'individuazione delle unità minime d'intervento (UMI) e i soggetti esecutori degli interventi, individuando i tempi, le procedure e i criteri di attuazione. Una volta approvato dalla Conferenza Permanente, che è l'organo che esprime il

parere per tutti gli interventi di ricostruzione pubblica e per il patrimonio culturale, esso costituisce, per il territorio per il quale è previsto, piano paesaggistico [48].

Conclusioni

Il testo, necessariamente sintetico rispetto alla complessità della disciplina, partendo dalle origini dell'attuale approccio al restauro, le motivazioni che le hanno prodotte, giunge ai più recenti accadimenti (conflitti bellici e calamità naturali) che hanno inciso sulla necessità di riflettere su come stia cambiando la filosofia del restauro.

Emerge come, in particolare a partire dall'Ottocento, si siano andate delineando una serie di riflessioni sul concetto di restauro, in particolare architettonico. Anni nei quali non mancano anche le attività di restauro sui beni mobili, ma ancora confinate nelle botteghe d'artista.

In campo architettonico nascono le diverse teorie in Francia, Inghilterra e Italia, che andranno delineando le principali correnti: del restauro secondo lo stile che gli è dovuto, dove l'architettura è un modello da riprendere e replicare, e quello del riconoscimento delle stratificazioni storiche e perciò della conservazione dei segni che il tempo e l'uomo hanno prodotto sul bene culturale, perciò il monumento come documento. Da qui, le riflessioni e gli orientamenti del Novecento, la fondazione dell'Istituto Centrale del Restauro, che amplieranno il discorso della conservazione anche al tessuto storico e alla nascita, dopo la seconda guerra mondiale, di una riflessione più puntuale e attenta alle diverse esigenze, dove un'impronta importante l'ebbe la Teoria del restauro di Cesare Brandi. In Italia, in particolare, i concetti su una diversa filosofia del restauro si riverbereranno nelle tre grandi scuole di pensiero: la *manutenzione ripristino* (ispirata al restauro in stile) in ambiente romano con Paolo Marconi, la *pura conservazione* (che richiama il restauro romantico) portata avanti da Marco Dezzi Bardeschi e Amedeo Bellini in ambiente milanese e il *restauro critico* (che richiama i concetti del restauro filologico) con Cesare Brandi e, parallelamente in ambito architettonico, Agnoldomenico Pica, Roberto Pane, Renato Bonelli, Guglielmo de Angelis d'Ossat, Carlo Ludovico Ragghianti, Liliani Grassi, Bruno Zevi, che declinerà verso la fine del XX secolo nel restauro *storico-critico* con Giuseppe Zander, Salvatore Boscarino, Gaetano Miarelli Mariani, Sandro Benedetti, Arnaldo Bruschi, Giuseppe Guerrieri e in seguito in quello *critico-conservativo*, frutto delle riflessioni di Giovanni Carbonara nella Scuola romana, che non trascura le istanze ancora vitali del 'restauro scientifico' e quelle, ricondotte a misura ed equilibrio, della 'pura conservazione' [49].

A tutto questo si aggiunge l'attività legata al rischio sismico e alla sicurezza del patrimonio culturale, che negli anni ha portato il Ministero della Cultura (nell'attuale definizione) a sviluppare al suo interno degli uffici specifici, che possano operare in Italia e all'estero, in quest'ultimo caso con la "Task Force MiBACT Unite4Heritage" (MiBACT-U4H), che costituisce la componente tecnico-scientifica della Task Force italiana Unite4Heritage, che opera in tutti gli ambiti di crisi, in collaborazione con il Nucleo Tutela Patrimonio Culturale dei carabinieri [50].

Bibliografia

- [1] Pergoli Campanelli A. Cassiodoro: alle origini dell'idea di restauro. Milano: Jaca Book; 2013.
- [2] Pergoli Campanelli A., La nascita del restauro. Dall'antichità all'Alto Medioevo, Milano: Jaca Book; 2015.
- [3] Sette M.P. Il restauro in architettura. Quadro storico. Torino: UTET Libreria; 2001: p. 37-43.

- [4] Fiorani D. Formazione e mercato del lavoro: l'esperienza dei giovani specialisti in restauro dei monumenti. In: Gallo F, Rossi Vairo G, editors. *Le Scuole di Specializzazione nel settore dei Beni Culturali tra storia e progetto. Atti del Convegno di Studi (Università di Roma "La Sapienza", Facoltà di Lettere e Filosofia, Odéion del Museo dell'Arte Classica, 9-10 ottobre 1997)*. Roma: Hortus Conclusus; 1998, p. 101-4, (Collana *I Tralci*).
- [5] Carbonara G. *Restauro architettonico: principi e metodo*. Roma: M.E. Architectural Book and Review; 2012, p. 156.
- [6] Napoleone L. La 'Teoria del restauro' come campo di ricerca. In Fiorani D, editor. *RICerca REStauo. Atti del I° Convegno della Società Italiana Restauro Architettonico (SIRA), Sezione 1A, Musso S.F. a cura di. Questioni teoriche: inquadramento generale*. Roma: Edizioni Quasar; 2017, p. 104-11.
- [7] C. Crova (2015), *Clearing works at the ruins' restoration job-site. Methodological principles and issues*, in *Diagnosis, Conservation and Valorization of Cultural Heritage*, Atti del VI Congresso Internazionale (Napoli, 10-11 dicembre 2015), a cura di L. Campanella, C. Piccioli, Cervino Edizioni, Napoli, p. 286-94.
- [8] Carbonara G. *Restauro architettonico: principi e metodo*. Roma: M.E. Architectural Book and Review; 2012, p. 142.
- [9] Carbonara G, Fiorani D. La scuola di Specializzazione in Restauro dei monumenti di Roma: funzionamento e finalità a quarant'anni dalla nascita. In: Gallo F, Rossi Vairo G, a cura di. *Le Scuole di Specializzazione nel settore dei Beni Culturali tra storia e progetto. Atti del Convegno di Studi (Università di Roma "La Sapienza", Facoltà di Lettere e Filosofia, Odéion del Museo dell'Arte Classica, 9-10 ottobre 1997)*. Roma: Hortus Conclusus; 1998, p. 93-4, (Collana *I Tralci*).
- [10] Crova C. La lettura archeologica in architettura. Una regola di analisi nel progetto di restauro. In Crova C, Miraglia F, Valente C, a cura di. *Strumenti per il restauro. Dalla lettura a scala urbana alla stratigrafia dell'elevato*. Marina di Minturno: Caramanica Editore; 2014, p. 7-15. (Collana *Terra Laboris - Itinerari di ricerca*, 15).
- [11] Crova C. Il cantiere didattico nella formazione dello specialista restauratore. Teoria e metodi di un'attività multidisciplinare. In Esposito D, Montanari V, a cura di. *Realtà dell'architettura fra materia e immagine. Per Giovanni Carbonara. Studi e ricerche. 2 voll.* Roma: l'Erma di Bretschneider; vol. II, 73-74, p. 473-78. (Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura. Numero Speciale 2020).
- [12] Crova C. La storia del restauro. Lo studio della "teoria" nella formazione del restauratore nell'Accademia, in *Restauro e produzione dell'arte*. Mangano S, a cura di. Pistoia: Gli Ori Editori Contemporanei; 2022a, p. 23.
- [13] Carbonara G. *Restauro architettonico: principi e metodo*. Roma: M.E. Architectural Book and Review; 2012, p. 160.
- [14] Grégoire H. *Instruction publique. Rapport. Sur les destructions opérées par le vandalisme, et sur les moyens de le réprimer*. Par Grégoire, séance du 14 fructidor, l'an second de la République une et indivisible, suivi du décret de la Convention nationale, Paris: de l'Imprimerie Nationale; 1794, p. 27.
- [15] Cardarelli F. Roma, la publica utilitas e la tutela della bellezza e delle antichità. In Crova C, Concas D, Ciaschi A, a cura di. *I 60 anni della carta di Gubbio. Strategie per la salvaguardia dei centri storici*. Padova: Il Prato; p. 343-45.

- [16] Crova C. La storia del restauro. Lo studio della “teoria” nella formazione del restauratore nell’Accademia, in *Restauro e produzione dell’arte*. Manganaro S, a cura di. Pistoia: Gli Ori Editori Contemporanei; 2022a, p. 31.
- [17] Norme per il restauro dei monumenti. *Bollettino d’Arte* 1932; VII: 326.
- [18] Crova C. L’Istituto Centrale del Restauro nel complesso del San Francesco di Paola a Roma (1939-2010). *Bollettino I.C.R.* 2011; 22-23: 133-41.
- [19] Crova C. L’I.C.R. e la nascita della Scuola italiana del Restauro. *Palladio*. 2012; 50: 109-130.
- [20] Vlad Borrelli L. Vi racconto io, Licia Vlad Borrelli, la storia dell’Istituto Centrale del Restauro, primato italiano. *Il Giornale dell’Arte*. 2017; 374: p. 20.
- [21] Brandi C. *Teoria del restauro*. A cura di Vlad Borrelli L, Raspi Serra J, Urbani G, Roma: Edizioni di storia e letteratura; 1963.
- [22] Brandi C. *Teoria del restauro*. Torino: Piccola Biblioteca Einaudi; 1963. Brandi C. *Theory of restoration*. Firenze: Nardini Editore; 2000. Brandi C. *Теория реставрации*, Firenze: Nardini Editore; 2005.
- [23] Baldini U. *Teoria del restauro e unità di metodologia*. 2 voll. Firenze: Nardini; 1978-1981.
- [24] Crova C. *Torri costiere di Terra di Lavoro. Stato e Conservazione*. Cerro al Volturno: Volturina Edizioni; 2018, p. 82. (Collana Studi Volturnensi, 11).
- [25] Carbonara G. Brandi e il restauro architettonico oggi. In Andaloro A, a cura di. *La teoria del restauro nel Novecento da Riegl a Brandi*. Firenze: Nardini Editore; p. 225-238.
- [26] Carbonara G. *Avvicinamento al restauro. Teoria, storia, monumenti*. Napoli: Liguori Editore; 1997, p. 341-353.
- [27] Brandi C. *Teoria del restauro*. A cura di Vlad Borrelli L, Raspi Serra J, Urbani G, Roma: Edizioni di storia e letteratura; 1963, p. 86.
- [28] Giovannoni G. *Vecchie città ed edilizia nuova*. *Nuova Antologia*. 1913. 995; p. 449-72.
- [29] Giovannoni G. *Il diradamento edilizio dei vecchi centri. Il quartiere della rinascenza in Roma*. *Nuova Antologia*. 2013. 997; p. 53-76.
- [30] Roma, Parco archeologico dell’Appia Antica, Complesso di Capo di Bove. Archivio Antonio Cederna. <https://www.archiviocederna.it/cederna-web/indice.html> (15.07.2022).
- [31] Crova C. I 60 anni della Carta di Gubbio Spunti per una riflessione sulla tutela in Italia. In Crova C, Concas D, Ciaschi A, a cura di. *I 60 anni della carta di Gubbio. Strategie per la salvaguardia dei centri storici*. Padova: Il Prato; 2022b, p. 61.
- [32] De Lucia V. *La Carta di Gubbio oggi*. *Italia Nostra*. 2020: 507; p. 11.
- [33] Centro Studi per la Storia dell’Architettura, a cura di. *Gustavo Giovannoni tra storia e Progetto*. Roma: Edizioni Quasar; 2018, p. 121.
- [34] Commissione Franceschini. *Per la salvezza dei beni culturali in Italia. Atti e documenti della Commissione d’indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio*. Vol. I. Roma: Carlo Colombo; 1967, 71-2.
- [35] *Carta del restauro 1972*. *Bollettino d’Arte del Ministero della Pubblica Istruzione*. 1972: II; p. 122-29.
- [36] Punto di riferimento per l’approccio alla conservazione dei tessuti antichi resta il testo: Miarelli Mariani G. *Centri storici, note sul tema*. Roma: Bonsignori Editore; 1993. (Collana Strumenti, 6). Già nel 1944, all’indomani del secondo conflitto mondiale, Guglielmo De Angelis d’Ossat si era

espresso sui temi del restauro urbano e sull'efficacia delle teorie che dall'inizio del secolo erano maturate, cfr. De Angelis d'Ossat G. Rispettiamo le nostre antiche e belle città. *Urbanistica*. 1944: 3-6; p. 3-5, al quale farà seguito: De Angelis d'Ossat G. Approccio allo studio dei centri storici. Scuola di perfezionamento per lo studio dei monumenti. A.a. 1970-71. In De Angelis d'Ossat G. Sul restauro dei monumenti architettonici, concetti, operatività, didattica. Roma: Bonsignori Editore; 1995, p. 63-6. (Collana Strumenti, 13).

[37] Sul tema delle Carte del Restauro cfr. Accetta C. Carte, normativa e istruzioni operative nella conservazione dell'architettura moderna. Alcuni esempi della Regione Sicilia. In Driussi G, a cura di. La qualità degli interventi sui beni culturali. Attualità problemi e prospettive. Atti del Convegno di Studi internazionale "Scienza e Beni culturali" (Bressanone, 5-7 luglio 2022). Marghera – Venezia: Arcadia Ricerche; p. 189-200; Niglio O. Le Carte del restauro. Documenti e norme per la Conservazione dei Beni Architettonici ed Ambientali. Roma: Aracne; 2012.

[38] Per un aggiornamento del tema dei centri storici e sulla loro salvaguardia si rimanda al recente Crova C., Concas D, Ciaschi A. a cura di. I 60 anni della carta di Gubbio. Strategie per la salvaguardia dei centri storici. Padova: Il Prato; 2022.

[39] Esposito D. La conoscenza dell'assetto urbano e territoriale. Note per una metodologia d'indagine per la ricostruzione e la tutela del patrimonio architettonico. In Crova C, Concas D, Ciaschi A, a cura di. I 60 anni della carta di Gubbio. Strategie per la salvaguardia dei centri storici. Padova: Il Prato; 2022, p. 293-310.

[40] Quendolo A, Marino F. Parole di pietra. Il duomo di Venzone si racconta. San Dorligo della Valle: Luglio editore; 2021.

[41] Esposito D. La conoscenza dell'assetto urbano e territoriale. Note per una metodologia d'indagine per la ricostruzione e la tutela del patrimonio architettonico. In Crova C, Concas D, Ciaschi A, I 60 anni della carta di Gubbio. Strategie per la salvaguardia dei centri storici. Padova: Il Prato; 2022, p. 306.

[42] <https://uss-sisma2016.beniculturali.it/> (05.08.2022)

[43] <https://www.beniculturali.it/ente/direzione-generale-sicurezza-del-patrimonio-culturale> (20.08.2022).

[44] Carocci C.F, Circo C, Indelicato D, Lagomarsino S, Cattari S, Stagno G, Cifani G, Martinelli A, Castellucci A, Lemme A, Liris M, Martegiani F, Mazzariello A, Milano L, Morisi C, Petracca D, Tocchi C. Una metodologia per la conservazione di centri storici gravemente danneggiati dal sisma: la rimozione delle macerie e la messa in sicurezza di Villa Sant'Angelo (AQ). In Boscato G, Guerra F, Russo S, Sciarretta F, Sperotto E, a cura di. Sicurezza e conservazione nel recupero dei beni culturali colpiti da sisma. Strategie e tecniche di ricostruzione ad un anno dal terremoto abruzzese. Atti del Convegno (Venezia, IUAV, aula Magna Tolentini, 8-9 aprile 2010). Venezia: s.e; p. 292-301.

[45] Fazio G.M. La selezione delle materie. In Argenti S, Betori A, Corrado M.E, Crova C, Fazio G, La rimozione delle macerie nel post terremoto. L'approccio propedeutico alla fase della conservazione e del restauro dell'edilizia storica e del patrimonio culturale, in Biscontin G, Driussi G, a cura di. Le nuove frontiere del restauro. Trasferimenti, contaminazioni, ibridazioni. Atti del XXXIII Convegno Internazionale Scienza e beni culturali, (Bressanone, 27-30 giugno 2017). Padova: Arcadia Ricerche; 2017, p. 383.

[46] Decreto Legge 6 giugno 2012, n. 74. Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Modena, Ferrara, Mantova, Reggio Emilia e Rovigo, il 20 e il 29 maggio 2012.

[47] Crova C. La rimozione delle macerie. Un processo in atto. In Argenti S, Betori A, Corrado M.E, Crova C, Fazio G, La rimozione delle macerie nel post terremoto. L'approccio propedeutico alla fase della conservazione e del restauro dell'edilizia storica e del patrimonio culturale, in Biscontin G, Driussi G, a cura di. Le nuove frontiere del restauro. Trasferimenti, contaminazioni, ibridazioni. Atti del XXXIII Convegno Internazionale Scienza e beni culturali, (Bressanone, 27-30 giugno 2017). Padova: Arcadia Ricerche; 2017, p. 376.

[48] Iannelli P. Il ruolo della Soprintendenza Speciale per le aree colpite dal sisma nel processo di ricostruzione. In Crova C, Concas D, Ciaschi A, I 60 anni della carta di Gubbio. Strategie per la salvaguardia dei centri storici. Padova: Il Prato; 2022, p. 271, al quale si rimanda per gli approfondimenti normativi in materia.

[49] Carbonara G. Avvicinamento al restauro. Teoria, storia, monumenti. Napoli: Liguori Editore; 1997, p. 269-390. Carbonara G. Brandi e il restauro architettonico oggi. In Andaloro A, a cura di. La teoria del restauro nel Novecento da Riegl a Brandi. Firenze: Nardini Editore; 2006, p. 229.

[50] Decreto Ministeriale 16 marzo 2016, n. 148. Istituzione della Task Force MiBACT Unite4Heritage, identificata con la sigla MiBACT-U4H, componente tecnico scientifica della task Force italiana Unite4Heritage.

Restauro architettonico, ricerca, didattica: risultati dal primo decennio di esperienza del corso di Ingegneria Edile-Architettura

Architectural restoration, research, teaching: results of the first Decade Experience by Building Engineering-Architecture Course

Nicoletta Marconi – Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma, Italia, marconi@ing.uniroma2.it

Valentina Florio - Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma, Italia, florio@ing.uniroma2.it

Abstract: Knowledge and respect are the essential combination to guarantee targeted and respectful restoration of the architectural heritage. Same principles are essential also for the planning of enhancement interventions capable of giving new life to the buildings and guaranteeing their conservation in full respect of their artistic significance, of the material value and specific architectural connotations. This contribution presents some results of research experiences conducted in the Roman and Lazio area as part of the Course of Architectural Restoration in the decade 2012-2022, at the Faculty of Engineering of the University of Rome Tor Vergata. Theory and practice of architectural restoration of archaeological sites of Tivoli and Palestrina, churches, palaces, so-called minor buildings, villages and historic centres of Lazio had been illustrated using a unique method of investigation, based on principles and guidelines operative of the Italian restoration. These research topics, carried out in cooperation with a number of prestigious Italian Research Institutes and Superintendencies, have been explored in depth in degree and doctoral theses, also touching on the complex problem of the relationship between historic buildings and plant upgrades. The results achieved, some published, demonstrate the usefulness of a possible coexistence between historical-artistic sensitivity, technical knowledge and new uses of the architectural heritage.

Keywords: architectural restoration, building engineering, construction history, multi-disciplinarity, conservation

1. Introduzione: conoscenza e progetto

Un'aperta e proficua interazione tra competenze disciplinari complementari è ormai riconosciuta quale unica via utile al restauro, alla conservazione e alla corretta valorizzazione del patrimonio edilizio storico¹. Dal momento che l'architettura - antica, moderna e contemporanea - soggiace a regole non compatibili con i limiti posti da obsoleti steccati disciplinari, la corretta interpretazione dei suoi delicati equilibri strutturali, il riconoscimento delle precipe specifiche storico-artistiche, funzionali e materiali, il pieno controllo delle pratiche costruttive storiche e l'analisi critica dei processi di ideazione e realizzazione costituiscono gli strumenti indispensabili alla redazione di progetti di restauro realmente rispettosi e consapevoli. Pensare di trascurare anche una sola di tali componenti può pregiudicare non solo la conservazione del manufatto architettonico, ma anche la sua corretta interpretazione critica. Non è dunque superfluo ricordare che gli assetti strutturali, le condizioni di equilibrio e l'analisi delle sollecitazioni non possono essere disgiunti dalla conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali, delle tecniche di lavorazione,

¹ I temi qui illustrati sono esito di diversi anni di collaborazione didattica e di ricerca. Il saggio è stato concepito e redatto congiuntamente dalle due autrici; tuttavia, per funzionalità redazionale, i paragrafi 1 e 2 sono stati scritti da Nicoletta Marconi, il 3 e il 4 da Valentina Florio.

soprattutto pre-industriali, delle tipologie di degrado e delle alterazioni meccaniche prodotte da diverse condizioni climatiche. Analogamente, il progetto di restauro non può trascurare o ignorare i precipui caratteri storico-architettonici dell'edificio oggetto d'intervento, né le sue specificità artistiche, tipologiche e costruttive, oltre che formali, spaziali e geometriche.

In tale ottica, il controllo dei connotati anatomici dell'edilizia storica e l'adozione di procedure di restauro e consolidamento strutturale rispettose e compatibili costituiscono obiettivo formativo imprescindibile nella formazione di futuri ingegneri-architetti. Questi ultimi potranno utilmente accreditare la loro professionalità alla pratica del restauro, soprattutto se supportati dalla padronanza delle materie e della pratica muratoria tradizionale, dei principi strutturali e dei metodi di prevenzione sismica preindustriali. Impianto metodologico e obiettivi formativi del corso di Restauro Architettonico (d'ora in poi ReA_TV), insegnamento caratterizzante il corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile Architettura dell'Università di Roma Tor Vergata, si fondano dunque sulla conoscenza della pratica edilizia tradizionale e sull'osservazione del binomio forma-costruzione, declinati nel pieno rispetto del significato dell'architettura, nella convinzione che qualsivoglia intervento sul patrimonio costruito – di qualsiasi epoca - non possa prescindere dalla cultura dei materiali, delle tecniche costruttive storiche e della storia del singolo edificio. Il corso offre agli studenti un percorso metodologico finalizzato alla redazione del progetto di restauro di edifici di riconosciuto valore storico-architettonico o archeologico, mediante esercitazioni di gruppo aventi come oggetto edifici pluristratificati risalenti a diversi periodi storici (dall'epoca romana, fino a edifici del XX secolo). Particolare attenzione è riservata alle indagini preliminari, indispensabili alla redazione del progetto di restauro: analisi storica e documentaria, rilievo, analisi materica, tipologica e strutturale, studio delle tecniche costruttive, modifiche subite, fattori di degrado. Se la formazione multidisciplinare nel campo dell'ingegneria e dell'architettura non può non includere la disciplina del restauro, settore professionale nel quale gli ingegneri occupano oggi una posizione sempre più rilevante, l'impostazione metodologica adottata vede il progetto come momento di sintesi, assicura l'acquisizione di capacità e di professionalità legate a una realtà e una tecnica in continuo divenire, ma sempre nel pieno rispetto dell'edificio storico, del suo valore artistico, del suo significato architettonico.

2. Tecniche costruttive storiche e necessità funzionali: nuova vita e tutela del patrimonio monumentale

Come ormai ampiamente riconosciuto, l'istanza di conservazione deve essere temperata alle stringenti necessità funzionali e normative dell'architettura contemporanea; è pur vero, però, che al centro delle valutazioni sulla stabilità del costruito storico rimane la solida conoscenza delle tecniche costruttive tradizionali, necessaria tanto all'assolvimento delle istanze conservative, nonché al conseguimento di un'effettiva quanto irrinunciabile omogeneità strutturale, ottemperando altresì all'esigenza di perpetuarne memoria e cultura materiale. Il corso e il laboratorio ReA_TV forniscono i supporti conoscitivi e gli strumenti progettuali di introduzione alle molte sfaccettature di una disciplina complessa e poliedrica, quale è il restauro architettonico, collocato tra gli insegnamenti caratterizzanti il corso di laurea magistrale a ciclo unico in Ingegneria Edile-Architettura. Il corso punta a formare un profilo culturale e professionale di ingegnere-architetto atto a coniugare formazione umanistica, scientifica e tecnica in un percorso didattico organicamente disposto in cinque anni, senza soluzione di continuità. Nella prospettiva di sviluppare una sensibilità attenta e rispettosa nei riguardi del patrimonio architettonico, e nella piena condivisione dell'assunto secondo il quale restauro e reinvenzione contemporanea possono convivere, purché nel rispetto dei caratteri peculiari dell'architettura storica e nell'esercizio di una buona pratica

del mestiere, nel decennio 2012-2022 per le esercitazioni del Laboratorio ReA_TV, coordinate dalla autrice di questo saggio, sono stati selezionati edifici nell'ambito del patrimonio architettonico, urbano, archeologico, nonché nell'ambito dell'adeguamento impiantistico e della riconversione funzionale. Gli studi sono stati condotti in convenzione con diversi enti e istituzioni culturali nazionali, ma anche in collaborazione con alcuni proprietari di edifici privati, attraverso i bandi di concorso promossi, tra le altre, dall'Associazione Dimore Storiche del Lazio. Le ricerche hanno interessato edifici delle città di Palestrina e Castel San Pietro Romano, complessi archeologici di Villa Adriana, fontane di Villa d'Este a Tivoli - in particolare quella del Nettuno [Fornari, Minucci 2021]², le palazzine del complesso berniniano dell'Assunta e il parco Chigi in Ariccia, la Villa Mergé di Frascati, solo per citarne alcuni. Per tutti si è proceduto dalla consultazione degli studi editi e dallo spoglio della documentazione archivistico-iconografica, al rilievo architettonico e alla caratterizzazione materica, strutturale e del degrado. Gli approfondimenti in materia di consolidamento strutturale sono condotti in collaborazione con colleghi specialisti di problemi statici delle murature storiche, che con noi condividono la necessità di un approccio "omeopatico" al restauro [Cangi 2012]. Attualmente, oltre alle ricerche previste dalla convenzione in essere con la direzione di Villa Adriana-Villa d'Este a Tivoli, sono stati avviati nuovi studi in collaborazione con l'Archivio di Stato di Roma - Fondo Genio Civile, dai quali stanno emergendo dati rilevanti in merito a interventi di restauro condotti tra gli anni '30 e '60 del Novecento sui principali monumenti romani.

I primi studi del Laboratorio ReA_TV si sono concentrati sull'edilizia di culto della città di Palestrina. Nella convinzione che conservazione e valorizzazione debbano passare in primo luogo attraverso la diffusione della conoscenza, specie nei territori di appartenenza, nel 2012 è stata attivata una convenzione di ricerca tra l'Università di Roma Tor Vergata e la Diocesi di Palestrina, il cui obiettivo era il recupero culturale e materiale di un patrimonio architettonico poco conosciuto e di insospettata qualità. Gli studi si sono concentrati in particolare su edifici sorti sulle preesistenze antiche, nei quali la stratificazione storica costituisce prioritario elemento di interesse; tra questi figurano le chiese della Madonna dell'Aquila, di Sant'Egidio, di Santa Maria in Villa, di Sant'Andrea, di San Francesco, dell'Annunziata, di Santo Stefano alla Portella e la chiesa di Santa Rosalia. Altri edifici del territorio, quali la chiesa di Santa Maria Maddalena a Capranica Prenestina e la chiesa di San Pietro Apostolo a Castel San Pietro Romano sono stati oggetto di tesi di laurea magistrali in Ingegneria Edile-Architettura. Di tutti gli edifici sono stati indagati storia, caratteri architettonici, consistenza materica e stato di conservazione. I dati reperiti dall'esigua bibliografia esistente sono stati integrati dallo spoglio della documentazione d'archivio custodita presso l'Archivio Storico Diocesano di Palestrina, determinante ai fini della piena comprensione dei caratteri storico-costruttivi e materiali degli edifici prenestini [Marconi 2016]. I dati documentali sono stati intersecati con quelli forniti dalle campagne di rilievo e dalle analisi condotte su materiali costituenti, apparecchi murari, strutture, fasi costruttive e stato di degrado.

² Lo studio della fontana del Nettuno è stato integrato dalle ispezioni condotte grazie all'allestimento dei ponteggi necessari alle analisi strumentali, preliminari a un primo intervento di pulitura effettuato nel maggio 2021.

Ne è emerso un quadro di ampio interesse, nel quale si distingue il ruolo delle preesistenze archeologiche, adottate come giaciture privilegiate per l'edificazione di chiese e conventi, nonché per la modellazione dell'intero tessuto urbano di Palestrina, sorto sulle solide perimetrazioni murarie del santuario di età repubblicana dedicato alla dea Fortuna [Fasolo, Gullini 1953; Gatti, Agnoli, 2001]. Tra tutti, si ricordano la basilica cattedrale di Sant'Agapito e il complesso carmelitano dedicato a Sant'Antonio abate [Moccia, Spaziani 2012; Di Paola 2012, Marconi 2016; Marconi 2019].



Figura 1-2. Palestrina, chiesa di Santa Rosalia nel palazzo Colonna-Barberini, da *Imago Ecclesiae. Conoscenza e recupero dei luoghi di culto prenestini: esperienze didattiche*, mostra a cura di Università degli studi di Roma Tor Vergata e Diocesi Suburbicaria di Palestrina, aprile 2013.

Le ricerche hanno inoltre confermato la diffusa presenza di danni procurati dal ruscellamento dell'acqua attraverso macro e micro fenditure presenti nella roccia calcarea del monte Ginestro, sul quale sono stati edificati. La risalita per capillarità di copiose quantità d'acqua favorisce l'insorgenza di vistosi fenomeni di degrado in tutte le più importanti chiese di Palestrina, come nella chiesa palatina di Santa Rosalia [Marconi in pubblicazione]. Gli esiti di tali studi sono stati illustrati nell'aprile 2013 nella mostra *Imago Ecclesiae. Conoscenza e recupero dei luoghi di culto prenestini: esperienze didattiche*, organizzata dall'Università di Roma Tor Vergata in collaborazione con la Diocesi di Palestrina.

Il viscerale legame tra preesistenze antiche e patrimonio costruito prenestino fu rinsaldato dal costante ricorso al reimpiego dei materiali di spoglio, come dall'inserimento di interi brani murari antichi negli apparecchi costruttivi di età medievale e moderna, ancora chiaramente distinguibili. Ampi brani di *opus mixtum reticulatum*, perfettamente eseguito e conservato, affiorano, tra gli altri, nei muri perimetrali della chiesa di Santa Maria in Villa, oggi inclusa nell'area di pertinenza del cimitero comunale di Palestrina e già inglobata tra le strutture di elevazione di un prestigioso complesso residenziale di età imperiale, denominato "Villa di Adriano" allorché, nel 1793, vi fu rinvenuta la celebre statua dell'Antinoo (poi Braschi).

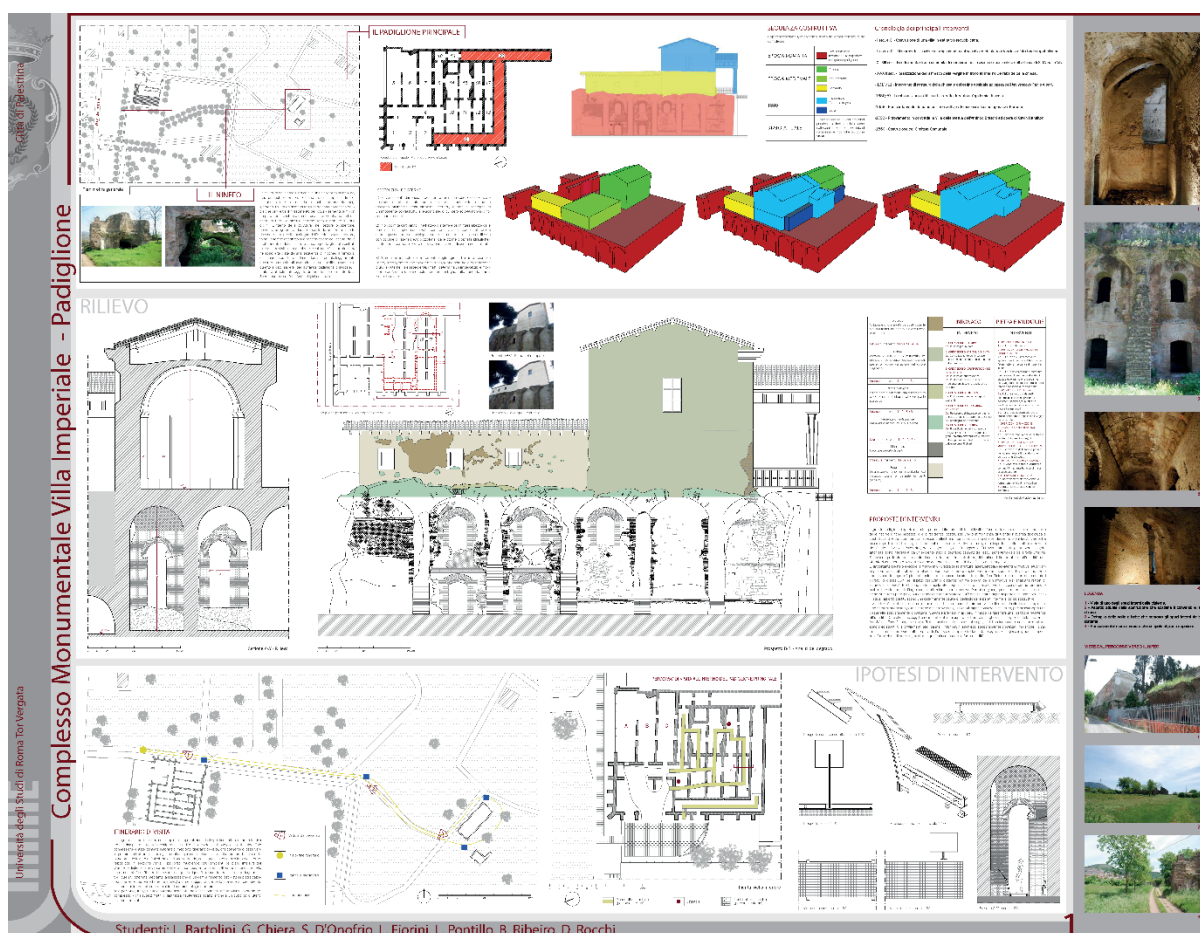


Figura 3. Palestrina, cd complesso monumentale della Villa imperiale e chiesa di Santa Maria in Villa, da *Imago Ecclesiae. Conoscenza e recupero dei luoghi di culto prenestini: esperienze didattiche*, mostra a cura di Università degli studi di Roma Tor Vergata e Diocesi Suburbicaria di Palestrina, aprile 2013.

Le campagne di rilievo hanno chiarito la serrata relazione tra il poderoso impianto sostruttivo della villa, articolato in imponenti concamerazioni, e il corpo della chiesa che vi fu sovrainposta in età medievale dalla comunità di monaci benedettini, che, nel XII secolo, ne riadattò gli spazi alle proprie necessità di vita e di preghiera. Delle fasi storiche successive si conserva l'immagine ad affresco della Vergine in trono con Bambino e angeli, rinvenuta durante le nostre campagne di rilievo, cui ha fatto seguito un primo intervento di recupero e messa in sicurezza, che ha riportato in luce la bicromia bianco e oro dell'ornato in stucco di gusto tardo cinquecentesco, celata sotto un arbitrario strato pittorico ottocentesco simulante marmi policromi³. La redazione di alcune tesi di laurea e le esercitazioni condotte nell'ambito di ReA_TV hanno incluso una campagna di monitoraggio ambientale e simulazioni termodinamiche [Cornaro, Marconi, Saporì, 2016].

Agli studi sul patrimonio architettonico si associano le ricerche dedicate a quello archeologico. La convenzione in essere con l'Istituto Villa Adriana-Villa d'Este favorisce lo studio e l'analisi diretta di alcuni importanti complessi della Villa di Adriano a Tivoli, mediante campagne di rilievo dedicate, integrate da restituzioni grafiche comprensive di caratterizzazione materica e mappatura del degrado. Complessi quali i cd. Hospitalia, il Padiglione di Tempe, la Caserma dei Vigili e la Casa D'Offizi sono stati anche oggetto di

³ L'intervento è stato illustrato da Daphne De Luca alla giornata di studi *Regina Angelorum. La chiesa di Santa Maria in Villa a Palestrina e il suo affresco ritrovato* (Palestrina, 7 febbraio 2009).

approfondimenti specifici, confluiti in alcune tesi di laurea magistrale e pubblicazioni dedicate [Cinque, Marconi 2018].

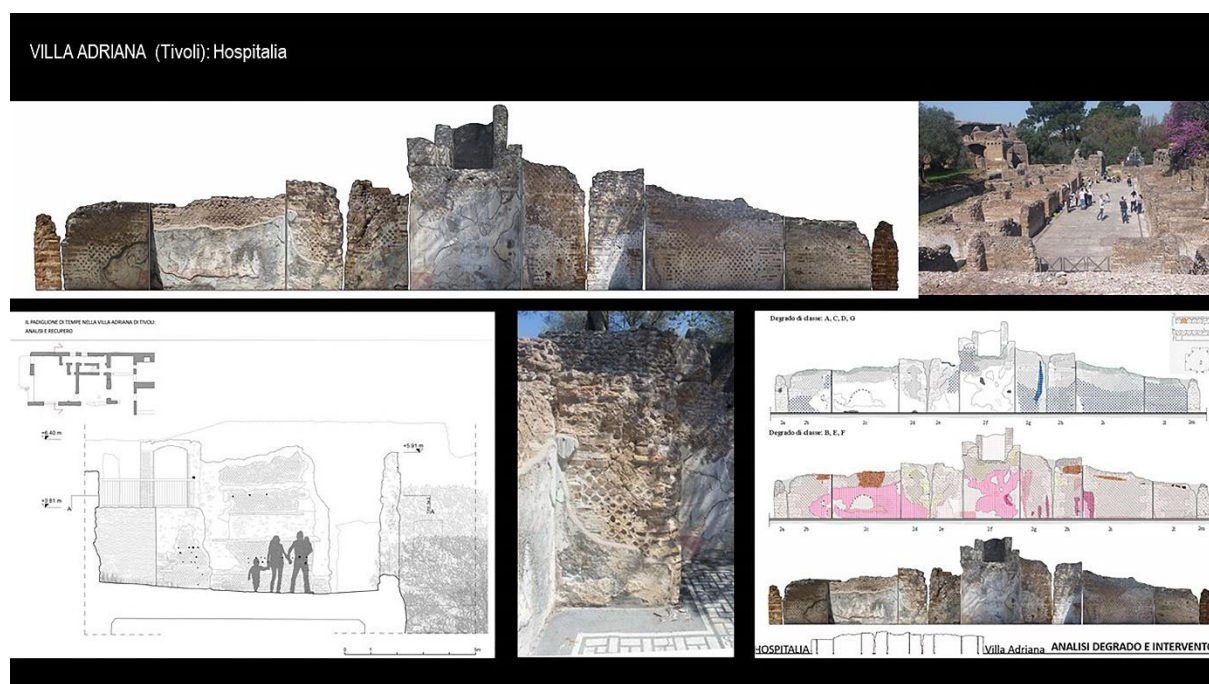


Figura 4. Tivoli, Villa Adriana, complesso dei cd Hospitalia, da Laboratorio ReA_TV 2017.

Ultimo in ordine di tempo, il progetto interdisciplinare “Valle Picta”⁴, mira al recupero e alla musealizzazione dell’area ubicata a est del circuito di visita di Villa Adriana, non aperta al pubblico. Così definita per la preziosità dei reperti di pavimentazioni in *opus sectile*, pitture e decorazioni in stucco policromo, l’area di *Valle Picta* include la cd Casa D’Offizi, caratterizzata dalla presenza di almeno tre complessi adrianei, parzialmente interrati, con murature fuori terra parzialmente incluse in solidi murari di epoche successive e ambienti con volte dipinte e decorate a stucco. Il complesso D’Offizi, già oggetto delle esercitazioni del Laboratorio ReA_TV nel maggio-giugno 2022, con conseguente produzione dei primi elaborati di rilievo e caratterizzazione materica e del degrado, è attualmente tema della tesi di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura di Federico Del Grande (relatore Nicoletta Marconi, correlatore Cristina Cornaro), che sarà discussa a inizio 2023.

3. Didattica e ricerca: esiti e prospettive

Tra gli altri casi studio indagati, si ricordano la Villa Mergé a Frascati e la Villa Chigi di Castelfusano. Queste ultime sono state oggetto del concorso di idee per restauro e valorizzazione, bandito dall’Associazione Dimore Storiche del Lazio negli anni 2019 e 2022, al quale hanno partecipato alcuni allievi di ReA_TV⁵. L’osservazione diretta dell’edificio ha favorito il riconoscimento di tecniche ed elementi propri della pratica costruttiva romana, documentata, tra gli altri, dal *Manuale del Recupero del Comune di Roma* [Manuale 1989], con il quale è stata utilmente posta a confronto. I preziosi ammattonati in cotto e i soffitti

⁴ Progetto MIC-Istituto Va-Ve, Soprintendenza Archeologica per il Lazio, Università di Roma Tor Vergata.

⁵ Si ringraziano Massimo e Patrizio Mario Mergé per la disponibilità e l’accoglienza.

lignei di Villa Mergè, aderenti alla tradizione di primo Seicento, hanno costituito temi specifici di approfondimento [Mergè 2021]. Nel caso della Villa Chigi di Castelfusano, invece, per esplicita volontà della proprietà, il progetto si è per lo più concentrato sull'ampio parco e sullo spazio verde di immediata pertinenza della residenza, per la cui redazione sono stati approfonditi storia e modificazioni dell'intero complesso⁶.

Nel 2021, tema prescelto per il medesimo premio dell'Associazione Dimore Storiche del Lazio è stato invece il seicentesco Triangolo Barberini di Palestrina⁷. Tale occasione ha consentito di integrare la conoscenza di un edificio tra i più singolari e interessanti del barocco laziale, già oggetto del laboratorio ReA_TV 2015, della tesi di laurea magistrale di Flavia Carnevale [Carnevale 2017] e delle nostre ricerche presso l'Archivio Barberini in Vaticano [Marconi in pubblicazione], dalle quali sono emersi elementi utili alla revisione di attribuzioni e cronologia [Marconi in stampa]. Nel medesimo ambito prenestino, un accordo esclusivo di studio stipulato nel 2012 con la proprietà ha consentito l'accesso all'ala privata del palazzo Barberini, all'annesso ninfeo e alla chiesa palatina di Santa Rosalia, dei quali sono stati analizzati, per la prima volta in modo sistematico e approfondito, struttura e impianto, fasi costruttive e trasformazioni. I dati architettonici, materici e strutturali raccolti durante le campagne di rilievo sono stati posti a confronto con le informazioni reperite dal contestuale spoglio della documentazione d'archivio, in parte inedita, per una revisione della storia nota della dimora prenestina, che si auspica utile a futuri interventi di restauro. I risultati di tali ricerche sono confluiti in tre tesi di laurea magistrale a firma di Ivan Mitidieri, Valentina Florio [Florio 2012] ed Elena Eramo, nonché in alcuni saggi pubblicati in volumi collettanei, atti di convegni e riviste [Marconi, Eramo 2017; Florio 2018; Marconi 2020]; altri sono invece attualmente in pubblicazione [Marconi in pubblicazione; Florio, Marconi in pubblicazione].



Figura 5. Palestrina, Triangolo Barberini nel complesso dei Casini ai Prati.

⁶ Associazione Dimore Storiche del Lazio, IV edizione del concorso di idee *“Costruiamo la nostra bellezza” per il restauro e la valorizzazione della Villa Chigi di Castel Fusano e del suo parco*, maggio 2022. Primo premio assegnato al progetto *“Villa Chigi: tutela e valorizzazione”*, elaborato dagli studenti Beatrice Bucci, Federica Costa, Cesare Di Luca del corso ReA_TV 2022.

⁷ Associazione Dimore Storiche del Lazio, III edizione del concorso di idee *“Costruiamo la nostra bellezza” per il restauro e la valorizzazione il restauro e la valorizzazione del Triangolo Barberini e dei suoi annessi*. Il gruppo ReA_TV 2021 si è classificato al secondo posto.



Figura 6. Palestrina, Palazzo Colonna Barberini e chiesa di Santa Rosalia.

Le nostre ricerche sono state indirizzate anche all'ambito dei borghi storici. In convenzione con il Comune di Castel San Pietro Romano, il gruppo di lavoro ReA_TV ha redatto le *Linee Guida per il recupero del centro storico del Comune di Castel San Pietro Romano*, presentate nel luglio 2021 [Marconi, Florio, Pizzuti 2020] e finalizzate alla tutela dei caratteri storico-architettonici distintivi del borgo. La schedatura del costruito storico, pubblico e privato, residenziale e monumentale, e l'analisi diretta dei singoli manufatti, corredata da rilievi e repertori fotografici, hanno consentito di mappare tipologie, caratteri costruttivi e materiali della tradizione edilizia locale, così come quelli ad essa sovrainposti nel dopoguerra [Pizzuti 2021]. È stato così possibile mettere a punto uno strumento utile a indirizzare correttamente le operazioni di recupero e ristrutturazione del patrimonio edilizio, pubblico e privato, così da prevenire interventi incongrui o impropri.

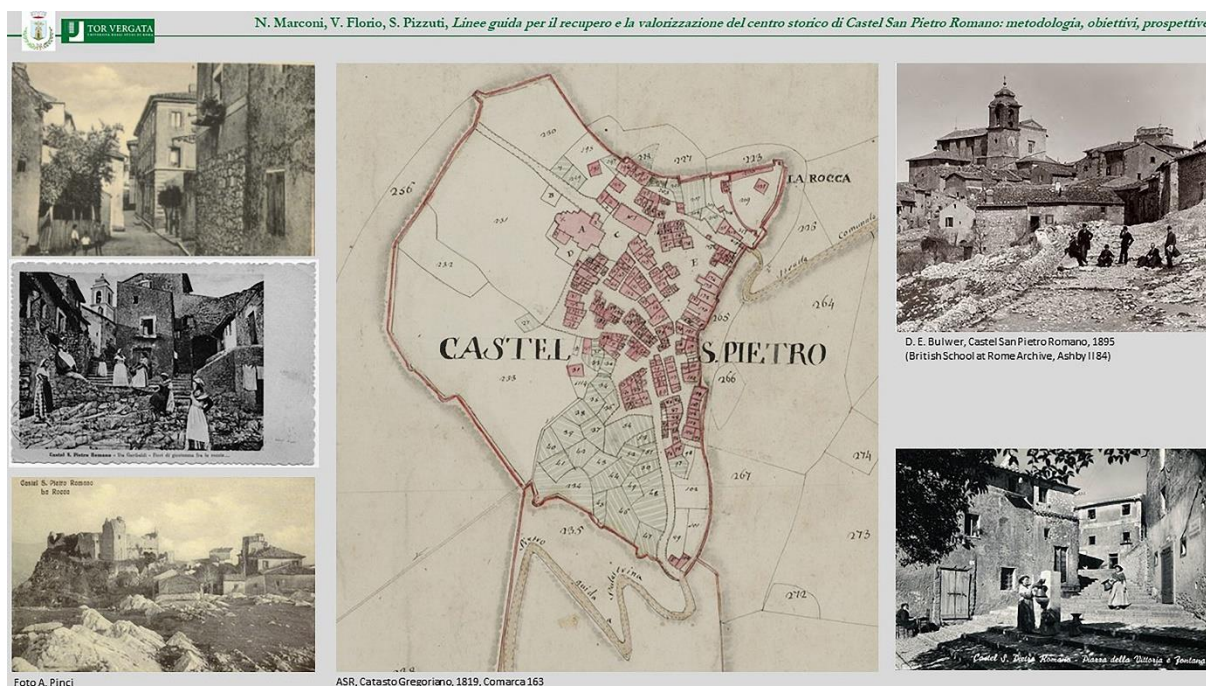


Figura7. N. Marconi, V. Florio, S. Pizzuti, Linee guida per il recupero e la valorizzazione del centro storico di Castel San Pietro Romano, da Seminario di studi *Indirizzi di pratica per il recupero del "Borgo più bello del Mediterraneo"*, Castel San Pietro Romano, luglio 2021.

Occorre infine accennare alle ricerche, attualmente in corso, condotte in convenzione con l'Archivio di Stato di Roma, e in particolare con la sezione Fondo Genio Civile e sue articolazioni, diretto da Vincenzo De Meo, che ringraziamo. In particolare, lo studio della documentazione del Genio Civile consente di approfondire principi, metodi e tecniche d'intervento adottati nell'ambito del patrimonio architettonico e monumentale, del restauro e del consolidamento strutturale dalla fine dell'Ottocento alla prima metà del Novecento. I primi dati reperiti consentono un utile aggiornamento delle conoscenze sulle procedure esecutive, nella prospettiva di una rilettura critica della pratica del restauro del tempo e della programmazione di future attività di recupero e conservazione. Per i fondi *Chiese, Belle Arti e Ufficio Speciale per il Tevere e l'Agro Romano* è in corso l'elaborazione di un archivio di documenti georeferenziati (anche su cartografia storica), in grado di associare i dati acquisiti alle singole opere, per un'utile diffusione di dati utili a futuri processi di conservazione e valorizzazione [Marconi, Giannetti, Florio, 2022].

4. Adeguamento o miglioramento impiantistico? Tecnologia, tradizione e buone pratiche.

Nell'ambito di ReA_TV la complessa questione dell'inserimento degli impianti nell'edilizia storica è affrontata con atteggiamento critico e mai scontato, tale da coniugare la conoscenza degli aspetti formali dell'architettura storica alle sue potenzialità intrinseche e all'analisi funzionale. Il complesso rapporto tra architettura storica e impianti costituisce una stimolante sfida progettuale, piuttosto che un limite. Dati i molti vincoli normativi e la fisiologica incompatibilità delle moderne innervazioni tecniche con il patrimonio architettonico, lo studio degli accorgimenti "impiantistici" del passato e dell'eventuale predisposizione dell'edificio storico ad accoglierne di nuovi, costituisce fase imprescindibile delle ricerche [Rossini 2015]. Solo la piena conoscenza dell'edificio, infatti, può condurre ad un progetto di miglioramento impiantistico consapevole e rispettoso, che dovrà essere supportato dalla conoscenza dei principi guida e da sensibilità progettuale, indispensabile all'acritica ripetizione di schemi e formule prestabilite. Una ricerca mirata, fondata sulla conoscenza e sull'invenzione di soluzioni adeguate conduce alla selezione di materiali, prodotti e tecniche innovativi, ma compatibili con la specificità dell'edificio cui sono destinati, nella ribadita validità del "caso per caso" [Montenero, Sartor 2013]. Allo stesso tempo, occorre adottare specifiche logiche d'intervento progettuali, dalla riqualificazione alla riorganizzazione, tali da realizzare condizioni di flessibilità d'uso, evitando cristallizzazioni nel tempo di soluzioni poco adatte o compatibili con la natura stessa dell'edificio. Sarebbe dunque opportuno ricorrere a tecnologie efficaci ma reversibili, in grado di non stravolgere la natura intima del manufatto, ma di rispondere alle necessità del nostro tempo e soddisfare le richieste della normativa attuale, nel confine sottile tra adeguamento e miglioramento impiantistico. Nell'affrontare il rinnovo delle dotazioni impiantistiche di un edificio storico è dunque necessario interrogarsi sui principi ispiratori e sugli obiettivi progettuali. È necessario, in altre parole, ridurre l'impatto degli elementi tecnici sul corpo di fabbrica e, al contempo, ottenere il massimo risultato in termini di funzionalità ed efficacia, convertendo il più possibile le trasformazioni prodotte a vantaggio del manufatto [Carbonara 2001]. Nel corso ReA_TV obiettivo prioritario è l'individuazione di buone pratiche d'inserimento degli impianti tecnologici, nel rispetto della compatibilità atta a preservarne caratteri architettonici e apparati decorativi, pur nella garanzia di fruibilità.

A tal proposito, le *Linee guida di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale* [MIC 2015] suggeriscono possibili integrazioni volte a individuare indirizzi di pratica – fondati su rigore scientifico e aggiornamento tecnico - utili ai progettisti

incaricati di interventi di restauro, recupero o riconversione funzionale di manufatti di particolare rilevanza storica [Florio 2021]. Oltre alle specifiche materiche e costruttive, le integrazioni alle *Linee di indirizzo* rivolgono particolare attenzione ai sistemi impiantistici storici e alla valutazione di spessori murari, coperture, infissi e pavimenti, nonché al rilievo di nicchie, canne fumarie, cavità e cavedi di vario genere presupposto conoscitivo indispensabile alla piena comprensione del comportamento dell'edificio dal punto di vista energetico e alla valutazione di possibili integrazioni. Le *Linee di indirizzo* MIC rappresentano un ottimo strumento per approfondire, anche dal punto di vista didattico, le riflessioni su tale articolato argomento e il loro carattere interdisciplinare induce a un atteggiamento ottimista riguardo possibili e ulteriori sviluppi, con potenziali risvolti positivi anche in ambito giuridico e legislativo. Oltre alla conoscenza e al rispetto dei caratteri peculiari dell'architettura storica, occorre dunque diffondere presso i futuri progettisti una doverosa sensibilità all'individuazione e al possibile recupero di soluzioni costruttive e tecniche originali, desumibili dall'osservazione diretta, ma anche dallo studio della trattatistica architettonica e della manualistica tecnica, fonti preziose di informazioni e termini di confronto sempre necessari [Florio 2021, cap. 3].



Figura 8. Approfondimento tematico su restauro e miglioramento impiantistico del complesso delle Gallerie dell'Accademia a Venezia, da laboratorio ReA_TV 2019-2020.

Bibliografia

[Cangi 2012] Cangi G., *Manuale del recupero strutturale e antisismico*, Roma 2012.

[Carbonara 2001] G. Carbonara, *Trattato di restauro architettonico. Impianti*, Torino 2001, vol. VII.

[Carnevale 2017] F. Carnevale, *Proposta di valorizzazione per il territorio di Palestrina: programma di intervento e recupero del Triangolo Barberini*, tesi di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura, Università di Roma Tor Vergata, Roma 2017.

[Cinque, Marconi 2018] *Villa Adriana. Passeggiate iconografiche*, a cura di G. E. Cinque e N. Marconi, Foligno 2018.

[Cornaro, Marconi, Saporì, 2016] C. Cornaro, N. Marconi, D. Saporì, *Sustainability aspects related to preservation of historical buildings: a case of intervention*, in "16th CIRIAF National Congress Sustainable Development, Human Health and Environmental Protection", Assisi, Italy. April 7-9, 2016.

[Di Paola 2015] W. Di Paola, *Gli edifici ecclesiali del territorio prenestino: Palestrina - Castel San Pietro Romano - Capranica Prenestina: rilievi inediti di chiese, conventi ed edifici antichi*, Ariccia 2015.

[Fasolo, Gullini 1953] F. Fasolo, G. Gullini, *Il santuario della Fortuna Primigenia a Palestrina*, Roma 1953.

[Florio 2012] V. Florio, *Il palazzo Colonna-Barberini a Palestrina e il suo ninfeo: storia e recupero*, tesi di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura, Università di Roma Tor Vergata, Roma 2012.

[Florio 2018] V. Florio, *Il ninfeo del Palazzo Colonna – Barberini a Palestrina: nuove scoperte per un recupero necessario*, in *Atti del Convegno CICOP*, a cura di V. D. Porcari, Matera 2018, pp.164-177.

[Florio 2021] V. Florio, *Restauro architettonico e miglioramento impiantistico. Dalla pratica storica all'integrazione delle linee guida d'intervento MIBACT*, tesi di dottorato in Ingegneria Civile – Architettura e Costruzione, XXXII ciclo, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma 2021.

[Florio, Marconi in pubblicazione] V. Florio, N. Marconi, "Un Teatro che assolutamente è cosa di stupore": *architettura, costruzione e restauri del ninfeo di palazzo Colonna-Barberini a Palestrina*, in pubblicazione.

[Fornari, Minucci 2021] F. Fornari, L. Minucci, *La fontana del Nettuno in Villa d'Este a Tivoli: ricognizione storica, indagini conoscitive e consolidamento delle grotte*, tesi di laurea magistrale, Università degli studi di Roma Tor Vergata, 2021.

[Gatti, Agnoli, 2001] G. Gatti, N. Agnoli, *Palestrina. Santuario della Fortuna Primigenia. Museo archeologico prenestino*, Roma 2001.

[Manuale 1989] *Manuale del recupero del Comune di Roma*, a cura di P. Marconi, F. Giovanetti, E. Pallottino, Dei, Roma 1989 (2000).

[Marconi 2016] N. Marconi, *Filologia, cultura, significato. Ricerche sui centri storici e sul patrimonio architettonico del territorio prenestino*, in *Paolo Marconi architetto-restauratore. Filologia della ricostruzione e cultura del patrimonio*, a cura di E. Pallottino, A. Pinelli, in *Ricerche di Storia dell'Arte* 116-117, 2015 (2016), pp. 60-62.

[Marconi 2019] N. Marconi, *Furio Fasolo per la basilica cattedrale di Sant'Agapito in Palestrina: restauri 1957-1974*, in *Realtà dell'architettura fra materia e immagine. Per Giovanni Carbonara: studi e ricerche*, a cura di D. Esposito e V. Montanari, n.s. «Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura», I, pp. 869-874.

[Marconi 2020] N. Marconi, *Principi e cardinali Barberini per la città di Palestrina (1630-1750): da feudo di provincia a "Città del Sole"*, in *La città globale. La condizione urbana come fenomeno pervasivo/The Global City. The Urban condition as a pervasive phenomenon*, a cura di M. Pretelli, R. Tamborrino, I. Tolic, AISU Insight 1, AISU International, Torino 2020, I, pp. 70-81.

[Marconi in pubblicazione] N. Marconi, *La chiesa di Santa Rosalia nel palazzo dei principi Barberini a Palestrina. Architettura e costruzione dai documenti della Biblioteca Apostolica Vaticana*, Città del Vaticano, collana “Studi e testi della Biblioteca Apostolica Vaticana”, in pubblicazione.

[Marconi in stampa] N. Marconi, “*Palazzino di meravigliosa vaghezza*”. *Il Triangolo Barberini, i Casini ai Prati e la chiesa di San Filippo Neri a Palestrina: note su costruzione e restauri dai documenti d’archivio*, in “AISTARCH”, 13, 2023, in stampa.

[Marconi, Giannetti, Florio, 2022] N. Marconi, I. Giannetti, V. Florio, *Fonti e strumenti digitali per la conoscenza e la tutela del patrimonio costruito di Roma*, in “RA-Restauro Archeologico. Conoscenza, conservazione e valorizzazione del patrimonio architettonico”, atti del Convegno Internazionale 1972-2022. *World Heritage in transition about management, protection and sustainability*, Firenze 18-19 novembre 2022, vol. I, pp. 322-327.

[Marconi, Eramo 2017] N. Marconi, E. Eramo, *La chiesa di Santa Rosalia nel palazzo Colonna-Barberini di Palestrina: committenza e cantiere*, in “Studi e ricerche di Storia dell’Architettura”, 2 (2017), pp. 46-63.

[Marconi, Florio, Pizzuti 2020]

N. Marconi, V. Florio, S. Pizzuti, *Castel San Pietro Romano: Linee Guida per il recupero del “Borgo più bello del Mediterraneo”*, Roma 2020.

[Mergè 2021] *Concorso di idee per la valorizzazione e il restauro di Villa Mergè “Palazzetto” e del suo parco*, a cura di P. M. Mergè, Roma 2021.

[MIC 2015] Ministero Italiano della Cultura, *Linee di indirizzo per il miglioramento dell’efficienza energetica nel patrimonio culturale. Architettura, centri e nuclei storici ed urbani*, in “I Beni Culturali. Tutela, valorizzazione, attività culturali architettura contemporanea e turismo”, Viterbo 2015, XXIII, nn. 1-6.

[Moccia, Spaziani 2012] S. Moccia, V. Spaziani, *La chiesa e il complesso conventuale di Sant’Antonio in Palestrina: storia, costruzione, restauro*, tesi di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma 2012.

[Montenero, Sartor 2013] A. Montenero, A. Sartor, *Tutela degli edifici storici e impianti tecnologici*, in “AR”, 108, 2013, pp. 38-40.

[Pizzuti 2019] S. Pizzuti, *Castel San Pietro Romano: linee guida per il recupero del “Borgo più bello del Mediterraneo”*, tesi di laurea magistrale in Ingegneria e Tecniche del Costruire, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma 2019.

[Rossini 2015] V. Rossini (et.al.), *La problematica impiantistica nella conservazione e tutela del patrimonio storico*, in “AR”, 112, 2015, pp. 124-126.

Behavioural-design-based risk assessment and mitigation against floods in historical urban built environment: a virtual reality approach

Bernardini Gabriele - Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, g.bernardini@univpm.it

D'Amico Alessandro - Università degli Studi di Roma La Sapienza, Roma, Italy, alessandro.damico@uniroma1.it

Enrico Quagliarini - Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, e.quagliarini@staff.univpm.it

Ruggiero Lovreglio - Massey University, Auckland, New Zealand, r.lovreglio@massey.ac.nz

Abstract: Risk-mitigation in historical Urban Built Environments (UBEs) should be designed by considering not only historical scenarios and hazard features but also their users and how they respond to emergencies. Flood is a critical disaster in historical UBEs, mainly in outdoor public spaces, essentially because of users' interactions with floodwaters spreading in the complex and narrow urban fabric. A behavioural-design (BD) approach could support risk assessment and effectiveness evaluation of mitigation strategies since it relies on analyses of users' emergency behaviours. This work is aimed at developing and verifying a novel approach to these tasks, by employing Virtual Reality (VR) and Serious Game (SG) criteria. VR allows representing and testing different UBE features, flood conditions and mitigation strategies in a sustainable manner. SG ensures a high volunteers' engagement in tests. A module VR-SG tool is here developed and tested for a typical riverine historical UBE, involving more than 100 volunteers. Preliminary tests demonstrated how the approach provides results similar to those of real-world scenarios, while insights on how to improve the tool are also discussed. The proposed system can be used by stakeholders to preliminarily assess risk and verify the impact of mitigation strategies under different scenarios before their implementation.

Keywords: historical urban built environment; risk mitigation; flood; virtual reality; behavioural design

1. Introduction

Risk in historical Urban Built Environment (UBE) due to flood is mainly due to the combination of vulnerability and hazard [1,2], which affects the water spreading into the UBE layout and the possible damages to the Heritage and to the related users' interactions with the floodwater levels (i.e. the depth and speed of the water can reduce the users' evacuation speed and pose problems for their stability). To mitigate flood risk, structural and non-structural measures can be implemented in the UBE [3]. Structural measures are more related to engineered interventions aimed at reducing the volume of floods so as to impede or reduce floodwaters spreading in the historical UBE, and therefore, from a general perspective, they also try to limit the necessity of evacuation procedures [1,4]. Other structural measures rely on architectural-implemented strategies in the UBE, such as layout configuration, building components and furniture installation, which can be indeed useful in case of evacuation too, giving direct support to the population (i.e. to pedestrians). Non-structural measures aim instead to implement on one side building codes, land-use planning laws, and regulations; and on the other side flood-adapted design, preparation, and evacuation planning [5]. Both structural and non-structural measures can be reactive (response-oriented) or proactive (risk reduction). Among all these measures, the non-

structural ones are surely more related to users' behaviour and can be useful to reduce the exposure factor in flood risk and could be combined with UBE layout-oriented strategies.

Implementing such measures in historical UBEs should consider how conservation tasks and requirements tasks are essential in the process, thus also facing the specificities of historical buildings construction (i.e. materials and techniques), the particularities of urban fabrics (i.e. special typologies and irregularities of pathways), the presence of non-resident people and so not aware of the escape routes (i.e. tourists), and moreover the cultural significance of assets [6]. For this reason, they should be placed in the UBE where needed and how they are needed, so as to minimize their impact on the Heritage.

Insights from previous works investigating users' behaviours in case of flood emergency and evacuation can be hence exploited in view of the behavioural connection between mitigation measures and human response, as for other kinds of disasters [7]. Such studies took advantage of both experimental activities and real floods analysis [8,9]. In particular, pedestrian evacuation is one of the most critical investigated scenarios in view of safety problems for people while moving in floodwaters. Furthermore, in complex historical UBEs characterized by narrow streets, pedestrian evacuation could be the only way to escape from flood, especially in case of poor early warning systems [1,10]. Besides the analysis of pedestrian evacuation speed depending on the floodwater height and depth [11], previous works succeeded in defining critical interactions in the UBE depending on the UBE elements themselves by also highlighting specific interactions in outdoor public spaces. Protective behaviours are deliberately activated respectively towards fixed and movable objects in the UBE [8,12]. Fixed obstacles are perceived as support elements in motion since people can also hang on them by limiting stability problems due to the floodwater levels [13] and additionally improving motion speeds [14]. People generally try to move 1m to 2m far from buildings to take advantage of these kinds of physical support [15]. On the contrary, movable obstacles are perceived as dangerous elements since they are dragged by floodwaters. Protective behaviours also refer to the attraction towards areas with lower floodwater levels, i.e. depth, including raised areas in the urban fabric, are also noticed [8]. Pedestrians hence try to collect information on danger issues due to the floodwater-induced modifications to the UBE, as for other kinds of emergencies [16]. If moving upstairs is not possible [17], pedestrians tend to move towards raised platforms, on top of hills or even climb onto benches or low walls and wait for rescuers' arrival in a temporary safe area [8]. Attractive phenomena are generally noticed between pedestrians while moving to gain reciprocal support and between pedestrians and rescuers to directly receive help and support on where to go and what to do [8,9]. Anyway, such a social attraction to other pedestrians can lead to the activation of hazardous phenomena, such as wrong evacuation choices due to herding behaviours and time-wasting behaviours, such as waiting for other people in hazardous areas or trying to support people in danger without having proper preparedness and resources. Finally, as for other kinds of disasters, people can take advantage of wayfinding and risk signs while selecting their evacuation paths [16], by overlapping such data with the other behavioural interactions defined above.

Thus, a Behavioural Design (BD) approach [7] could be used to support risk assessment and mitigation in historical UBEs stricken by floods, focusing on how proposed solutions can increase the users' safety in the immediate emergency evacuation phases because of these pedestrian behaviours. The BD approach can be firstly used to investigate human behaviours in an emergency to assess risks due to individual and collective dynamics and interactions with the UBE and its disaster-affected conditions. The analysis of real-world events is one of the most used ways to collect such data, but drills, including those in Virtual Reality (VR), could be exploited to reproduce emergency scenarios and vary specific stimuli to the people

(e.g., for flood, the floodwater conditions or the UBE configuration) [11,18]. Then, according to such behavioural results, solutions to support, guide and suggest to users how to properly behave in an emergency can be proposed and tested again by means of drills or simulation models [7].

In case of floods, drills are very hard to be organized in view of the dimension of the area affected by the disaster, as well as the necessity to properly reproduce floodwater conditions in the UBE. Thus simulation models are generally used [1,17,19], but they could be affected by behavioural assumptions of the models due to limitations in the input data. In this sense, Virtual Reality (VR) tools to support BD can be used by recreating different scenarios conditions in a sustainable and more effective manner [20–22], thus moving towards more immersive conditions for drills, with the possibility of reproducing different dangerous scenarios, allowing users to interact with the digital environment without any risk [20].

Serious Games (SG) methods can be coupled with VR tools for BD. SG can assess risk and train different kinds of users, including both decision makers, rescuers and citizens [23,24]. It has the advantage of using techniques typical of simulation games to create more engaging approaches in which a strong emphasis is put on emotional aspects, with a much greater retention potential [25]. VR and SG are often used to train people on how to respond in case of an emergency, but their combined use is not generally exploited to evaluate the effectiveness of different risk-mitigation strategies to be implemented in the UBE. In this sense, developed methods and the related tools should be validated to understand if SG-VR tests performed according to the BD criteria can replicate the phenomena noticed in real-world flood emergencies in UBEs.

In view of the above, this work is aimed at developing and preliminarily verifying a VR-based approach to support risk assessment in historical UBE and to evaluate the effectiveness of risk-mitigation strategies before their implementation in the physical scenario. According to the aforementioned BD perspective, the proposed approach implies a direct involvement of users who can be exposed to floods in UBEs. This approach is pursued thanks to SG. The preliminary verification phase involves tests with volunteers to assess similarities between behaviours activated in the VR environment in view of the proposed SG storyline, and in real-world UBEs, according to literature works. Verification tests are carried out by implementing a typological, historical UBE into the VR-SG tool.

2. Phases, materials and methods

This work is divided into two phases. The first one concerns the development of the VR-SG approach and of the related tool (Section 2.1). The second phase regards the exploitation of the tool in the BD approach and its verification with respect to real-world behaviours in flood emergencies in UBEs (Section 2.2). These phases have been applied to a significant application scenario by involving more than 100 volunteers to perform verification tests (Section 2.3).

2.1. VR-SG approach and tool development

The VR-SG tool was developed using the Unity game engine (version 2020.3.10f1), ensuring its application in both Immersive VR and non-immersive VR tests. Elements of references composing the BE are buildings, roads, signs, benches and raised areas in outdoor public spaces. These elements affect both floodwater conditions and pedestrian movements, according to Section 1. Water elements are simulated to represent such a flood scenario.

Moreover, Non-Players Characters (NPCs) are modelled to represent the avatars of other pedestrians and rescuers, including their animations.

In detail, the following literature evacuation behavioural interactions were modelled and considered as “interaction elements” [8,17,26]:

- A. *evacuation path choice*, both depending on the UBE layout and on the possibility of collecting information on floodwater features (i.e. height) where the pedestrian is placed. To this end, some common objects are included in the VR environment, such as street poles, benches and cars), which are considered as not dragged by the flood. Furthermore, urban and emergency wayfinding signs were also modelled ;
- B. *safe area choice*, to perform “shelter-in-place” strategies by moving upstairs, to reach an outdoor gathering area, or to prefer to stop the evacuation in a temporarily safe position (e.g. climbing on a bench to wait for rescuers’ arrival). In the last case, volunteers were informed that the bench could not represent a final evacuation target;
- C. *interaction with obstacles*, including both fixed (i.e. see point A) and movable (i.e. dragged by floodwaters, such as bins) obstacles, to verify if attractive and repulsive phenomena in motion;
- D. *interaction with other people*, modelled as NPCs, to verify attractive and repulsive phenomena in motion, including herding behaviours and the increased support to the evacuation due to the rescuers’ presence.

Different “story modules” were defined according to SG concepts to create a storyline for the BD tests in the VR environment, to include one or more of these behavioural interactions. Although “story modules” are generally aimed at outlining training objectives for recipients [27], in this work, they are used as interactive elements for the pedestrians to evaluate how volunteers interact with them during the VR experiments and so to assess if they can increase or decrease the pedestrian safety in the evacuation process due to their positioning in the historical UBE. 5 story modules were elaborated in reference to the layout of the historical UBE, and then combined according to the storyline in Figure 1 (numbers of the list refers to the “story modules” in Figure 1):

1. *Ground floor of a building*. The tests started from such an architectural space (1a in Figure 1) to verify the initial evacuation path choice. The volunteer could move downstairs or outside. Moving downstairs implied reaching a risky area, thus leading to “game-over” (that is, the end of the test). Moving outdoors implied moving into the UBE. Another building ground floor scenario was considered (1b in Figure 1) in connection with the square module. In this case, the volunteer should move upstairs towards a final indoor gathering area;
2. *Street with obstacles*. The volunteers moved along the street by interacting with fixed and movable obstacles (i.e. trash bins). This module also included the use of fixed obstacles and urban wayfinding signs for path selection (i.e. towards or far from the river);
3. *Crossroads*. The volunteers needed to choose the evacuation path by having the possibility to exploit common objects with known dimensions and urban wayfinding signs. The volunteers’ test ended (“game over”) if they selected a path characterized by critical floodwater conditions;
4. *Street with other pedestrians*. The volunteers moved along a street where NPCs were placed to assess interactions with other people;

5. *Square*. The volunteers moved into this outdoor public space to reach safe areas placed on a raised platform or inside a building (see previous point 1 of this list). Obstacles and NPCs were present too.

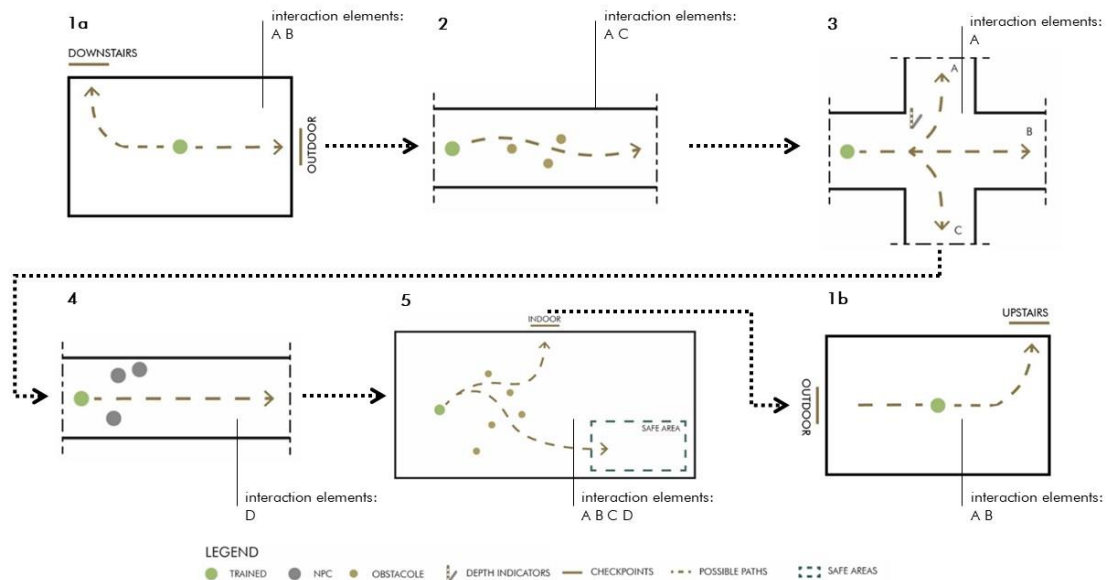


Figure 1. Tested storyline: for each story module, the related behavioural interaction elements are provided according to the codes in the main text.

2.2. Testing methods and verification criteria

Tests used non-immersive VR and First-Person Movement, ensuring a quick replication of the experiments but a reliable perspective of movement for the volunteers. The navigation was then performed through keyboard and mouse as locomotion methods, thus using a common approach and familiar devices to the volunteers [28].

In each test, the participant was preliminary “trained” on how to use such navigation controls in a specific environment having similar layout features to the testing one but no floodwaters and a significant abstraction level. Then, the volunteer was “teleported” inside the room at the ground floor of a building in the historical UBE. Then, each volunteer moved in the scenario according to the storyline in Figure 1. Comments to volunteers’ reasons for specific behavioural interactions according to the “story modules” were also collected at the end of the test.

For each volunteer, trajectories in VR environment were recorded in an anonymous manner. Then, the whole volunteers’ sample trajectories were merged to estimate the usage levels of the historical UBE spaces during the test by distinguishing data for each of the story modules in Figure 1. In particular, this work focused on the outdoor public spaces according to Section 1 literature overview and research aims. The outdoor public space has been discretized according to a 1m x 1m grid to detect discrete trajectories in respect of the ranges of distances between pedestrians and fixed objects [15].

Trajectory analyses were used for verifying common behaviour interactions according to the story module purposes for evaluating if common trends are shared in the VR and real-world

evacuation conditions. Beside such interactions, trends in the volunteers' position in outdoor public spaces were discussed with respect to the fixed obstacles to investigate locomotion-related issues between VR and real-world scenarios [15,28,29]. Finally, the percentage of volunteers completing their evacuation in each safe area or in a “game over” condition was assessed. Matlab R2021b was used to perform these analyses (www.mathworks.com/downloads, last access: 12/07/2022).

2.3. Application scenario and involved sample

The historical UBE investigated in the tests is a typological context of a historical riverine city, outlined and investigated by previous works [1]. Figure 2A shows that the layout represents a typical regular urban fabric, as in a *Cardo-Decumano* configuration, with streets width equal to 4m for those parallel to the river and to 6m for those orthogonal to the river. Figure 2A also shows the excerpt of the layout where tests were performed by identifying the position of the spaces according to the related “story module” code (compare with Figure 1), the main path connecting the “story modules” themselves (continuous orange line) and the position of safe areas, namely RSA as Raised Safe Area (placed in a raised platform in the square) and ISA as Indoor Safe Area (placed at upstairs in “story module” 1b). Figure 2A also traces outdoor paths leading to “game over” conditions (dashed blue line), which refer to the river direction (for “story module” 2), and the wrong crossroad direction (for “story module” 3). Figure 2B and Figure 2C respectively show views of a street and of the square in the VR UBE.

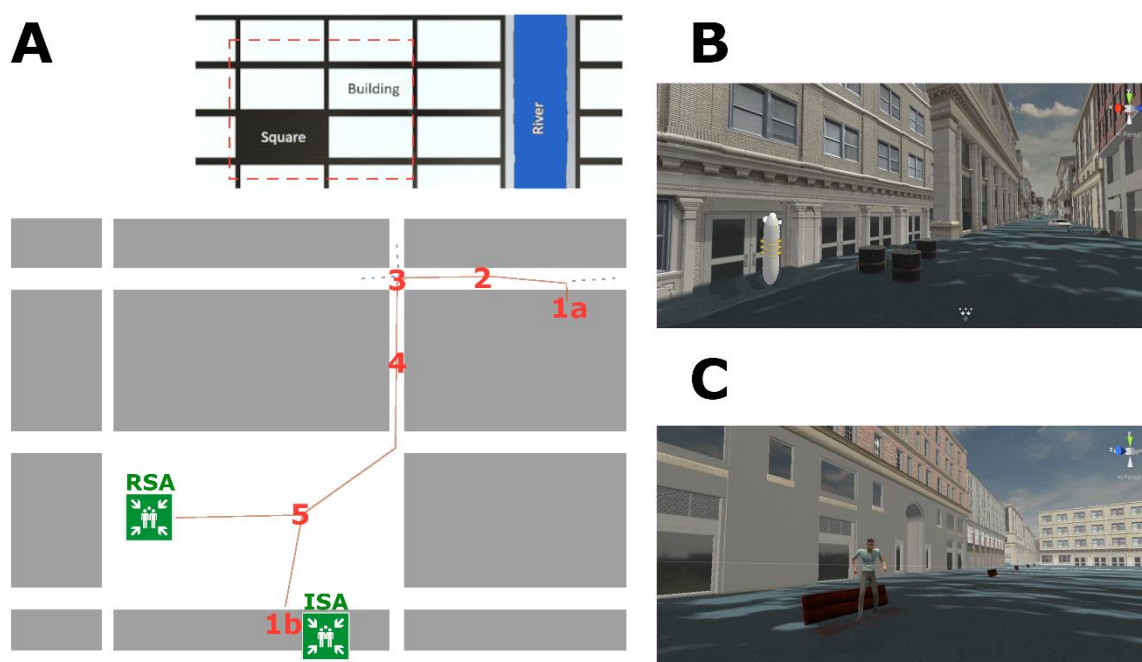


Figure 2. Historical Urban Built Environment scenario implemented in the VR-SG tool and used for verification tests: (A) overall plan view in terms of the urban fabric scheme (top; the limits of the specific area for the tests is enclosed in the dashed red rectangle) and the specific area for the tests (bottom; including story modules as in Figure 1, ideal connecting path in continuous orange line, and “game over” paths in dashed blue line, and position of the safe areas); (B) a street view; (C) a square view.

106 tests were performed in this scenario involving volunteers coming from riverine and coastal cities in the Marche Region, Italy. Tests were carried out by also involving students in the last year of local high schools. Their age ranged from 18 to 68 years, with an average age of 27,56. About half of them were female. About a third of volunteers said they do not

use virtual reality games at least once a year. Finally, less than 10% of volunteers stated to be involved in flood evacuation, but more than half of them were aware that such situations could lead to critical safety conditions in historical UBEs.

3. Results and discussion

Figure 3, Figure 4 and Figure 5 show the trajectories according to the 1m x 1m grid, respectively, for the 3 outdoor public spaces in the VR historical UBE, that are the streets (“story modules” 2 and 4), the crossroad (“story module” 3) and the square (“Story module” 5). They also include the positions of the main obstacles along the paths and of other NPCs. From a general point of view, real flood behaviours are confirmed.

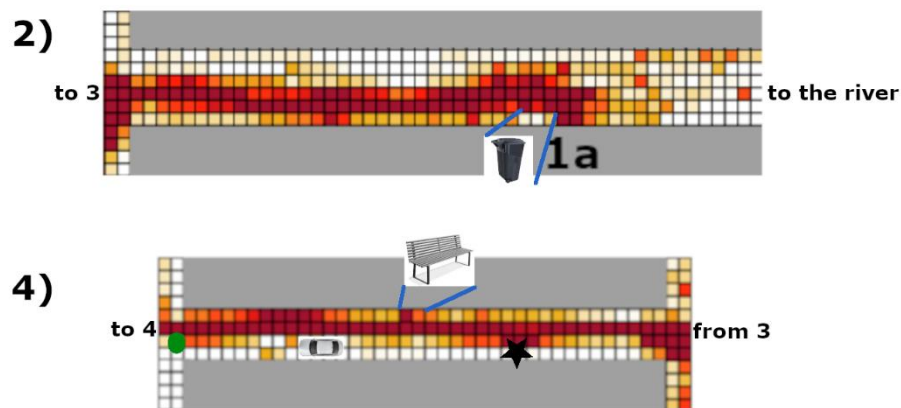


Figure 3. Pedestrian trajectories in the VR environment for the streets, that are “story modules” 2 and 4, according to the 1m x 1m grid. Each cell describes the frequency of use, ranging from 0 (white) to >1000 (dark red). The positions of cars, benches, trash bins, rescuers (green circle) and other pedestrians (black star) as main reference elements in the UBE are shown. The starting point for the test (“story module” 1a) is also shown.

18% of volunteers immediately ended their evacuation in the downstairs “game over” before exiting from “story module” 1a, because of a misunderstanding of the role of stairs in the building. Along the streets, people prefer to move close to buildings, being about 1m to 2m far from them, in both “story modules” 2 and 4, as shown in Figure 3. In “story module” 2, repulsive phenomena due to the fear of movable obstacles (i.e. trash bins dragged by floods) were noticed, while, in “story module” 4, pedestrian trajectories were attracted by the bench, the group of NPCs and the rescuer simulated along the street. The car in “story module” 4 was avoided since it was perceived as a possible movable element. All these trends confirm previous works’ results on protective behaviours in the UBE [8,9,12,15].

In addition, in the street of “story module” 2, volunteers explored the outdoor area in front of the initial building exit to collect data on where to go and on the floodwater levels. In this sense, this is a hazardous behaviour since it induces volunteers to remain in their initial unsafe position before selecting the proper evacuation path, but negative effects are mitigated by the proper selection of the evacuation path thanks to collected information (i.e. estimated floodwater height and speed due to dragged bins; urban wayfinding signs pointing out the river direction). In fact, no volunteer moved toward the river in “game over” conditions. This result confirms real-world interactions with surrounding UBE and flood conditions and wayfinding elements [8,16].

A similar behavioural interaction is shown by “story module” 3 analysis in Figure 4. Most of the volunteers select the correct path by taking advantage of elements with known dimensions, such as cars and street poles and urban wayfinding signs indicating the square position. Only 7% of them failed in selecting the proper evacuation path at the crossroad because they were not able

to properly recognize floodwater levels. The dark red colour of some cells in Figure 4 is essentially due to the fact that volunteers spent time evaluating floodwaters' conditions while remaining close to the same position. The same desire to collect risk-related information is confirmed by literature for floods and other kinds of emergencies [8,12,16]. Nevertheless, the VR environment could have increased the time spent in an unsafe position in respect of real-world conditions because of no direct perception of risk due to direct floodwater sensation on the human body. Also, in this case, the trajectory was essentially 1m or 2m far from the buildings.

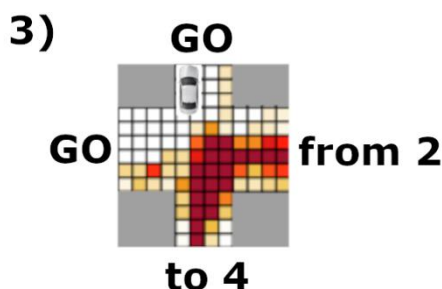


Figure 4. Pedestrian trajectories in the VR environment for the crossroad, that are “story module” 3, according to the 1m x 1m grid. Each cell describes the frequency of use, ranging from 0 (white) to >1000(dark red). The position of cars as main reference elements in the UBE is shown.

Figure 5 shows that the trajectories of 77% of volunteers who reached square (“story module” 5) are quite “scattered”. Anyway, some attraction points due to the presence of UBE elements and NPCs seem to influence this result. Volunteers entering the square from “story module” 4 firstly noticed some benches placed on the right, being attracted by them as temporary safe areas where to stop motion. Then, they collected information on the two gathering areas, according to the same approach given by literature works [8,12,16]. The volunteers’ final destination was the RSA for 43% of the whole sample and ISA for 34%. While approaching the final destination, their trajectories were attracted by rescuers placed in the square, thus demonstrating the impact of emergency support while moving [8]. Trajectories were also partially attracted by buildings, as for the streets and crossroads scenarios.

Finally, the overall analysis seems to show how differences between the effective VR trajectories and possible real-world ones could be influenced by the growing familiarity with the navigation methods. Despite the volunteers’ training before the tests in the VR historical UBE, trajectories seem to become more linear while volunteers continue moving in the test VR environment (e.g. compare the great dispersions of data in “story module” 2 and 4 in Figure 3). Nevertheless, this phenomenon could also be partially affected by the street dimension. On the contrary, in the square of “story module” 5, volunteers’ trajectories were mainly not close to the buildings, as can be assessed by real-world observations [15]. According to their comments, collected volunteers generally argued that “moving in a straight line in this open public space was really simple” and that they limitedly “adapted their trajectories to collect additional information on specific local conditions”. Thus, the proposed VR approach still seems to succeed in describing local interactions due to specific safety elements such as fixed obstacles and NPCs. At the same time, the importance of locomotion methods is confirmed [28,29].

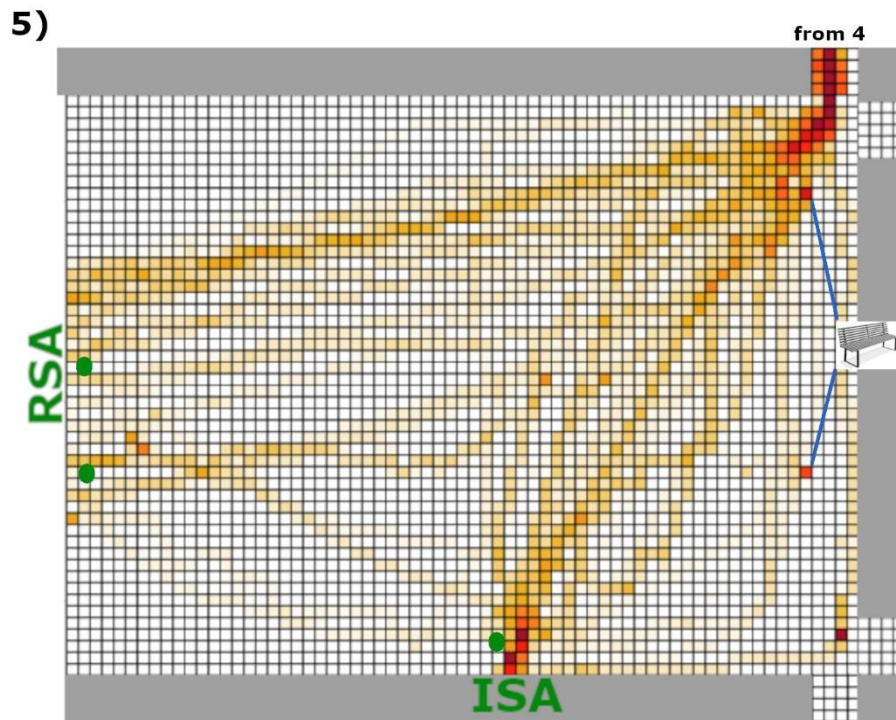


Figure 5. Pedestrian trajectories in the VR environment for the square, that are “story module” 5, according to the 1m x 1m grid. Each cell describes the frequency of use, ranging from 0 (white) to >1000(dark red). The positions of benches, and rescuers (green circle) as main reference elements in the UBE are shown.

4. Conclusions and remarks

Risk-mitigation strategies in historical Urban Built Environments (UBEs) should be designed by taking account of both the historical scenario features (to preserve their fundamental aspects while ensuring good reuse of the Heritage) and the users who live and move in them in case of an emergency. Flood is a critical disaster to be faced in view of the critical characteristics of historical UBEs, and of the direct interferences between the hazard effects, the UBEs and the users' behaviours in emergency conditions (i.e. pedestrian evacuation). This work uses Virtual Reality and Serious Game methods to provide a behavioural-design (BD) approach for risk assessment and risk-mitigation strategies evaluations in such urban scenarios.

This work firstly develops a VR-SG tool and tests it in a significant application context, which is a typical UBE configuration referring to a historical riverine city. Elements characterizing such UBEs are modelled in the VR environment, and tests concerning pedestrian evacuation are carried out involving more than 100 volunteers. These preliminary tests were performed using non-immersive VR to ensure quick replicability of the approach in each context.

This work succeeds in demonstrating how the use of such an approach is valid thanks to the disclosed main behavioural similarities between real-world and VR conditions. Some differences exist indeed, as the VR approach can limit the level of engagement of people in respect of the floodwater conditions and the related realism. Future works should hence improve this aspect, e.g. by using immersive VR in open channels or pools and other locomotion methods (e.g. walking or running in place). Further tests in such conditions should be carried out to evaluate how the approach reliability can be improved by these solutions.

The approach's effectiveness is also shown by its methodological implementation. The structure is composed of “story modules” that can create different storylines for different tests or be improved by additional “modules”. Thanks to such a modular perspective in VR-

SG, the approach and the related tools (including its further modifications) will be used to test the behavioural interactions between pedestrian and risk-mitigation strategies in the historical UBEs, such as: (1) the implementation of temporary safe areas on raised elements, including architecturally-integrated benches and outdoor layout elements; (2) the positioning of risk and wayfinding signs devoted to supporting pedestrians during the evacuation process; (3) the optimization in the safe area and rescuers' positioning in respect to the pedestrians' paths and final destination choices in the VR environment. Considering point (2), it is worth noticing that additional tests can be performed by considering a preliminary (pre-emergency) movement of pedestrians in the VR environment, thus evaluating differences due to their familiarity with the UBE. Concerning points (1) and (3), this BD approach can also be exploited to increase pedestrians' awareness in typological and real-world contexts through the SG criteria. Such kinds of tests can increase the preparedness of people to flood emergencies as well as support the dissemination of emergency plans in specific case studies virtually reconstructed through the proposed tools. Such research and practice steps will help decision-makers (i.e. local administrations) and their safety planners in evaluating risks and designing more sustainable solutions to fight floods in historical UBEs.

Acknowledgements

Go for IT Project - Research Grant "Flood Risk Assessment, Mitigation and Management in Coastal Cities through a Behavioural Design Approach", funded by Italian Ministry of University and Research, Special Integrative Fund for Research - Contribution of the CRUI Foundation.

References

- [1] G. Bernardini, G. Romano, L. Soldini, E. Quagliarini (2021) How urban layout and pedestrian evacuation behaviours can influence flood risk assessment in riverine historic built environments, *Sustainable Cities and Society*. Volume 70, Pages 102876. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102876>.
- [2] T.M. Ferreira, P.P. Santos (2020) An Integrated Approach for Assessing Flood Risk in Historic City Centres, *Water*. Volume 12, Pages 1648. <https://doi.org/10.3390/w12061648>.
- [3] M.M. De Brito, A. Passuello, E.M.A. Giazzon, C. Korzenowski, S.F. De Araújo, A.L. Alves (2014) A Participatory and Integrated Flood Risk Management Experience : Belo Horizonte, Brazil, 16th International Conference on Flood Management. Pages 1–8. <https://doi.org/10.13140/2.1.4191.8725>.
- [4] K. Hamilton, D. Demant, A.E. Peden, M.S. Hagger (2020) A systematic review of human behaviour in and around floodwater, *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Volume 47, Pages 101561. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2020.101561>.
- [5] J. Raikes, T.F. Smith, C. Jacobson, C. Baldwin (2019) Pre-disaster planning and preparedness for floods and droughts: A systematic review, *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Volume 38, Pages 101207. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101207>.
- [6] P. Baquedano, J. Tiago, M. Ferreira (2021) From single - to multi - hazard vulnerability and risk in Historic Urban Areas: a literature review, Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04734-5>.

- [7] G. Bernardini, F. Finizio, M. Postacchini, E. Quagliarini (2021) Assessing the flood risk to evacuees in outdoor built environments and relative risk reduction strategies, *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Volume 64, Pages 102493. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102493>.
- [8] G. Bernardini, E. Quagliarini, M. D’Orazio (2019) Investigating Exposure in Historical Scenarios: How People Behave in Fires, Earthquakes and Floods. in: A. Aguilar, A. (Ed.), *Structural Analysis of Historical Constructions - RILEM Bookseries*, Cham, Volume 18, Pages 1138–1151 https://doi.org/10.1007/978-3-319-99441-3_123.
- [9] M. Diakakis (2020) Types of behavior of flood victims around floodwaters. Correlation with situational and demographic factors, *Sustainability (Switzerland)*. Volume 12, Pages 4409. <https://doi.org/10.3390/su12114409>.
- [10] W.H.M. Wan Mohtar, J. Abdullah, K.N. Abdul Maulud, N.S. Muhammad (2020) Urban flash flood index based on historical rainfall events, *Sustainable Cities and Society*. Volume 56, Pages 102088. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102088>.
- [11] C. Dias, N.A. Rahman, A. Zaiter (2021) Evacuation under flooded conditions: Experimental investigation of the influence of water depth on walking behaviors, *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Volume 58, Pages 102192. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102192>.
- [12] O. Petrucci, L. Aceto, C. Bianchi, V. Bigot, R. Brázdil, S. Pereira, A. Kahraman, Ö. Kılıç, V. Kotroni, M.C. Llasat, M. Llasat-Botija, K. Papagiannaki, A.A. Pasqua, J. Řehoř, J. Rossello Geli, P. Salvati, F. Vinet, J.L. Zêzere (2019) Flood Fatalities in Europe, 1980–2018: Variability, Features, and Lessons to Learn, *Water*. Volume 11, Pages 1682. <https://doi.org/10.3390/w11081682>.
- [13] R.J. Cox, M.J. Shand, T.D. Blacka (2010) Australian Rainfall & Runoff revision project 10: Appropriate safety criteria for people. <https://doi.org/10.1038/103447b0>.
- [14] Y. Baba, T. Ishigaki, K. Toda (2017) Experimental Studies on Safety Evacuation From Underground Spaces Under Inundated Situations, *Journal of JSCE*. Volume 5, Pages 269–278. https://doi.org/10.2208/journalofjsce.5.1_269.
- [15] G. Bernardini, M. Postacchini, E. Quagliarini, M. Brocchini, C. Cianca, M. D’Orazio (2017) A preliminary combined simulation tool for the risk assessment of pedestrians’ flood-induced evacuation, *Environmental Modelling & Software*. Volume 96, Pages 14–29. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.007>.
- [16] J. Lin, R. Zhu, N. Li, B. Becerik-Gerber (2020) How occupants respond to building emergencies: A systematic review of behavioral characteristics and behavioral theories, *Safety Science*. Volume 122, Pages 104540. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104540>.
- [17] D. Lumbroso, M. Davison (2018) Use of an agent-based model and Monte Carlo analysis to estimate the effectiveness of emergency management interventions to reduce loss of life during extreme floods, *Journal of Flood Risk Management*. Volume 11, Pages S419–S433. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12230>.
- [18] M. Haghani, M. Sarvi, Crowd behaviour and motion: Empirical methods, *Transportation Research Part B: Methodological*. 107 (2018) 253–294. <https://doi.org/10.1016/J.TRB.2017.06.017>.
- [19] M. Shirvani, G. Kesserwani (2021) Flood–pedestrian simulator for modelling human response dynamics during flood-induced evacuation: Hillsborough stadium case study,

Natural Hazards and Earth System Sciences. Volume 21, Pages 3175–3198. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-3175-2021>.

[20] R. Lovreglio, V. Gonzalez, Z. Feng, R. Amor, M. Spearpoint, J. Thomas, M. Trotter, R. Sacks (2018) Prototyping virtual reality serious games for building earthquake preparedness: The Auckland City Hospital case study, *Advanced Engineering Informatics*. Volume 38, Pages 670–682. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.08.018>.

[21] J.M. Mol, W.J. Wouter Botzen, J.E. Blasch (2022) After the virtual flood: Risk perceptions and flood preparedness after virtual reality risk communication, *Judgment and Decision Making*. Volume 17, Pages 189–214.

[22] T. Fujimi, K. Fujimura (2020) Testing public interventions for flash flood evacuation through environmental and social cues: The merit of virtual reality experiments, *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Volume 50, Pages 101690. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101690>.

[23] Z. Feng, V.A. González, R. Amor, M. Spearpoint, J. Thomas, R. Sacks, R. Lovreglio, G. Cabrera-Guerrero, An immersive virtual reality serious game to enhance earthquake behavioral responses and post-earthquake evacuation preparedness in buildings, *Advanced Engineering Informatics*. 45 (2020) 101118. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101118>.

[24] C. Adam (2020) *VigiFlood: evaluating the impact of a change of perspective on flood vigilance*, arxiv preprints. Pages 1–18. <http://arxiv.org/abs/2005.09460>.

[25] N. DeKanter (2005) Gaming Redefines Interactivity for Learning, *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*. Volume 49, Pages 26–32.

[26] K. Haynes, L. Coates, R. Liegh, J. Handmer, J. Whittaker, A. Gissing, J. McAneney, S. Opper (2009) ‘Shelter-in-place’ vs. evacuation in flash floods, *Environmental Hazards*. Volume 8, Pages 291–303. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2009.0022>.

[27] R.R. Krishnan, S. Sushil, R. Hrishikesh, S. Devadas, A. Ganesh, G. Narayanan (2019) A novel virtual reality game for disaster management applications, in: *Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Communication and Signal Processing, ICCSP 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. Pages 254–257. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2019.8697956>.

[28] Y.M. Kim, Y. Lee, I. Rhiu, M.H. Yun (2021) Evaluation of locomotion methods in virtual reality navigation environments: An involuntary position shift and task performance, *International Journal of Human-Computer Studies*. Volume 155, Pages 102691. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102691>.

[29] R. Lovreglio, E. Ronchi, D. Nilsson (2015) Calibrating floor field cellular automaton models for pedestrian dynamics by using likelihood function optimization, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. Volume 438, Pages 308–320. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.06.040>.

Implementing open-source information systems for assessing and managing the seismic vulnerability of historical constructions

Ramírez Eudave, Rafael - Universidade do Minho, ISISE, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, r.92@outlook.es

Rodrigues, Daniel -- Universidade do Minho, ISISE, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, dsr@civil.uminho.pt

Ferreira, Tiago Miguel - Department of Geography and Environmental Management, University of the West of England, Bristol, UK, Tiago.Ferreira@uwe.ac.uk

Romeu, Vicente - RISCO, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Portugal, romvic@ua.pt

Abstract: Reducing the uncertainty about the structural vulnerability of historical constructions comprises the selection of reasonably generalised approaches in a context of a significant typological variability; the difficulty of performing large-scale assessments with reasonable reliability; and the lack of dedicated infrastructures for efficiently storing, sharing, managing, and updating data – an issue that is even more relevant for small (and often isolated) settlements. This work presents a proposal to set up a geographic database for surveying, calculating and storing the seismic vulnerability index of masonry constructions using an adapted version of the GNDT-II approach. Some critical steps for setting up Geographical Information System (GIS) databases for storing and managing the fields of a parameter-based vulnerability assessment are presented. Then, some alternatives for distributing the database are introduced, including cloud-based distribution and Transactional Web Feature Service (WFS-T) protocols, even using virtual servers. Additionally, an alternative front-end for accessing data and calculating the vulnerability index of constructions and levels of damage is presented. The main objective is to offer a replicable and feasible workflow to be performed even with reduced infrastructure and computational resources but can be easily connected and associated to a progressively enlarged system based on free and open-source software.

Keywords: GIS, Seismic Vulnerability Assessment, GNDT-II, QGIS, GeoServer.

1. Introduction

The characterisation of the seismic vulnerability of large sets of constructions is a challenging task in which material and human resources must be optimised in order to obtain reliable information in a reasonable amount of time. This condition is compatible with the implementation of simplified and often parametric approaches, namely based on material and geometrical properties of structures. However, it is still common to perform data-acquisition campaigns based on paper datasheets that are later transferred and managed on informatics platforms. The use of digital tools for minimising the bridge between the on-field campaigns and outcomes obtention is still an open field in which a feasible and straightforward workflow could become a valuable resource for implementing large-scale seismic vulnerability assessments even for settlements in which human, computational and material resources are limited. As an example, the 2017 earthquakes in Mexico revealed that a large proportion of historical and vernacular constructions in rural regions (namely housing units) were vulnerable to intense seismic actions, which was reflected in a large number of collapses and losses (Galvis et al., 2017; Eudave and Ferreira 2021). An easy to apply workflow for assessing the seismic vulnerability of

masonry constructions is herein presented, emphasising the suitability and convenience of being implemented with open-source and free tools, facilitating its adoption and replication.

2. The vulnerability index-based methodology for assessing the seismic vulnerability of masonry buildings

Gavarini (2001) states that «...the seismic vulnerability of a building is a quantity associated with its ‘weakness’ in front of earthquakes of a given intensity so that the value of this quantity and the knowledge of seismic hazard allow to evaluate the expected damages from future earthquakes». To measure this “weakness”, however, is the object of numerous approaches with different levels of complexity and accuracy. When dealing with large samples of constructions (e.g., in the context of a Historic Urban Landscape (Ramírez Eudave and Ferreira 2021a)), it is convenient to use simplified approaches for certain typologies. In the case of masonry constructions, the GNDT-II method has been widely used, calibrated and adapted. The original proposal (GNDT-SSN 1994) considered ten parameters that rule the seismic behaviour of unreinforced masonry buildings. Subsequent calibrations led to the inclusion of additional evaluation parameters keeping, however, the original rationale – each parameter is evaluated through four vulnerability classes corresponding to increasing levels of vulnerability, which are then associated to weights whose value represents the relative significance of that parameter for the global seismic vulnerability of the building. The model used for this workflow (from here named Vulnerability Index-based Methodology or “VIM”) is the calibration used for the city of Atlixco (Puebla, México) of Ramírez Eudave and Ferreira (2021b), with a total of 14 parameters (Table 1).

Table 1. Parameters for the VIM approach based on (Ramírez Eudave and Ferreira 2021b).

| Parameters | Class (C_{vi}) | | | | Weight (p_i) | Relative weight |
|--|--------------------|---|----|----|------------------|-----------------|
| | A | B | C | D | | |
| Group 1. Structural building system | | | | | | 50/100 |
| BP1. Type of resisting system | 0 | 5 | 20 | 50 | 2.50 | 16.67 |
| BP2. Quality of the resisting system | 0 | 5 | 20 | 50 | 2.50 | 16.67 |
| BP3. Conventional strength | 0 | 5 | 20 | 50 | 1.00 | 6.67 |
| BP4. Maximum distance between walls | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 | 3.33 |
| BP5. Number of floors | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 | 3.33 |
| BP6. Location and soil conditions | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 | 3.33 |
| Group 2. Irregularities and interaction | | | | | | 20/100 |
| BP7. Aggregate position and interaction | 0 | 5 | 20 | 50 | 1.50 | 10.0 |
| BP8. Plan configuration | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 | 0.33 |
| BP9. Height regularity | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 | 0.33 |
| BP10. Wall façade openings and alignment | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 | 0.33 |
| Group 3. Floor slabs and roofs | | | | | | 18/100 |
| BP11. Horizontal diaphragms | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.75 | 4.91 |
| BP12. Roofing system | 0 | 5 | 20 | 50 | 2.00 | 13.09 |
| Group 4. Conservation status and other elements | | | | | | 12/100 |
| BP13. Fragilities and conservation status | 0 | 5 | 20 | 50 | 1.00 | 6.86 |
| BP14. Non-structural elements | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.75 | 5.14 |

This methodology allows calculating a vulnerability index (Eq. 1), which, for ease of use, is usually normalised to range from 0 to 100 (Eq. 2). This normalised value can be subsequently used to calculate the vulnerability value V (Eq. 3), which, in turn, together with the ductility of the structure (Q) and the macroseismic intensity I_{EMS-98} allows for the

estimation of a mean damage grade, μ_D , as per Eq. 4, considering an adjustment for seismic intensities lower than 7 (Eq. 5).

$$I_{vf}^* = \sum_{i=1}^{14} C_{vi} \times P_i \quad (1)$$

$$I_v = \frac{I_v^* \times 100}{750} \quad (2)$$

$$V = 0.592 + 0.0057 \times I_v \quad (3)$$

$$\mu_D = 2.5 + \left[3 \times \tanh \left(\frac{I_{EMS-98} + 6.25 \times V - 12.7}{Q} \right) \right] \times f(V, I); 0 \leq \mu_D \leq 5 \quad (4)$$

$$f(V, I) = \begin{cases} e^{\frac{V}{(2 \times I - 7)}} & I \leq 7 \\ 1 & I > 7 \end{cases} \quad (5)$$

A practical systematisation of this methodology is relevant for performing urban-scale assessments and would desirably include the parameters' acquisition, the data treatment for calculating the vulnerability index and damage grades in the context of a certain seismic event.

3. Geodatabases for managing the GNDT-II survey

Using geodatabases is an efficient way of systematising the information related to vulnerability index-based approaches (Ramírez Eudave and Ferreira 2020). These environments facilitate the association of multiple types of data on georeferenced entities (points, lines, polygons etc.). Hence, these environments are very suitable for capturing, managing and displaying vulnerability-related surveys and outputs.

A very common free and open-source software for this purpose is QGIS. This project of the OSGeo Foundation is widely known and used for different purposes, including research. Given its popularity, there is a continuous development of plug-ins and enhancements from independent actors, facilitating a flexible and customisable use of this tool.

QGIS data organisation depends on managing several layers with geographical and geometrical entities in which every instance is related to several attributes with numeric, alphanumeric, Boolean or other types of data (Figure 1). This attribute table can contain all the fields needed for performing the VIM approach in a direct association with the spatial location of the construction. QGIS accepts the setup of customised attribute tables by using Python scripts.

Since layers can be stored as independent files, it is possible to perform both read and write operations externally to the GIS software. It is also possible to consult the layers from remote services, such as online sources. The capabilities of a VIM oriented geodatabase are summarised in Figure 2 and will be discussed in the subsequent sections. This data flow includes the potential data sources of the physical reality and the potential roles of portable devices, local storage on PC and remote servers that can host layers with reading/write capabilities from local-stored QGIS files.

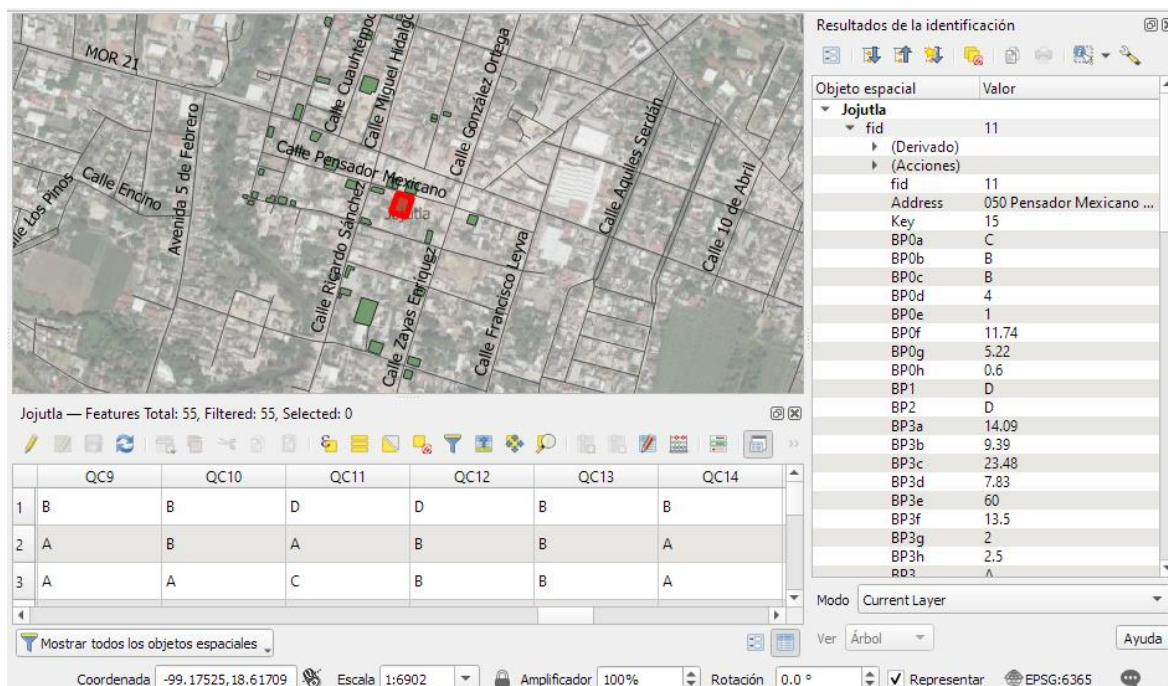


Figure 1. Screenshot of QGIS interface. The active layer includes a series of features associated to the Parametric Seismic Vulnerability Index for a specific set of constructions.

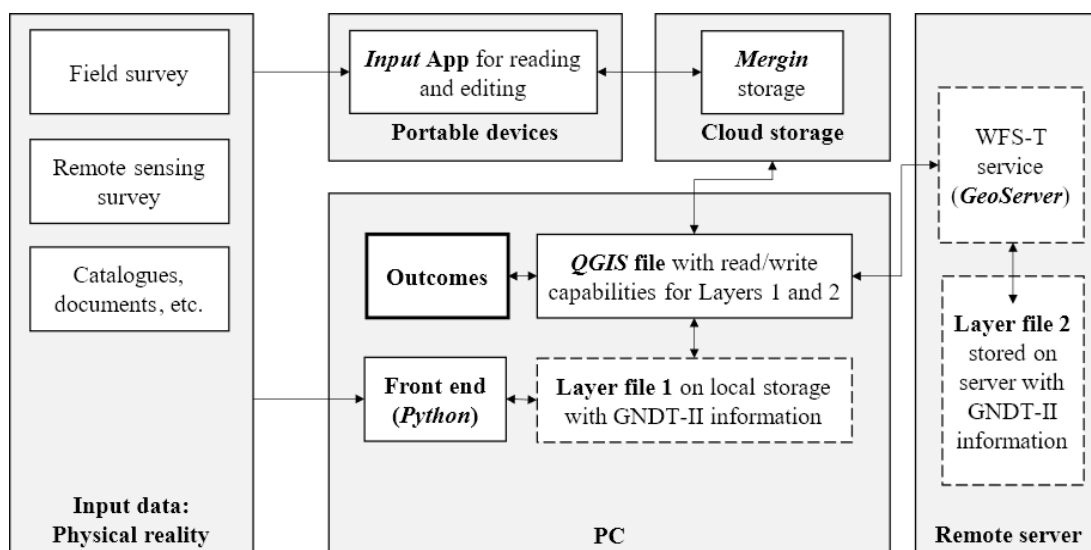


Figure 2. Integrated data flow on GIS databases for VIM surveys

4. Complementary resources for GIS data acquisition and management

The presented workflow schematises the role that some complementary tools can have for complementing the QGIS capabilities as VIM database, namely for performing read/write operations outside of QGIS software through a Front-end and remote services for hosting GIS layers or QGIS files (WFS-T protocol and Mergin service). In the context of the seismic assessment of historical constructions, this workflow is specifically significant for performing large-scale diagnosis by the means of remote access and real-time synchronisation.

4.1. Front-end

A front-end based on Python language can be an appropriate step for easing the interpretation, management, edition, and calculations related to data stored in GIS layers (Fig. 3).

Seismic Vulnerability Calculator v. 1.2 (12/21)

Building Key: 1.0 Search Address: Alameda Unive 5 QC Help

Conservation: Regula More 0a.Type of masonry: B More

0d.Height: 6.35 More 0b.Type of diaphragm: C More

0e.Storeys: 2 More 0c.Roofing system: A More

0f.Facade_a: 17.5 More BP1_Type and org. res. syst.: A More QC1 A

0g.Facade_b: 23.65 More BP2_Quality resisting syst.*: C More QC2 A

0h.Facade_s: 0.85 More BP3_Conventional strength*: B More QC3 B

3a.W_Area_x: 1123.5 More BP4_Max. dist. walls*: A More QC4 B

3b.W_Area_y: 1365.2 More BP5_Number of floors: B More QC5 B

3c.W_Area_t: 2456.2 More BP6_Soil conditions*: B More QC6 A

3d.L_Span_P: 3.65 More BP7_Aggregate position: B More QC7 A

3e.tau_k*: 50 More BP8_Plan configuration*: D More QC8 C

3f.p_m*: 24 More BP9_Height regularity: A More QC9 A

3g.l_w: 4.5 More BP10_Openings alignment: A More QC10 A

3h.p_s*: 3 More BP11_Qty. Horiz. Diaph.: C More QC11 B

6a.Soil: A More BP12_Roofing System*: B More QC12 A

6b.Slope: B More BP13_Conserv. State: A More QC13 A

6c.Delta_h: B More BP14_Non-struct. elem.: B More QC14 B

6d.Foundation: Y More Ductility of Masonry - Q: 2 MMI: 7.5

8a.Plan (a): 14.95 More L_vf: 111.25 L_vc: 111.25

8b.Plan (b): 8.5 More L_v: 17.12 L_vc: 17.12

12a.Roof thrust: A More V: 0.69 V_c: 0.69

12b.Perim. reinf.: Y More Mu_d: 1.92 Mu_c: 1.92

Geopackage file: Master Load data About Exit

Parameters in RED can be automatically obtained having all those in BLACK fulfilled

The vulnerability index can be automatically calculated having all BLACK and RED parameters

Read the Quality Check Help (QC Help) for obtaining a conservative approach based on uncertainty

Add new Update Reset AUTO MQI CALC

| Key | Address | L_vf | L_v | V | Q | Mu_d | L_vf_c | L_v_c | V_c | Mu_c |
|-----|-------------------|--------|-------|------|---|------|--------|-------|------|------|
| 1.0 | Alameda Unive 5 | 111.25 | 17.12 | 0.69 | 2 | 1.92 | 111.25 | 17.12 | 0.69 | 1.92 |
| 2.0 | Capt Alfredo Guir | 293.75 | 45.19 | 0.85 | 2 | 2.96 | 293.75 | 45.19 | 0.85 | 2.96 |
| 3.0 | Vasco da Gama 6 | 173.75 | 26.73 | 0.74 | 2 | 2.27 | 173.75 | 26.73 | 0.74 | 2.27 |

Suggested grades according to the given data: BP2: C BP3: B BP4: A BP6: B BP8: D BP12: B

Regular: L_vf=173.75 L_v=26.73 V=0.74 Mu_d= 2.27/5.00 for the given ductility and Seismic intensity

Expected damage D2: Moderate. Cracking aroun openings, local detachment of plasters

Conservative: L_vf=173.75 L_v=26.73 V=0.74 Mu_d= 2.27/5.00 for the given ductility and Seismic intensity

Expected damage D2: Moderate. Cracking aroun openings, local detachment of plasters

| F | About | SM Mech. prop. and cons. state | MQI_LV | MQI_L | MQI_LO |
|----|-------|--------------------------------|--------|-------|--------|
| F | About | SD Stone/brick dim. properties | 5.6 | 4.9 | 4.9 |
| PF | About | SS Stone/brick shape | Min | Mean | Max |
| PF | About | WC Wall leaf connections | 0 | 0 | 0 |
| F | About | HJ Horizontal bed joints | 0 | 0 | 0 |
| PF | About | VJ Vertical bed joints | 0 | 0 | 0 |
| F | About | MM Mortar properties | 0 | 0 | 0 |
| Y | About | Thick bed joints | 0 | 0 | 0 |

Figure 3. Main window of the Python-based front-end.

This program permits reading different formats of GIS layers thanks to the use of the *Geopandas* library. This library is an adaptation of the *Pandas* data framework that includes the compatibility with geographical entities, keeping the integrity of geographical data while working on the attribute table of the layer. The capabilities of the *Geopandas* library, together with the Graphical User Interface (GUI) package *Tkinter* permitted developing an easy-to-use interface in which all the parameters (and sub-parameters) are displayed for their read, capture and edition. Furthermore, every parameter is associated with a “More” button that displays an explanatory dialog for the user in order to contextualise the magnitudes and characteristics to be surveyed.

This front-end aims to facilitate the VIM processes for any stakeholder regardless of the familiarity or knowledge of GIS databases, protecting the integrity of geographical data. This capacity would be especially useful for performing small editions or consults on large databases. Besides including the VIM survey, a small calculator for performing the Masonry Quality Index approach (Borri and De Maria 2015) was implemented, exemplifying the ability to design more comprehensive and enriched tools in an integrated environment that would embrace the assessment of concrete-based structures as well as other approaches of interest.

4.2. Remote access and edition

Besides the setup and local storage of GIS layers, it is convenient to consider the advantages of hosting these files remotely. This approach has several purposes: it is suitable for distributing fieldwork tasks among several people, facilitates a redundancy on specific processes and facilitates data-sharing.

4.2.1. WFS-T service

The Web Feature Service (WFS) of the Open Geospatial Consortium (OGC) is a standard interface for allowing requests for geographical features on web services. This standard enables the remote storage of GIS layers for being imported and even edited in local GIS platforms (Atzl et al. 2016). Some free and open-source platforms facilitate publishing layers on local or remote hosts. For example, the *GeoServer* open-source server supports interoperability for many standards (Růžička 2016) and is, in fact, already implemented on QGIS on several supplements. *GeoServer* enables displaying GIS layers in a web browser but also permits importing layers into local GIS files as an online resource. GeoServer can be implemented on a virtual machine to work as a server, which is especially useful when taking advantage of the Transactional WFS (WFS-T), which allows querying and retrieving features with real-time synchronisation.

4.2.2. Cloud-based distribution for mobile devices

Another practical process is distributing GIS files for being consulted and edited on mobile devices. The app *QField*, for example, facilitates the edition of the attribute table of a GIS file by taking advantage of the geo-localisation of the mobile device. This app, however, depends on the local storage of the file and implies the upload or download of the file for sharing it. An alternative service is provided by the *Mergin* cloud service. This cloud service has been implemented as a plug-in for QGIS and offers free (but limited) cloud-based storage. This storage permits the distribution of a complete functional QGIS file with other users, including the capability of editing the files from portable devices by means of the free app *Input* (Fig. 4).

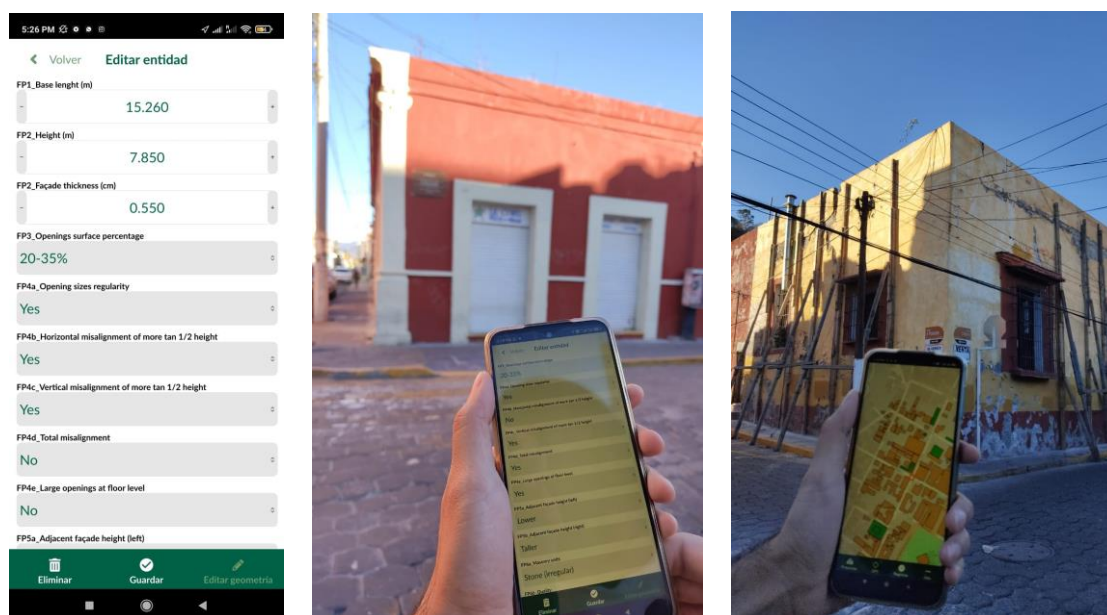


Figure 4. Example of the Input interface and its utilisation during on-site data acquisition.

This app also facilitates the edition of the attribute table and a real-time edition of the geographic layer, offering also a convenient real-time synchronisation of the file throughout all the devices. This last feature is especially meaningful for distributing files when working on teams and covering large areas. Examples of applications, such as the one described in Eudave and Ferreira (2021), have found that the joint use of QGIS-Mergin-Input is a feasible and robust framework for supporting field data acquisition campaigns.

5. Outcomes and potential use for mitigating damage and losses

The data acquisition process for a determinate urban environment may involve many of the strategies described in Section 4 for achieving the parametric description of all the considered constructions. The calculation of the vulnerability index of the buildings can be easily obtained by using the front-end software, including the results in the database as well. The vulnerability index of a set of constructions is easily representable by using straightforward maps from QGIS, for example. These maps represent thresholds for the vulnerability of buildings, intuitively providing a base for identifying the most sensitive elements of a determined city.

The use of the front-end software also facilitates the obtention of damage grades for the set of constructions, given a certain seismic intensity and the structure's ductility. This process is intended to be more flexible and direct than operating the QGIS file, for example. As shown in Fig. 5, both outcomes permit highlighting those constructions that are more likely to fail or suffer damage when facing a certain scenario. This semi-quantitative information is of great value for numerous stakeholders that have a decision tool for prioritising interventions and immediate actions that can also consider some aspects that are not contained in the VIM approach but can be mapped on the GIS database: social vulnerabilities, number of users, economic indicators, cultural values, protection status, etc.

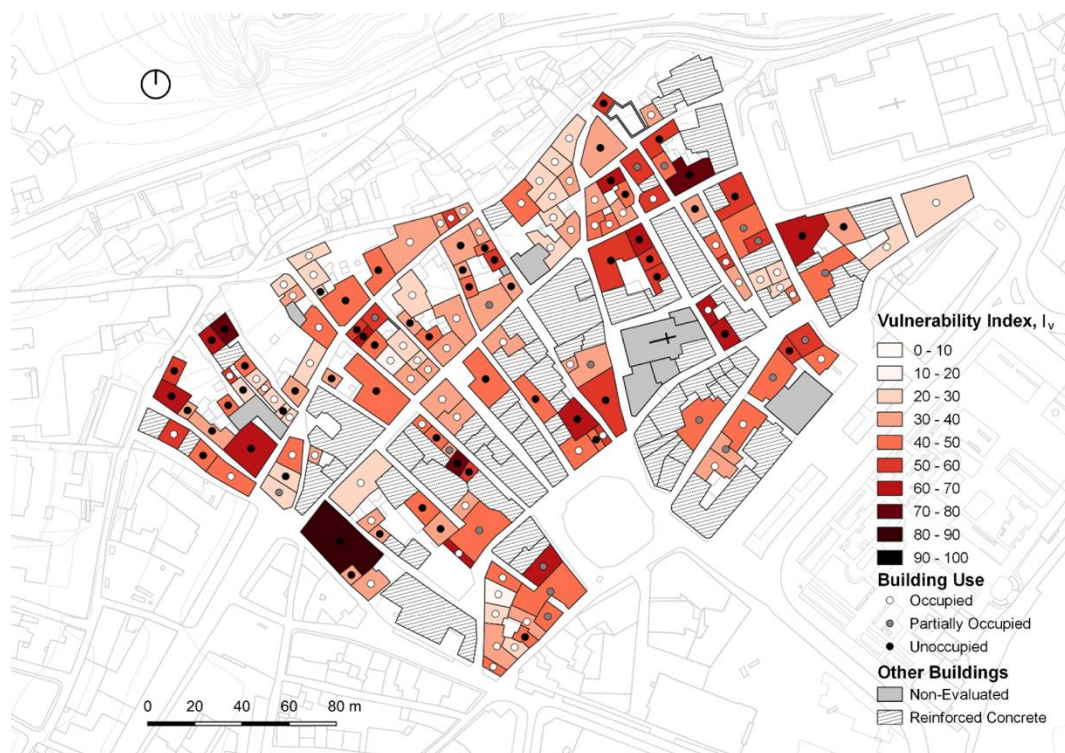


Figure 5. Example of outcome representing the vulnerability index for constructions of the city of Leiria, Portugal (Anglade et al. 2020).

Furthermore, the calculation of damage grades would be the basis for more complex urban-level analysis. As exemplified in Fig. 6, it is possible to build a damage curve for the constructions in which seismic intensities are associated with a certain level of damage. Hence, given a certain seismic intensity, it becomes feasible to anticipate levels of damage throughout the sample, identifying which constructions are more likely to have severe damages or even complete failures. The activation of total or partial failures due to out-of-plane mechanisms would imply a partial obstruction of certain streets or

communications because of accumulation of debris, which is relevant for emergency planning actions and evacuation plans.

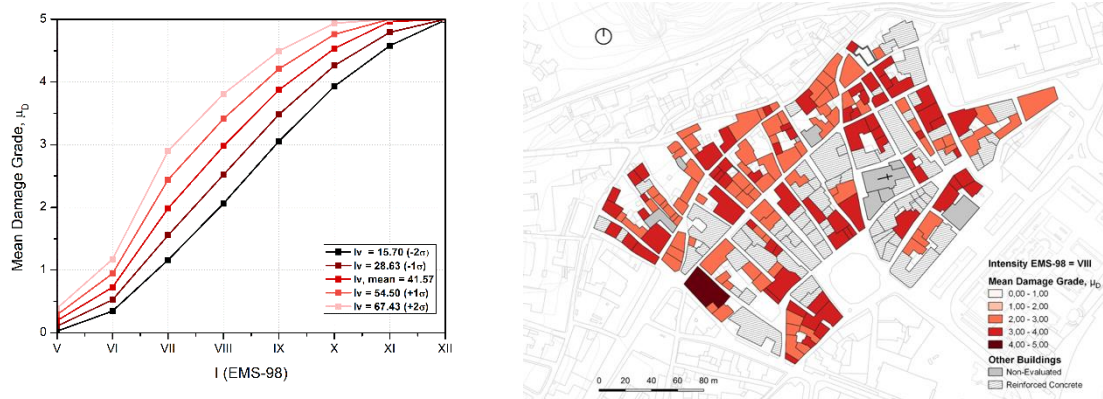


Figure 6. Example of vulnerability curves (left) and mapping of the Mean Damage Grade given a certain seismic intensity (right) for the city of Leiria, Portugal (Anglade et al. 2020).

Besides collapses, the thresholds of unusability of constructions are relevant indicators for anticipating the loss of urban critical functions (commerce, housing, health, and education services, etc.), favouring nominal life estimates based on the return periods associated with certain seismic intensities. Hence, this information is a relevant element for performing long-term urban planning. It is important to recall, however, that the elements considered for this workflow are also intended to offer a flexible and user-friendly environment for updating and/or correcting data, which implies the possibility of having up-to-date outcomes, including updates on the city (for example, when a better knowledge of a certain construction is available) or in the seismic vulnerability approach (for example, when calibrated after a seismic event).

6. Conclusions

This paper discusses the pertinency of using a parameter-based seismic vulnerability assessment approach to carry out large-scale vulnerability assessments in the context of historical cities. Furthermore, the feasibility and convenience of implementing the entire workflow on geodatabases are discussed, focusing on the open-source GIS software QGIS. Besides supporting this implementation, the suitability of using complementary approaches and tools is herein presented and explored.

Firstly, it is explored the possibility of developing and implementing a Python-language based front-end for reading, managing, and editing GIS layers. This would not only facilitate the management of geodatabases outside of GIS environments but would also offer a user-friendly interface for collecting core and complementary input data for the methodology and a semi-automatic calculator for obtaining the vulnerability index and mean damage grade results.

Secondly, two alternatives for remote distribution of GIS databases are presented and discussed. The use of the WFS-T protocol is a valuable resource for publishing GIS layers that can be locally consulted and edited. On the other hand, using cloud-based tools opens the possibility of distributing GIS data on several devices with reading and writing privileges. This capability is highly relevant for performing field campaigns involving many actors and can have an almost immediate synchronisation, minimising the time invested in data treatment. Both approaches represent strategies for implementing a free, enlargeable and potentially online system for data acquisition, treatment and representation

of the seismic vulnerability of constructions. Some alternatives that are a matter of future research are browser-based front ends for online database services.

Finally, some relevant uses of the outcomes of the VIM – GIS implementation are discussed. The generation of vulnerability maps is a valuable tool for representing the overall vulnerability state of a city or certain regions. Furthermore, the damage curves are the base for anticipating damage and losses scenarios given a determined seismic intensity, which might reasonably impact the design of emergency planning and nominal-life oriented urban decisions aimed to mitigate the negative impacts of earthquakes.

Acknowledgements

This research was funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) through the grant number PD/BD/150385/2019.

References

Anglade E, Giatreli A-M, Blyth A, Di Napoli B, Parisse F, Namourah Z, Rodrigues H, Ferreira TM (2020) Seismic damage scenarios for the Historic City Center of Leiria, Portugal: Analysis of the impact of different seismic retrofitting strategies on emergency planning. *Int J Disaster Risk Reduct* 44:101432 . <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101432>

Atzl C, Vockner B, Mittlboeck M (2016) Online Visualization of Streaming Data. *GI_Forum* 2:57–66 . https://doi.org/10.1553/giscience2016_02_s57

Borri A, De Maria A (2015) Indice di Qualità Muraria (IQM): correlazione con le caratteristiche meccaniche e livelli di conoscenza Masonry Quality Index (MQI): correlation with the mechanical characteristics and knowledge levels. *Progett Sismica* 6: . <https://doi.org/10.7414/PS.6.3.45-63>

Eudave RR, Ferreira TM (2021) Proposal for a suitable workflow for assessing the seismic vulnerability of historical buildings. Atlixco (Puebla, México) as a case study. In: 1st Croatian Conference on Earthquake Engineering. University of Zagreb Faculty of Civil Engineering, pp 23–34

Galvis F, Miranda E, Heresi P, Dávalos H, Silos JR (2017) Preliminary Statistics of Collapsed Buildings in Mexico City in Puebla-Morelos Earthquake. *Tech Rep* 17

Gavarini C (2001) Seismic risk in historical centers. *Soil Dyn Earthq Eng* 21:459–466 . [https://doi.org/10.1016/S0267-7261\(01\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0267-7261(01)00027-6)

GNDT-SSN (1994) Scheda di Esposizione e Vulnerabilità e di Rilevamento Danni di Primo e Secondo Livello (Murata e Cemento Armato). Rome, Italy

Ramírez Eudave R, Ferreira TM (2021a) Characterisation of the Historic Urban Landscape through the Aristotelian Four Causes: Towards Comprehensive GIS Databases. *Remote Sens* 13:1879 . <https://doi.org/10.3390/rs13101879>

Ramírez Eudave R, Ferreira TM (2021b) On the potential of using the Mexican National Catalogue of Historical Monuments for assessing the seismic vulnerability of existing buildings: a proof-of-concept study. *Bull Earthq Eng*. <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01154-5>

Ramírez Eudave R, Ferreira TM (2020) On the suitability of a unified GIS-BIM-HBIM framework for cataloguing and assessing vulnerability in Historic Urban Landscapes: a

critical review. Int J Geogr Inf Sci 00:1–31 .
<https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1844208>

Růžička J (2016) Comparing speed of Web Map Service with GeoServer on ESRI Shapefile and PostGIS. Geoinformatics FCE CTU 15:3–9 .
<https://doi.org/10.14311/gi.15.1.1>

Spontaneous rural settlements in the Emilia 2012 seismic aftermath: strategies for the enhancement of the countryside landscape

Montuori Manlio – Department of Architecture, University of Frrtata, Ferrara, Italy
 e-mail: manlio.montuori@unife.it

Abstract: Spontaneous built heritage in a seismic-prone area calls for extensive measures to take care of their critical tangible features and intangible values made of vernacular construction techniques and traditional use. The operative strategies should be continuously enhanced, starting with the damage survey and moving through the provisional safety measures to the final intervention. This paper illustrates an example of the methodology used to preserve the distinctive values of the anthropized countryside landscape in the Emilia lowland by identifying spontaneous evidence resulting from rural culture's practical knowledge. By analyzing historic construction methods, it is feasible to understand informal architecture by recognizing its variance and exploring the topic of brick masonry constructions. The aim is to show that spontaneous architecture, far from being an endangered type as a result of seismic sequence, despite its inherent vulnerability backed by the lack of materials and the modest construction techniques used, help to define the distinctive character of the anthropized rural landscape and that preserving their spontaneity ensures the persistence not only of the collective memory but also the image of the landscape itself.

Keywords: vernacular architecture, building type, traditional construction techniques, preservation

1. The rural dimension in the earthquake aftermath

The images that, in the aftermath of the recent seismic events that struck Italy, most remain imprinted in the collective memory – e.g., the devastation of Amatrice and forms of Parmigiano-Reggiano damaged due to the collapse of *scalere* in Emilia-Romagna [1] – perhaps more than any other thought give the idea of how every earthquake is a unique event in its kind, addressed by many variables: the energy released, the extension of the involved area, the natural, social and economic characteristics of the territories. All of this results in significant variability of damage that the seismic event produces, in the impact of the short and long period on the territory, in emergencies and in the way the return back to normality is faced (Figure 1).

In this sense, the consequences on the economic framework vary differently: often accelerate trends of decline already in progress; other times, the activities generated by reconstruction interventions can be a critical incentive to the recovery of the declining economies or the start of development processes in the lagging areas. However, suppose a constant should be found, at least by looking at the main Italian experiences. In that case, it is the negative impact each seismic event generates on the agricultural sector, representing real distress due to the beginning of the acceleration of its decline in the territories affected. In the last 50 years, there have been in Italy six earthquakes of intensity close to or higher than the sixth magnitude of the Richter scale, whose strength should be considered destructive: Friuli (1976), Irpinia (1980), Umbria and Marche (1997), Abruzzo (2009), the Pianura Padana Emiliana (2012), and the Central Italy seismic sequence (2016). These were earthquakes with catastrophic effects, which involved nine Italian regions, more than a thousand municipalities, and more than ten million inhabitants. In addition to those events, there are



Figure 1. San Giacomo Roncole in the district of Mirandola, Modena. In the historic courtyard, the stable-barn and the dwelling collapsed due to wall-roof interaction.

other episodes of less remarkable magnitude but whose impact has left many wounds on the territories: Valnerina (1979), Lazio and Abruzzo (1984), Basilicata (1990), Molise (2002). In many cases, the seismic event conveyed a fast population reduction, while in the medium-long term, this starts to grow again, albeit at much lower rates. On the contrary, different considerations apply to agriculture. What intuitively seems to be the sector that, for its nature, is the safest from the effects of an earthquake, in the long term, perhaps is the most penalized sector, regardless of the extent and size of the agricultural economy involved in its characteristics. The earthquake accelerates processes already in place, pushing further the abandonment of agricultural activities in the territories concerned. Neither should it be ignored as in the scale of the emergency, which determines the priorities of intervention in the aftermath of the event, agriculture is placed among the first places in sporadic cases. Moreover, this causes a delay in the reinstatement of the business conditions that, in some sectors – particularly the zootechnical and agri-food industries – can be crucial to the survival of such economic activities.

Therefore, emphasizing the attention toward a heritage as sensitive as the spontaneous built heritage in countryside highlights the need to identify intervention instruments capable of acting as a flywheel for the recovery of the agricultural economy in the aftermath of any disaster. This attitude, linked to the testimonial value of the material document, is the most effective tool for promoting an aware action toward the preservation of the traditional characters of these vernacular architectures according to a territorial scale approach.

2. Spontaneous settlements overcoming the emergency

In the second half of May 2012, a seismic sequence of considerable intensity affected the lowland of Emilia. It caused severe damage in several municipalities of the Provinces of Modena, Ferrara, Bologna, and Reggio Emilia in Emilia-Romagna, and the Provinces of Mantua and Rovigo, respectively in Lombardy and Veneto. In Emilia-Romagna, the earthquake is unfortunately remembered, above all, for the deaths caused by the collapse of the industrial sheds and the enormous economic damage it caused. However, it cannot be ignored that the seismic sequence struck a territory with a strong agricultural vocation and a great tradition in the agro-food industry. While the damage to the housing assets was generally limited, the damage to spontaneous rural buildings was very significant due to their high vulnerability to seismic actions. In the “crater”, the so-called area that includes 33

municipalities of the Emilia lowland between the Reggio Emilia and the Ferrara, agriculture has always played a vital role in terms of the extension of the utilized land and the economic level reached. The earthquake then severely hit the activities and scattered the rural building tissue of the Emilia countryside. The most considerable damage was recorded for those compounds or those buildings for which the maintenance was not continuous or even in an entire state of degradation and abandonment, and, unfortunately, this often occurred in the historic rural courts.

The spontaneous buildings suffered severe damage and collapse due to the high vulnerability of buildings of this kind that often have not received the necessary conservation measures and maintenance. However, the actual use of construction techniques characteristic of the Emilia construction tradition (e.g., bearing structures consisting of masonries made from bricks or adobe mud blocks) helped to limit the harmful effects of the earthquake [2-4]. In fact, these spontaneous architectures [5], even when only made to withstand the vertical loads but with a good connection between the orthogonal walls, proved to possess a reserve of resistance favoured by the box-like behaviour of the structural conception. The seismic sequence produced actions on the buildings comparable to or even higher than the expected actions at the Lifesaving Limit State, for which severe breaks of non-structural elements and significant damage to structural elements are accepted, according to the consolidated methodologies of seismic design adopted.

2.1. The regulatory framework for the effective post-disaster reconstruction

Due to the lack of a national regulatory framework on natural disasters, which are unfortunately very frequent, a regional normative and a structural framework for implementing post-emergency activities led to the reconstruction of the areas severely afflicted by the earthquake. On the occurrence of each new calamity, a fresh set of rules, criteria, and methods should be established to recover what the force of nature has destroyed. Nevertheless, the State law cannot grasp all the needs for the reconstruction in such a deeply wounded territory. In the light of these considerations, it emerged the requirement to integrate the provisions that were gradually developing at the central level of the Italian State with a regional law that, without conflicting with the special intervention, adjusted to the specific reality of the struck territory. The call for repairing the housing assets and the agricultural annexes of the countryside was, therefore, one of the priorities [6], without losing sight of the demand to preserve their identity value. For this reason, in December 2012, the Legislative Assembly of the Emilia Romagna Region approved Regional Law n.16, which gave conspicuous and proper attention to the spontaneous architecture that characterizes the rural building tissue struck by the earthquake.

The protection requisite cannot, however, crystallize the condition of a built heritage expanded, in the past decades, according to the functional requirements to the conduction of the agricultural lands and that, at first glance, appeared oversized as compared to current needs. Then, the first issue addressed by the Regional Law 16/2012 was the dimension of the rural buildings, both in terms of support for agricultural production and residence.

With regards to those buildings not subjected to the landscape and environmental constraints, therefore, on the occasion of the implementation of the construction site to repair and improve the anti-seismic behaviour, the law backs the reduction of the building volume, with the consequent modification of the shape, avoiding to perform expensive repairs to buildings no longer necessary for the families and the agricultural activities. Besides, the law allows maintaining the right to recover the lost volume for future expansion in the ten years following the refurbishment, on the condition that those new volumes are functional

dwellings for agricultural use. Even in the case of rural buildings not for housing purposes, the volume can be recovered in the following ten years through the expansion or the reuse of buildings that were no longer in use and that are located within the farm or by providing new buildings for productive use adjoining to the existing ones. The modification of the shape and the reduction of the volume is possible in the case of unconstrained buildings that collapsed or which have reached such a high degree of damage as classified with the so-called E3 operational level. In the case of scattered buildings owned by a single farm, the law leads to a twofold option: the reconstruction within the company boundaries through a process of functional merging with the new production requirements or the rebuilding in another suitable area provided by the urban planning instrument.

The conditions for the recovery of buildings constrained directly by the Ministry of Cultural Heritage or the Municipal urban planning instruments are very different. In the first case, the offices of the Superintendence, pursuant to the Legislative Decree n. 42/2004, must previously authorize each intervention while, in the second case, every municipal rule that imposes conservative requirements should be analysed on a case-by-case basis. However, what appears more relevant in this situation is the possibility that the law offers the Municipalities to review the protection measures to maximize the effort for repairing and restoring the safety conditions of the buildings subject to landscape or cultural constraints by assessing either the actual requirement for the permanence of the constraint or possibly re-categorizing the extent.

In this case, it is necessary to provide in the Reconstruction Plan that each Municipality can approve, based on Article 12 of the Regional Law, an amendment to the protection framework, precisely aiming to foster the repair of the damaged buildings and statically compromised by the earthquake. Moreover, to speed up the recovery process, the law provides that a resolution of the Municipal Council that follows this provision may be sufficient.

The Plan may also provide incentive measures, generally volumetric increases proportional to the costs involved, which may be granted to foster the practice for the redevelopment of the degraded built heritage, even in rural territory, thus encouraging recovery actions. In the case of constrained buildings that have collapsed or been demolished as the result of a Mayor ordinance, the shape and volume modification is allowed, with the relative recovery modalities described above. However, the commitment to rebuild with respect to the traditional building type remains by using construction techniques and materials of the tradition. To this end, the Plan addresses the process by suggesting the characteristics of the building type that the new buildings should have and the direct measures to lead the reconstruction. The demand to repair or rebuild many damaged buildings in the agricultural territory thus offered a one-off opportunity to improve the safety conditions while respecting the spontaneous character of these architectures. The Emilia-Romagna Region stood as a strategic tool for decision support to Municipalities and designers to safeguard the most relevant parts of the damaged built heritage, whose conservation can also be ensured through practical action to enhance the building type. This has favoured, above all, the recovery with seismic improvements up to 60% of the safety degree provided by the law, allowing the restitution of the necessary stability to so many buildings damaged in the Emilia countryside, making them accessible again and functional to the residential or the productive use.

2.2. The spontaneous architecture at the earthquake test

The territory struck by the May 2012 earthquake includes not only churches or historical palaces, witnesses of artistic culture to preserve [7]. Due to its agricultural character, there

are also several spontaneous buildings [8] that, scattered in the countryside, are of historical interest and are therefore subject to the landscape constraint [9], despite the fact that they are buildings of limited artistic value, representing an essential value for the connotation of the landscape and the rural tradition of the place [10]. These constructions reflect and synthesize the environmental framework of reference while renovating its dynamics in continuous sedimentation of cycles of use and re-use [11]. In fact, the distinctive presence of barns and *barchesse* (i.e., outhouses), even more than dwellings, marked the difference with other less interesting contexts in terms of characterization of the building type, characterizing the morphology of the settlement [12-13]. The rural system has forms and structures led by a compositional and functional tradition which, mediated by stylistic and morphological influences inspired by forms of courtly architecture, is linked to specific purposes of use. The necessities linked to the people's housing, the sheltering of animals, and the processing and safeguarding of products, in fact, determine a precise –although widely variable– structure of spaces and buildings. On the one hand, the structure and the production level influence the ways and the forms through which this relationship between necessity and space is realized in the territory. On the other hand, the physical and geomorphological characteristics are peculiar to each settlement system.

Separate components that identify a court define the most widespread agricultural building type, and the service buildings usually are separated from the farmhouse [14]. Occasional is the presence of the farmhouse with joint sections, as observed in the area of Reggio Emilia, for example [15]. At the same time, among the oldest buildings –up to the 18th century– there are variations of the type that, although presenting the established division between the house and the stable-barn, introduce different solutions concerning the access (from the portico, directly from the outside), the plan of the building (square or rectangular), the roof (e.g., a two pitches roof, a pavilion rooftop, with recessed edges) [16].

The most outstanding and representative buildings in the agricultural domain are, actually, the typical rural constructions of service which can be traced back to the model outlined by the Bolognese architect Carlo Francesco Dotti, who in the 1700s introduced the building type stable-barn/*barchessa*, with a portico on two or three sides, particularly familiar in the rural territory from Modena to Bologna [17]. Pillars or pilasters represent the architectural and compositional features of these barns, often paired, with large arched or squared openings, in addition to impressive walls arranged with the construction technique of *gelosie* (i.e., grid masonry wall), initially introduced for hygienic reasons [18].

In San Felice sul Panaro, on the other hand, the presence of apparently more ancient barns shows a combination of supporting columns on the front, but in this case, the columns in white stone with capitals and bases shaped to support large arches of the main front. All of this advises the barns of San Felice sul Panaro as a key element in the connotation of the landscape of that area, belonging to a history that deserves further study. The link with the territory on which this heritage insists is the characterizing element. So in Concordia sulla Secchia the bond with the water courses is vital, whether it is the Secchia river or the artificial canals built in the 20th century to sustain agricultural activity. In this area, for example, there are episodes mostly related to single-family dwellings consisting of a single building composed of two distinct but closely related parts; one behaved as a dwelling, the other as a stable-barn or a *barchessa*. Sometimes even a small building that used to house the bread oven is part of the same site, below which there was the pigsty for the domestic breeding of pigs, and often above, there was room for a small chicken coop. Hence, the orientation of the main constructions –i.e., stable-barns and dwellings– is almost always respected: the house faces South, while the stable, which usually is the closest building to the dwelling or the owner's house for monitoring reasons, has windows on the long sides, facing East and

West for countering the North winds, while the position of the pigsty is usually outside the court and close to the dunghill.

2.3. Assessment of the earthquake damage scenario

The examples of the typical damage suffered by the spontaneous architecture of the Emilia countryside during the earthquake of May 2012 are briefly discussed below, with particular attention to rural buildings, those constructions commonly used for residential functions and in support of agricultural activities, which constitute the building tissue of the Emilia countryside landscape (Figures 2, 3). The analysis of the damages suffered by these buildings, although in some way made specific by local construction techniques [19], is clearly helpful for interpreting the seismic behaviour of these building types in an ever much better way. The damage has been reported due to the out-of-plane failure mechanisms and in-plane damage to the masonry walls as a representation of the different structural behaviour of many case studies surveyed.

The spontaneous Emilia architecture uses clay-bricks, but in some cases also sun-baked clay bricks, to raise walls that, in general, identify a bearing structure (i.e., vertical walls and pillars) arranged in both the main directions of the plant to determine a global box-like behaviour. Although characterized by a geometrical arrangement generally unchanged over time, it has instead undergone considerable changes that have particularly affected the horizontal structures, whose structural role is crucial for the overall behaviour of the building towards both vertical loads and seismic actions. This structural element is assumed as the distinctive factor for this brief survey which investigates the damage scenario of those rural buildings characterized by the use of wood in the construction of floors and roofs, whose primary members, bending resistant (i.e., horizontal timber beams, common rafters, and purlins) are merely resting on the masonry. The walls, which are not subject to thrusts other than those coming from the roofs, define a single structure that would seem, but only apparently, capable of withstanding significant horizontal actions. Actually, this overall positive behaviour failed due to various factors, not surprising for a spontaneous construction, directly linked to the construction techniques (e.g., lack of connection between orthogonal walls, concentrated action of the beams either on the floors or the roofs, different load amount on orthogonal walls, the lintel thrusts above the openings) that lead to the overturning mechanism of the facade wall detached from the orthogonal ones and the separation of the same walls in autonomous vertical bands. Thus, the so-formed separate portions of the masonry rotated outwards due to the eccentricity of the thrusting as a consequence of the perimeter walls shape, whose offsets are all arranged from the inner side. The stables and the barns showed the most considerable damage, in many cases triggering the collapse, due to the critical relationship between the height and the thickness of the walls, accentuated by the length/thickness ratio of the long walls, especially in the barns and the



Figure 2. Medolla, Modena. The roof, resting on long span walls, collapsed and directly contributed with its thrust to the out-of-plane overturning of the walls.



Figure 3. Spontaneous built heritage at the earthquake test: Crevalcore, Bologna (*top, centre, and bottom-right*); San Felice sul Panaro, Modena (*bottom-left*)

barchesse that, in addition, have highly irregular configurations, both in plan and elevation. The very slender infill walls are frequently out-of-plane collapsed, mainly when laid in a stretching bond, and if pillars are present, the connection between the pillars and the infill wall proved to be ineffective. The out-of-plane failure mechanisms also involved thicker perimeter walls, especially in the absence of transverse walls. In these cases, the roof, resting

on long-span walls, collapsed and directly contributed with its thrust to the out-of-plane overturning of the walls.

3. Environmental design and the strategies of the reconstruction

The damage of seismic events to the rural territory, on its economic resources but also the identity values linked to the landscape, requires consideration of the objectives of reconstruction. In the post-earthquake phase, it was necessary to respond to new requirements and requests from the territory while contributing to shaping a contemporary rural landscape, firmly rooted in the structures and signs of the historical landscape but renewed in functionality and safety [20].

The reconstruction of the lower central Emilia plain can be assessed as the implementation of a collective project involving citizens, professionals, and local government agencies. This process could not ignore a unitary vision, a project that, going beyond the emergency, knew how to seize the opportunities to renew the existing spontaneous context, investing in safety, functionality but also in quality features (i.e., quality of rural settlements, in their relationship with the landscape, and quality construction of rebuilt buildings). In order to manage the phases of this dynamic transformation, the definition of guidelines has been strategic to support operations without establishing a strict set of constraints and rules. The regulatory framework prepared by the Emilia-Romagna Region, also through the work of the Agency for the Reconstruction, established a series of criteria that, orienting the transformation interventions, addressed the design options about the context in which the intervention is going to be placed.

3.1. Spatiality and relationships with the landscape in the composition of new buildings

The first question that every intervention is called upon to answer is the ex-ante assessment of the effects that each intervention would have on the landscape, whether positive or negative, since the integration and the prevention of the negative impacts represent significant factors in design, in the same way as the functional requirements of the farm, the economic-financial aspects, and the seismic safety.

The level of transformation is backed, on the one hand, by the damage extent and the building construction techniques, and, on the other, by the value that the built compound plays in itself, due to the construction type of the buildings, its representativeness, its function, or the significance that the local community attributes to it. Knowing the local context, the models of aggregation, and the territory are of fundamental importance for understanding the settlement rules in the landscape and thus guide the new constructions to integrate into a context of continuous transformation effectively. Thus, the investigation took into account the physical elements structuring the landscape, the morphological, functional, and formal relationships between the settlement and the road network, between the open spaces and built places, and between all these elements and the features of the landscape. Not only that but also the vegetable formations and essences typical of the territory, especially when this vegetation is thought to be in contact with the plantation or in close connection with the building. For clarity, the exemplification of *Figure 4* makes a series of guidelines aimed at achieving quality in new buildings and the appropriate inclusion in the rural landscape. These are exemplary solutions, functional to display the objective pursued in the reconstruction. Given the level of abstraction of representation, which synthesizes a great variety of realizations, it is possible to reflect on the criteria pursued in enhancing the countryside landscape. In particular, in the areas of landscape emphasis and some micro-areas of exceptional landscape value, the historic arrangements and the landscape characters represented those values to recognize and safeguard, going well beyond the mere preservation of a single building. In these cases, the reconstruction of a collapsed

building assumed a different relief concerning other contexts without built cultural heritage and environmental significance.

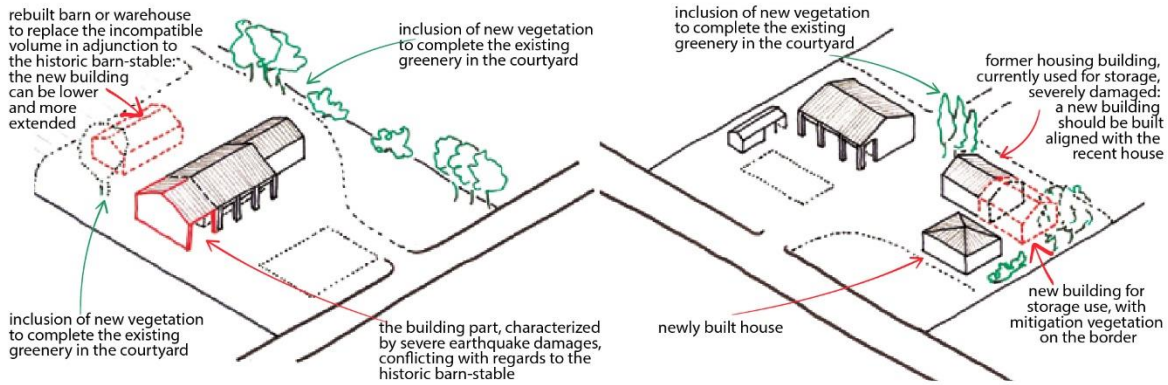
Before intervening, it is therefore essential to know the rules that shaped the territory and, in most cases, satisfy multiple needs: from those of safety concerning hydrogeological risks to those of accessibility and visibility in the landscape. The knowledge of these rules is the logical precondition for intervening on a part, with the awareness of being able to contribute to a broader 'project' of landscape enhancement. To limit the formation of new isolated buildings, the location of the new constructions serving the farm production is carried out in contiguity to the existing building compound; where it was possible to identify an adjacent lot area, or an area functional to the performance of the company activities, the new buildings were located within these areas. Instead, if it was impossible to locate buildings in places adjacent to other already built complexes, as in the case of buildings subject to sanitary regulations, the criteria of visibility were respected.

This informs the intervention, firstly, in order not to hide the unrestricted views of agricultural space and, secondly, not to alter the visibility of the buildings of particular historic-testimonial interest from the main road. A similar case is represented by the delocalization of constructions from the road buffer zones, and to prevent the new buildings from standing isolated from the rest of the context, the insertion of new greenery is fostered. In this case, the layout of the new buildings took into account the ventilation conditions, the natural lighting, and the sunshine. Hence, the layout of the buildings, according to correct natural ventilation concerning the prevailing winds and, at the same time, shaping the buildings to the sun exposure, is meant to adhere to the rule that governs the landscape formation.

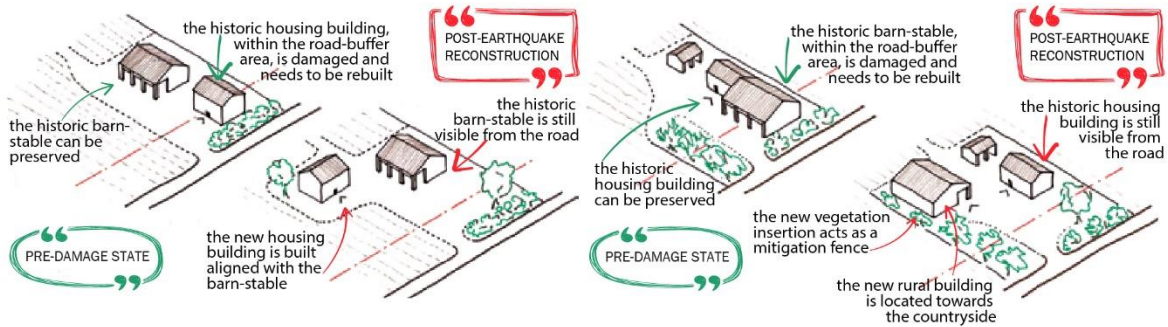
3.2. Reconstruction in historic courts preserving the traditional building type

The building type of the rural settlements is of great interest as it is an expression of the identity of a place (i.e., *genius loci*) and the constitutive element of a specific landscape [21]. Therefore only through the study of the local built heritage is it possible to acquire the appropriate information necessary to understand the rules with which the settlements were built, particularly regarding the buildings' composition and orientation. For these reasons, in the case of interventions on the historic built heritage, it was necessary to assess the possibility of recovering the function of the buildings, compatible with the building type, respecting the structural and decorative characteristics, and, as far as possible, improving the seismic behaviour. Finally, if it is necessary to intervene in connection with the existing structures, the objective is to harmonize dimensions, shapes, and materials to the pre-existence. The newly built interventions were inserted into already existing compounds, and the new extensions were composed of the original buildings. In particular, if the new buildings were arranged around a courtyard space, those locations were favoured that reinforce the centrality of this space by closing or extending one side if this did not alter the visibility of the rural complex from the street. Alternatively, if the new building or the extensions have originated another smaller courtyard area, this was set to face the farms at the back of the main building. The objective that guided the intervention concept is backed by the principle that any new construction should not alter the unitary vision and should be arranged by enhancing the presence of the historic parts. If new buildings are already present in the courtyard area, altering the original configuration, then the opportunity was taken to reconfigure the area in its entirety. The new construction resolved the incorrect insertion of recently built addition, redeveloping and reconfiguring the courtyard as a whole while enhancing the character of any historic building.

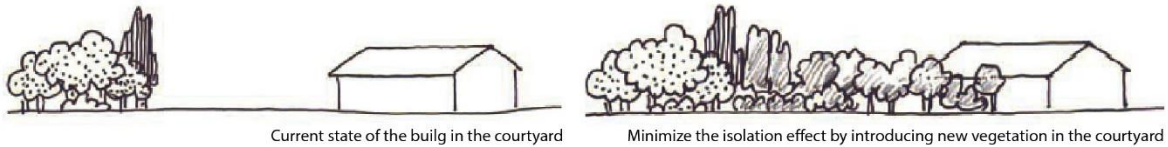
1. OPERATIONAL ISSUES TO RELOCATE NEW BUILDINGS WITHIN A DAMAGED HISTORIC RURAL COURTYARD



2. RECONSTRUCTION OF THE BUILDINGS THAT INTERFERE WITH THE ROAD-BUFFER AREA



3. BENEFITS FROM THE VEGETATION INSERTION TO IMPROVE THE QUALITY OF THE COURTYARDS SETTLEMENT



4. GREENERY TYPE FORMATIONS AND RECOMMENDATIONS OF USE

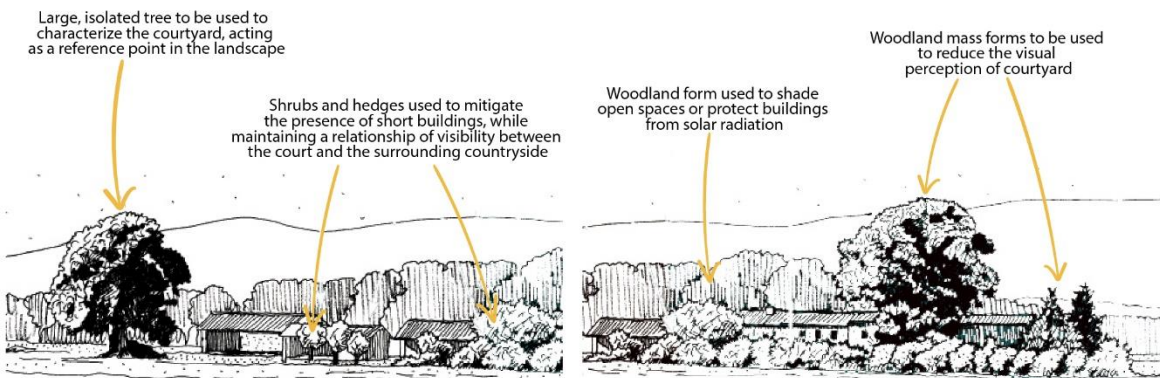


Figure 4. [top-down] 1) Operational issues to relocate new buildings within a damaged historic rural courtyard: on the left, the exemplification of the building part to demolished with the reconstruction of the same volume in the backward; on the right, reconstruction of the new building part aligned with the recent housing building. 2) Reconstruction of the buildings that interfere with the road-buffer area: on the left, delocalization of the housing building in separate elements; on the right, delocalization of the production building in single-body complexes. 3) The benefits from the vegetation insertion to improve the quality of the courtyards settlement. 4) Greenery type formations and recommendations of employment.

Moreover, the location of the new building was the occasion for shading, from the main view, those service spaces intended to accumulate materials or agricultural equipment. In the case of small historic rural aggregates, when the collapsed components are limited, the

objective is not to alter the subdivision of the spaces and the nature of agglomerates, accompanying the constructed volumes with the insertion of new greenery. The vegetation in linear or scrubland form proved to be a very useful tool for mitigating existing large buildings or those buildings of new construction for functional needs.

4. Discussion

Those who had the opportunity to research an archive or have the experience of an archaeological excavation know that the documents preserved there have their order that not only should not be altered but is also itself part of the information that the single document can provide. Even those voids left by objects, not in the location where they should have been, represent research data. Once the order is changed, the documents are moved, and a part of the information is lost. This is what happens to the landscape, and to the agricultural landscape in particular, where things often change, for reasons linked to cultivation, to the technologies used, due to the inadequacy of buildings to the needs of work and daily life. In the case of a dramatic event such as an earthquake, it is inevitable that an archive of historic heritage is put at risk by the choices of reconstruction. In this case, it is the single building (i.e., the single document) to occupy the center of interest, for reasons linked to the single property and the specific plan of reconstruction, for the procedures and the methods with which interventions are managed.

Hence, dealing with the effects produced by a natural disaster forces to imagine and supervise a complex process involving numerous actors. This study is intended to represent the path to reconstruction that the Delegated Deputy Commissioner for the reconstruction and the Agency for the Reconstruction adequately addressed. Accordingly to the process defined, an interdisciplinary approach is required to recognize the logic of the rural settlement and the characteristics to be preserved and enhanced in the reconstruction phase.

References

- [1] Agenzia di informazione e comunicazione della Giunta regionale dell'Emilia-Romagna. A un anno dal terremoto. Bologna: Commissario delegato alla Ricostruzione; 2013.
- [2] Gambi L. La casa rurale nella Romagna. Firenze: CNR, Centro di studi per la geografia etnologica; 1950.
- [3] Gambi L. Per una storia dell'abitazione rurale in Italia. Rivista storica italiana 1964, 76:436-440.
- [4] Gambi L. La casa dei contadini. In: Strutture rurali e vita contadina. Milano: Silvana Editoriale d'Arte; 1977, p. 181-190.
- [5] Rudofsky B. Architecture without Architects. A short introduction to non-pedigreed architecture. New York: Doubleday & Co. Inc.; 1964.
- [6] Montuori M. Il libro bianco del post-sisma in Emilia-Romagna. Paesaggio Urbano 2012; 4(Dossier):XV-XXI.
- [7] Zaffagnini T. Un tipo edilizio da salvare: la stalla-fienile della pianura Bolognese. Costruire in Laterizio 1995; 47:344-349.
- [8] May J., Reid A. Buildings without Architects. Milano: Rizzoli; 2010.
- [9] Zerbi M.C. Guida europea all'osservazione del patrimonio rurale. Milano: Guerini Scientifica; 2007.

- [10] Ortolani M. La casa rurale nella pianura emiliana. Firenze: CNR, Centro di studi per la geografia etnologica; 1953.
- [11] Mansbach S.A. Advancing a Different Modernism. New York and London: Routledge; 2018.
- [12] Pianzi G. Immagini del territorio nel Comune di Finale Emilia. I fabbricati rurali. Finale Emilia: Baraldini Editore; 1995.
- [13] Pianzi G. Immagini del territorio nel Comune di Finale Emilia. I fabbricati rurali. Seconda parte: Le case ad elementi separati. Finale Emilia: Baraldini Editore; 1997.
- [14] Pecora A. La corte padana. In: Barbieri G., Gambi L., editors. La casa rurale in Italia. Firenze: Olschki; 1970, p. 219-244.
- [15] Gaiani A. Stato dell'arte sugli studi tipologici della casa rurale della pianura bolognese. Paesaggio Urbano 1955; 1:41-51.
- [16] Manaresi F. Per una storia dell'architettura rustica bolognese. Il Carrobbio 1977; 3:243-261.
- [17] Savini M. La fondazione architettonica della campagna. Uno studio sulla pianura bolognese. Bologna: L'artiere; 1999.
- [18] Zaffagnini M. Le case della grande pianura, Firenze: Alinea; 1997.
- [19] Sorrentino L., Liberatore L., Liberatore D., Masiani R.. The behaviour of vernacular buildings in the 2012 Emilia earthquakes. Bulletin of Earthquake Engineering 2014; 12(5):2367-2382.
- [20] Montuori M. La messa in sicurezza come primo atto di misericordia materica. Paesaggio Urbano 2013; 2:26-29.
- [21] Berque A. Les raisons du paysage. Paris: Hazan; 2000.

Diagnostic campaigns and structural assessment of an existing masonry buildings

Azzara Riccardo Mario - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Osservatorio Sismologico di Arezzo, Arezzo, Italy, e-mail: riccardo.azzara@ingv.it

Cardinali Vieri - Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Architettura (DiDA), Florence, Italy e-mail: vieri.cardinali@unifi.it

Cristofaro Maria Teresa - Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Architettura (DiDA), Florence, Italy e-mail: mariateresa.cristofaro@unifi.it

Tanganelli Marco - Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Architettura (DiDA), Florence, Italy e-mail: marco.tanganelli@unifi.it

Abstract: In the structural assessment of the existing buildings the definition of the correct mechanical properties of the materials is crucial. Destructive tests are considered the most valid approach, as they straight determine the mechanical values of the samples. Different authors have shown how the variability of the experimental results even inside a single building can be very high. In the existing contexts this aspect discourages towards the a-critic adoption of the experimental values; hence, probabilistic approaches like the Bayesian update have been included in the engineer practice. In this paper, the issues concerning the modeling calibration through destructive campaigns are presented and discussed with reference to an existing masonry building. The construction is a XX century masonry building located in Tuscany addressed at nursing home for elderly persons. The study became the opportunity to assess comparisons within the different investigation strategies for a suitable calibration of structural models.

Keywords: existing buildings, destructive campaigns, dynamic identification, structural modelling, seismic analysis

1. Introduction

The structural evaluation of the existing buildings requires the comprehension of the acting resistant system as the definition of the mechanical properties of the adopted materials. The first issue is achievable through accurate geometrical structural surveys pursued by recent advanced technologies (laser scanner, photogrammetry) combined with the studies on the historical evolutions of the building and the execution of diagnostic campaigns. Nonetheless, once the structural system is clarified, the adopted materials still need to be defined in terms of mechanical values. In the structural assessment of existing structures, National and International codes define three specific Knowledge levels KL1, KL2 and KL3, based on the information collected [EN 1998-3 (2003), NTC 2018, MIT2019]. For each KL, a relative Confident Factor CF is accounted, targeted at reducing the mechanical properties considering the uncertainties not clarified during the knowledge phase. The CF accounted by the codes are equal to 1.35 for KL1 (the lowest KL), 1.20 for KL2 (intermediate), 1.00 for KL3 (exhaustive knowledge). Considering the masonry buildings, the Italian code [NTC2018] defines the mechanical parameters that must be used for several masonry typologies in absence of more refined definitions. Hence, for the higher KLS these parameters are then updated by Bayesian procedures.

This paper took advantage of a knowledge study carried on a nursing home for elderly person located in Tuscany to critically discuss the influence of the executed tests and the KLs to the structural response of the structures. The differences within consecutive achieved KLs are presented in terms of seismic analysis and safety indexes.

2. The structural assessment of existing masonry buildings

2.1. The Italian code recommendations

Aiming to assess the structural performances of an existing building, the Italian code defines the mechanical parameters that must be adopted in absence of more specific cognitive studies (Table 1). The two values for each parameter indicate the minimum and maximum values that can be adopted. For KL1, the code specifies that for the elastic moduli (E and G) the use of the mean values is recommended, while the minimum ones should be considered for the resistances (f_m , τ_0 , f_{vo}). In addition, another Table (Tab. C8.5.II) provides improvement coefficients that can be adopted in case of good masonry qualities (transversal connections and so on).

Table 1. Mechanical parameters from the Italian code for the different masonry typologies.

| | f_m (Mpa) | τ_0 (Mpa) | f_{vo} (Mpa) | E (Mpa) | G (Mpa) | ρ (kN/m ³) |
|--|----------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| Rubble stone masonry | 1 | 0.018 | - | 690 | 230 | 19 |
| | 2 | 0.032 | - | 1050 | 350 | |
| Rough-block masonry with non-homogeneous thickness of the external faces | 2.0 | 0.035 | - | 1020 | 340 | 20 |
| | | 0.051 | - | 1440 | 480 | |
| Split stones masonry with good texture disposition | 2.6 | 0.056 | - | 1500 | 500 | 21 |
| | 3.8 | 0.074 | - | 1980 | 660 | |
| Irregular soft stone masonry (tuff, calcarenite etc.) | 1.4 | 0.028 | - | 900 | 300 | 13+16 |
| | 2.2 | 0.042 | - | 1260 | 420 | |
| Regular block masonry made by soft stone (tuff, calcarenite etc.) | 2.0 | 0.04 | 0.10 | 1200 | 400 | |
| | 3.2 | 0.08 | 0.19 | 1620 | 500 | |
| Stone squared blocks masonry | 5.8 | 0.09 | 0.18 | 2400 | 800 | 22 |
| | 8.2 | 0.12 | 0.28 | 3300 | 1100 | |
| Clay bricks and lime mortar masonry | 2.6 | 0.05 | 0.13 | 1200 | 400 | 18 |
| | 4.3 | 0.13 | 0.27 | 1800 | 600 | |
| Semi-full bricks with cement mortar masonry (Double UNI with hollow part \leq 40%) | 5.0 | 0.08 | 0.20 | 3500 | 875 | 15 |

It is worth noting that these parameters, asseverated by the technicians, can be adopted in static and seismic analysis in absence of more specific studies. The achievements of the further KLs, KL2 and KL3 is accomplished by executing destructive tests. Generally, a common rule establishes that the characterization of the mortar is enough to achieve a KL2, while the KL3 is achieved for more destructive campaigns targeted at defining the different parameters shown in Tab. 1. To reach a KL3 different destructive tests can be adopted, e.g., double flat-jack test for the Elastic Young's modulus, diagonal test for the Shear modulus, shove test for the shear strength. In this case, the parameters coming from Tab. 1 can be implemented according to a Bayesian approach. Given the initial mean parameter $\mu' = 0.5 (X_{max} + X_{min})$ the update mean values can be μ'' computed according to the following equation:

$$\mu'' = \frac{(n\bar{X} + k\mu')}{(n + k)} \quad (1)$$

Where n represents the number of in-situ tests, \bar{X} the mean value of performed tests and μ' represents the mean value obtained by the code range; k is a coefficient provided by the MIT2019 that considers the ratio between variance of performed tests prior distribution variance and it is variable for each different test (for further details please see the Italian code [MIT2019]).

2.1. The dynamic identification of buildings

The dynamic identification of buildings represents an effective tool in Operational Modal Analysis (OMA) [Doebbling et al. 1996, Clinton et al. 2006]. The pros of these applications are related to the fact that they do not need artificial excitation, working only with ambient noise. The dynamic recording allows the identification of the main fundamental modes of goods. The adoption of ambient vibration measurements took space in the field of civil engineering thanks to its non-invasiveness as the obtainment of information able to globally characterize the structures.

It is worth noting that the dynamic identification is not strictly related with the standard in-situ test to determine the materials' properties of a structure. Nonetheless, the reverse engineering procedure allows to define the experimental solutions of the vibration's mode of the structure [Azzara et al. 2022]. Hence, as the latter are related with the masses and stiffnesses of the investigated system, the obtainment of the frequencies of a structure allows to calibrate the mechanical properties of the analytical models. In addition, the dynamic identification can be integrated into holistic procedures combining more non-destructive tests to define reliable structural models [Cardinali et al. 2021].

3. A critical overview: the case study

3.1. The Fabbri Bicoli RSA in Bucine

The Fabbri Bicoli RSA is a masonry structure located in Bucine, in the province of Arezzo (IT) which hosts a nursing home for elderly people (Fig. 1). The historical research allowed to date the building during the 30's, when it held a kindergarten. The construction is characterized by a regular architectural disposition. The building has semi-underground level, a ground level and a first floor. The plan is symmetrical respect to the entrance, where the staircase serves at the upper level.

3.2. Structural characterization by non-destructive tests: KL1

The RSA has been investigated with an exhaustive knowledge path. Initially, thermography campaigns and GPR surveys have been executed in order to comprehend and characterize the structural system of the building. Then, 16 test holes have been made to check on the accuracy of the non-destructive hypothesis. In addition, visual inspections with the endoscopy have checked the inner parts of masonry structures and slabs. With this first cognitive phase, the structural system of the building was defined and the first level of knowledge, KL1 was achieved (Tab. 2). The bearing walls of the structure are characterized by rough-block stone masonry for the external panels, with clay brick masonry for the internal partitions. The slabs are realized by different mixed typologies within the *latero-cemento* slabs. At each level, except for the roof, the connection within the bearing walls and the horizontal diaphragms is guaranteed by the presence of a concrete ring beam, distributing the loads and leading to a box-

behaviour. The ceiling of the roof is made of a clay structure suspended over timber beams. The roof is given by a wooden structure covered by clay roof tiles in a traditional Italian scheme.

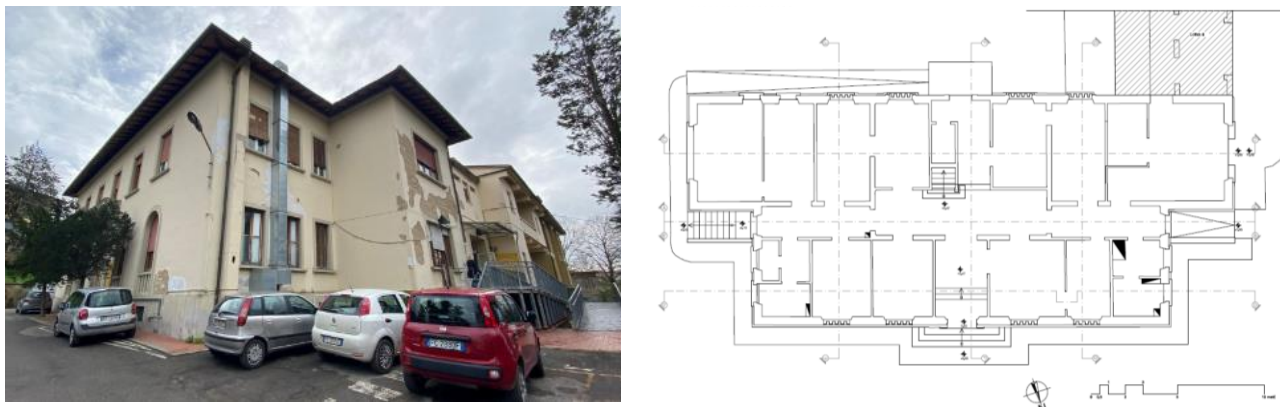


Figure 1. View of the building and ground floor plan

In addition to this phase, the dynamic identification of the building was executed. The monitoring campaign consisted of the installation of 5 stations, 2 located at the two upper levels of the structure and 1 at the basement. The seismic stations consist of tri-axial seismometers Sara electronic instruments with magnetic transduction (proper frequency of 2 or 4.5 Hz). The sampling of the collected data was done with 200 sps while the instruments were synchronized via GPS. The mean spectral ratios of the homologous components within the different levels of the building have been evaluated. The Standard Spectral Ratio (SSR) is used in seismology to highlight the amplitude's effects on a given measure respect to a measurement point in a less amplifying area (bedrock or the lowest floors). The mean spectral ratios have been computed accounting the mean of the obtained relationships within intervals of 120 s (Fig. 2).

Table 2. Investigations made and achieved KL

| Knowledge Level 1 | | KL1 |
|-----------------------------|--------------------|--|
| Architectural survey | Complete | Laser scanner survey |
| Structural characterization | Complete | Thermography campaign GPR survey Trial holes + endoscopy |
| Dynamic characterization | Seismic monitoring | |
| Mechanical properties | Tab. C8.5.I | Elastic moduli – mean values Resistances – min values |
| Confidence Factor | CF1 | 1.35 |

Observing Fig. 2, the main frequency of oscillation for the transversal component of the principal axis of the building (HHE) is within 5.5-5.9 Hz. For the longitudinal component (HHN) slight values are highlighted, within 5.3-5.7 Hz. A second frequency in the transversal component is ascribable within 6.0 and 6.9 Hz as it can be identified along all the measurement points. Along the longitudinal one the frequency of oscillation is visible only referring to the right side of the building, with values around 6.9 Hz. The amplitudes of the SSR are quite modest along all the recording points. The peak values is given by the point BU2B, where the peak located at 5.52 Hz reaches a values 12.4 higher than the one at the basement.

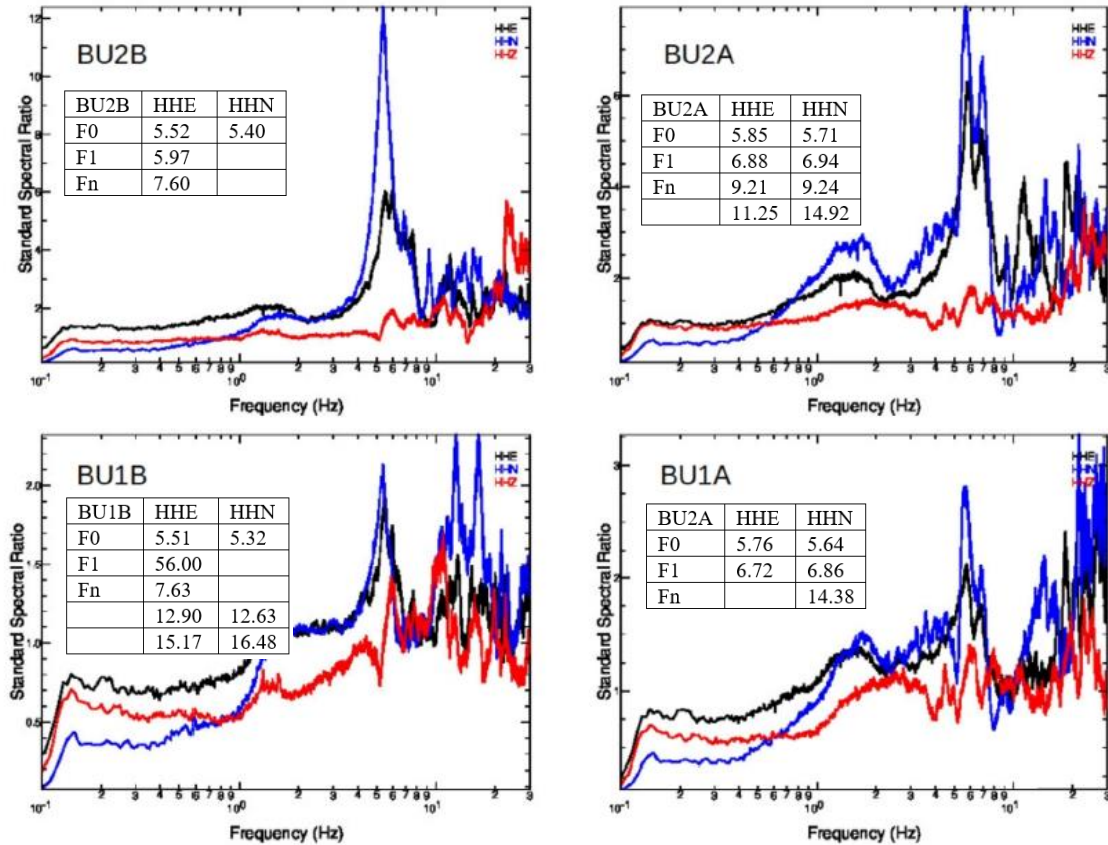


Figure 2. SSR spectral ratios for the different measurement points at the ground floor (BU1A-BU1B) and at the first floor (BU2A-BU2B). For each point the frequencies related with the spectral peaks are shown.

3.3. Mortar characterization: KL2

The mortar of the building has been investigated by laboratory analysis and drilling test. The first studies have been done on two mortar samples coming from the two distinct masonry typologies of the RSA. Laboratory tests concerned mineralogic and petrographic analysis. The mineralogic ones have been made by X-ray diffractometry using a Diffractometer Philips PW 1050/37 (data acquisition system X' Pert PRO Philips, operations at 40 kV -20 mA). The petrographic analyses have been done with an optic microscope ZEISS Axio Scope A1, resolution camera of 5 Megapixel.

The combination of the two analyses allowed the characterization of the mortars of the building. In fact, the same composition has been highlighted in both the masonry typologies. The two mortars were realized with aerial lime realized in a traditional way. The presence of the inert materials is bigger than the one of the binders (ratio 3/1). Nonetheless, the porosity is not elevated, and the mortar points out some compactness.

Later, several drilling tests were executed over the mortar layers. The tests were done with a PNT-G penetrometer (Pizzi instruments). For each test 15 different trials were done, then, the mean value of the experiments was considering after excluding the minimum and maximum ones. The energy released was converted into a pression value through the Gucci and Barsotti procedure [1995]. The tests pointed out low values of the mortars for all the executed tests. The resistance values were always under 0.70 MPa.

Hence, due to the outcomes of the mortar characterization, the detrimental coefficient equal to 0.80 for the elastic moduli and 0.70 for the resistances have been applied, in order to consider on the effects of the bad mortar qualities. In Tab. 3 the parameters adopted during the KL2 phase are presented.

Table 3. Investigations made and achieved KL

| Knowledge Level 2 | | KL2 |
|--------------------------|-------------|---|
| Mortar characterization | Accurate | Mineralogic + petrographic analysis Drilling tests |
| Mechanical properties | Tab. C8.5.I | Elastic moduli – mean values Resistances – mean values |
| Detrimental coefficients | MIT2019 | Elastic moduli – 0.80 Resistances – 0.70 |
| Confidence Factor | CF2 | 1.20 |

3.4. Mechanical characterization by destructive tests: KL3

To mechanically characterize the masonry typologies presented in the building, different destructive tests have been executed. Double flat-jack tests were targeted at defining the Elastic Young's Modulus of the masonry typologies of the building. Then, shove tests were done to determine the shear resistance of the masonry. In order to get information on the compressive strengths of the resistant elements of the masonry, 32 cubic samples from the stones and 28 from the clay bricks were tested in laboratory.

Considering the double flat-jack tests, 4 distinct tests were made, two for each masonry typologies. For the clay brick masonry, the analysis led to experimental Young's Moduli equal to 1194 and 2952 MPa, for the stone masonry the values resulted equal to 603 and 869 MPa. Considering the first masonry typologies, the results are in line with the values coming from experimental campaigns over the same masonry typologies. Complexly, the two tests lead to a mean value equal to 2073 MPa, higher than the maximum values assumed from MIT2019 for a general masonry. On the other side, the outcomes of the tests on the stone masonry denounce lower values. The mean value within the two tests is equal to 736 MPa, under the lower limit shown in the same MIT table. However, it is worth noting that this result is more in line with the mortar evidence rather than the one for the clay brick masonry. In both materials, the relative Shear modulus G has been changed according to the Young's modulus E evidence, following the empirical formulation where $G=E/3$.

Considering the shove test, two tests have been executed on the clay elements of the brick masonry, while only was test was made on the stone masonry. The first two tests allowed the definition of the mean shear resistance of the clay brick masonry τ_0 and the friction coefficient μ . For the two tests the τ_0 values resulted equal to 0.165 and 0.403 MPa (mean value of 0.284 MPa), while the computation of μ led to 0.144 and 0.259 respectively (mean value of 0.403). The test on the stone masonry led to values of 0.013 MPa for τ_0 and 0.022 for μ .

The compressive strength on the resistant elements was done in order to determine the compressive resistance of the masonry by combining the results with the mortar characteristics. Complexly, for the stone elements a mean value around 80 MPa was highlighted, while for the brick elements the analysis led to compressive values around 15 MPa. Adopting the interpolation presented in literature and the values the 20% reduced, a final value of f_m equal to 4.5 MPa was computed for the clay brick masonry. For the stone

masonry, it was not considered as the outcome of the interpolation was way bigger than the code limits, and yet, the provided formulations are conceived for artificial elements rather than natural ones. In Table 4 a resume of the investigations conducted during the KL3 phase are shown.

Table 4. Investigations made and achieved KL

| Knowledge Level 3 | KL3 | |
|--|------------|-----------------------|
| Elastic Young's modulus | In-situ | Double flat-jack test |
| Shear resistance | In-situ | Shove test |
| Compressive strength on the resistant elements | Laboratory | Compressive test |
| Confidence Factor | CF3 | 1.00 |

3.5. The seismic analysis

The seismic analyses have been executed by means of nonlinear static analysis. To this aim, equivalent frame models have been realized. The idealization of the equivalent frame is based on the post-earthquake damage pattern of masonry structures, where usually the masonry panels respond following common rules. The structural modelling has been done with 3Muri software (Stadata) [Lagomarsino et al. 2013, Penna et al. 2014]. For the shear, two different criteria have been adopted. For the stone masonry the Turnsek and Cacovic criterion was used, while for the clay masonry was accounted the Mohr Coulomb one. In the current work, different models have been tested, based on the assumptions that follow the achievement of each KL. Complexly, 4 different models have been realized (Tab. 5). Considering KL1, the structural model M1 considers the code indications for KL1. M2 is the equivalent for KL2, then, for KL3 two distinct models were made: one considering the Bayesian approach updating the initial mechanical properties, and one directly assuming the experimental results (M3 and M4 respectively). In Fig. 3 the modifications in terms of percentages for the different mechanical properties adopted are shown. Each parameter is plotted with the reference to the highest value obtained from the mechanical value reduced for the relative CF. It is worth noting that for the stone masonry the highest values as given for KL1, as the experimental results provided lower values. Although within KL1 and KL2 there is a reduction of the CF, the further detrimental coefficient due to the bad mortar quality has been also considered. Regarding the clay brick masonry, the results are different. In fact, the experimental test provided higher values rather, bigger than the parameters provided by the Italian code. Hence, final parameters are higher despite the detrimental coefficients. Considering both masonries, the results point out variabilities within 40 and 50% between KL1 and KL3 (bigger than the 35% ascribable to the CF), with a particular difference highlighted by the f_{v0} parameter in the clay brick masonry, resulting around 70%.

Observing the four considered models, it is worth mentioning that none of them led to numerical modes close to the ones obtained through the dynamic identification. This can be related to the boundary conditions of the structural models, in particular to the relationships within the semi-underground level and the ground. Nonetheless, it points out how the calibration of structural models via modal updates involves different issues requiring optimization algorithms and sensitivity analysis [Girardi et al. 2021].

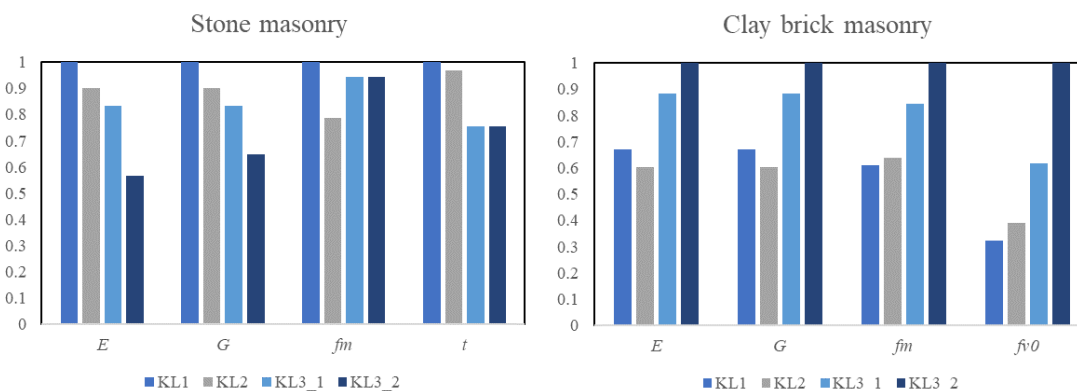


Figure 3. Percentage scatter for the involved mechanical parameters considering the different KLs of the research.

Finally, nonlinear static analyses were executed. The latter have been done according to two seismic load patterns, one proportional to the masses and one to the inverse triangular. The analyses were performed along the two main directions, X and Y, and according the two verses, positive and negative. Complexly, a total of 24 analysis for each model were executed. In the investigations, the elastic moduli have been reduced of the 50% to account on the cracked configuration of the masonry as suggested in the codes. The nonlinear static analysis allowed to plot, for each analysis, a pushover curves given by the base shear resisted by the building and the displacement of a control point (selected at the last level of the structure). Later, the pushover curves have been converted into capacity curves for an equivalent single-degree-of-freedom system. To define the seismic capacity of the structure the N2 method [Fajfar, 2000] has been adopted on the bilinear capacity curves. The seismic demand was considering assuming the hazard information of the area. Specifically, an important class equal to III was accounted to determine the return periods associated with the different limit states, while for the subsoil a soil class C was assumed.

Table 5. Models investigated by nonlinear static analysis

| Model | KL / FC | Mechanical properties |
|-------|----------|--|
| M1 | 1 / 1.35 | Parameters from MIT2019 |
| M2 | 2 / 1.20 | Parameters from MIT2019 Detrimental coefficient for bad mortar |
| M3 | 3 / 1.00 | Update of mechanical parameters from MIT – Bayesian approach Detrimental coefficient for bad mortar |
| M4 | 3 / 1.00 | Experimental values from in-situ test Detrimental coefficient for bad mortar |

The safety of the building has been finally evaluated in terms of Safety index, expressed as the ratio within the seismic capacity and the seismic demand. Namely, the analysis is satisfied for safety indexes bigger than 1. Fig. 4 a comparison in terms of safety indexes is proposed regarding the different structural models for the Life Safety limit state SLV according to both directions. Observing the Figure it is worth noting that the increasing of the knowledge level, although the decrease of the confidence factors, does not correspond to an increase of the indexes, which they slightly decrease passing from 0.26 and 0.17 for M1 to 0.2 and 0.14 for M4. This is due to the bad properties of the masonry walls of the investigated building, where, the characterization of the mortar first and the determination of the other mechanical parameters later has led to poor masonry typologies. Observing the

safety indexes obtained for all models, these are also influenced by the soil typology of the area; for a soil typology A, the same model M1 would bring to a minor safety index equal to 0.47. The outcomes of this critical work regarding the mechanical properties and the investigation of the building pursuing different knowledge levels indicates that the KL1 was sufficient to characterize the masonry performance of the case study. Although the non-conservative results of KL1 (it has led to safety values higher around the 20% than the KL3), the poor capacities of all models indicate the necessity *tout court* of strengthening interventions. Nevertheless, the low safety values obtained for the higher KLS, in particular referred to the bad qualities of the mortar of the masonry walls could also highlight the risk that, despite the regular configuration and the box-behaviour of the case study, the building may suffer for disaggregation issues during the seismic events. Besides the contents of the manuscript, these considerations have to be properly evaluated in order to determine the real risk of the structure in order to provide adequate strengthening solutions.

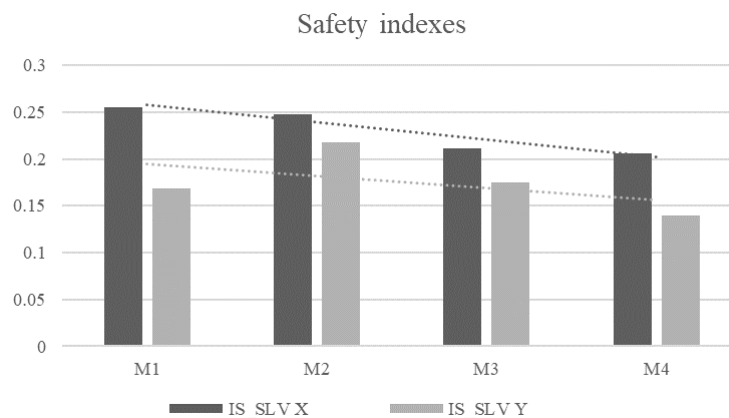


Figure 4. Safety indexes for Life Safety limit state for the different models according to both directions

4. Conclusions

In this work a critical overview on the determination of the mechanical properties for seismic analysis of the existing structures have been presented with respect of a modern masonry building placed in Tuscany. The calibration of reliable structural models for the seismic vulnerability assessment of the existing buildings is crucial. The paper took advantage of a modern masonry structure addressed at nursing home for elderly person in order to investigate the effects of achieving different knowledge levels for the investigation of the seismic performances. The outcomes of the work point out dual results. Based on the poor performances of the building, the increasing of the knowledge does not correspond to an increase of the seismic performances, since the effects of the confidence factors is attenuated by the poor mechanical properties of the masonry materials. If the different results indicate that in this case, the achieve of KL1 was sufficient to determine the safety indexes of the structure with a limited overestimation of the performances (lower than 20%), the bad results of the mortar characterization and the masonry walls could also indicate that a global behaviour may be not exhibited during seismic events. Hence, particular attention should be paid. The dynamic identification of the buildings, although the useful indications that may provide to point out the real behaviour of the structures is not accepted yet by the Italian codes, confining its use for academic research and special structures. Further steps of the work will regard the calibration of structural models based on the evidence of the dynamic identification, in order to compare these structural models with the ones of the manuscript and assessing their performances during seismic events.

Acknowledgements

This research belongs to the Protocol signed between the Municipality of Bucine and Department of Architecture of the University of Florence

References

- [1] Azzara R.M., Cardinali V., De Stefano M., Tanganelli M., Viti S. (2022) Dynamic Identification and Structural Behavior of an Irregular School Building. In: Bento R., De Stefano M., Köber D., Zembaty Z. (eds) *Seismic Behaviour and Design of Irregular and Complex Civil Structures IV. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, vol 50. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-83221-6_19
- [2] EN 1998-3 (2005) (English): Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]
- [3] NTC (2018), “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». G.U. No. 42 del 20 Febbraio D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018, Roma (in Italian). NTC (2008) Norme tecniche per le costruzioni. D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008”, G.U.R.I. 4 febbraio 2008, Rome, (in Italian).
- [4] MIT (2019), “Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. G.U. n. 47 del 26/02/2009”, Supplemento Ordinario n. 27, Rome, (in Italian).
- [5] Clinton, J.F., Bradford, S.C., Heaton, T.H., Favela, J. (2006), “The observed wandering of natural frequencies in a structure”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 96, No. 1, 2006, pp.237-257.
- [6] Doebling, S.W., Farrar, C. R., Prime, M. B., Shevitz, D. W. (1996), “Damage Identification and Health Monitoring of Structural and Mechanical Systems from Changes in their Vibration Characteristics: a literature review”, Technical Report LA-13070-MS, UC-900, Los Alamos National Laboratory, New Mexico, USA, 1996.
- [6] V. Cardinali V., Castellini M., Cristofaro M.T., Lacanna G., Coli M., De Stefano M., Tanganelli M. (2021) Integrated techniques for the structural assessment of cultural heritage masonry buildings: application to Palazzo Cocchi Serristori in Florence, *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*
- [7] Gucci N, Barsotti R. (1995), “A non-destructive technique for the determination of mortar load capacity in situ”. *Materials and Structures* 28:276–283
- [8] Lagomarsino S., Penna A., Galasco A., Cattari S. (2013) “TREMURI program: An equivalent frame model for the nonlinear seismic analysis of masonry buildings,” *Engineering Structures*, Vol. 56, 1787-179
- [9] Penna A., Lagomarsino S., Galasco A. (2014) “A nonlinear macroelement model for the seismic analysis of masonry buildings,” *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 43(2), 159-179.
- [10] Girardi, M., Padovani, C., Pellegrini, D., Robol, L., (2021) A finite element model updating method based on global optimization. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 152, 107372.
- [11] Fajfar, P. (2000). A nonlinear analysis method for performance-based seismic design. *Earthquake Spectra* 16(3):573–591

Extreme wind events and risk mitigation: overview and perspectives for resilient building envelopes design in the Italian context

Mazzucchelli Enrico S. – Politecnico di Milano, Milano, Italy, e-mail: enrico.mazzucchelli@polimi.it

Scrinzi Giacomo – Politecnico di Milano, Milano, Italy, e-mail: giacomo.scrinzi@polimi.it

Pastori Sofia – Politecnico di Milano, Milano, Italy, e-mail: sofia.pastori@polimi.it

Rigone Paolo – Politecnico di Milano, Milano, Italy, e-mail: paolo.rigone@polimi.it

Lucchini Angelo – Politecnico di Milano, Milano, Italy, e-mail: angelo.lucchini@polimi.it

Trabucco Dario – Università IUAV, Venezia, Italy, e-mail: trabucco@iuav.it

Milardi Martino – Università Mediterranea di Reggio C., Reggio Calabria, Italy, e-mail: mmilardi@unirc.it

Abstract: Resilient buildings need to face many challenges in many combinations (hurricanes and high wind resistance, wildfire events, etc.) but today their design hardly includes these aspects. During extreme wind events, threats are mainly due to the detaching and flying of materials and pieces from buildings and other man-made structures: roof tiles, façade elements, antennas, etc. are dragged away becoming flying debris that endanger people and properties, hitting surrounding buildings at high speed. Therefore, wind can cause direct damages to the building envelope (building elements failure under wind loads or detachment from the source) and indirect damages (flying debris impact on other buildings). The paper deals with effects and consequences of strong wind events on the built heritage, with a focus on the Italian context, proposing risk mitigation strategies which are part of mitigation and adaptation actions to respond to current and future climate threats. The themes were explored in the new course “Strategies and tools for advanced building envelopes design towards resilient constructions” in the doctoral program in Architecture, Built environment and Construction engineering (ABC-PhD) – Politecnico di Milano.

Keywords: resiliency, risk mitigation, climate change, building envelope, storm wind

1. Introduction

The built environment adaptation to climate change is nowadays an essential challenge to be faced, from several different points of view. For what concerns the CO₂ emissions, much has already been done by governments and stakeholders in general. In 2015, the construction and operation of buildings was responsible for 38% of global energy-related CO₂ emissions. By 2020, CO₂ emissions in the sector had fallen by an estimated 10% to 11.7 gigatons, a level not seen since 2007. This trend was driven largely by the energy demand reduction due to the COVID-19 pandemic, but also by continued efforts to decarbonize the power sector [1]. Conversely, the world is experiencing a huge pressure on living conditions and an increase in damage to assets and asset value due to extreme weather events, notably in coastal areas where most of the world’s population lives. In fact, the expected impacts of climate change, including sea level rise, heat waves, droughts, and storms, will increasingly affect the built environment and in turn the society as a whole (Table 1). The number of extreme weather events has increased by more than 250% since the period between 1980 and 2013, and this upward trend is continuing [2]. Recent research [3] predicts that by 2050, 1.6 billion urban dwellers will be regularly exposed to extreme high temperatures and over 800 million people living in more than 570 cities will be vulnerable to sea level rise and coastal flooding.

When ill-suited to their local environment and strongly exposed to extreme climate conditions, buildings become drivers of vulnerability, rather than providing shelter, leading to both human tolls and economic losses (Table 1) [2 - 4]. Low-income, informal, overcrowded and ill-planned settlements face the highest risk from climate change. During the past two decades, almost 90% of deaths due to storms took place in lower-income countries, though they endured only a quarter of total storms [5].

Table 1. Classification of climate change technical and social climate impacts on buildings and their users [2]

| TECHNICAL | | SOCIAL | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Safety | Building services | Construction & RE Sector | Society |
| Damages to buildings | Reduced comfort and well-being | Increase in building (capital) costs and reduced affordability | Displacement / migration |
| Risks to health and human safety | Loss of use of buildings | Increases in operations and maintenance costs | Instability |
| Premature aging of components | Reduced accessibility | Legal and professional liability | Loss of external services and networks |
| | Malfunction of building systems | Increases in insurance premiums | Loss of cultural property |

The key climate-related hazards, such as windstorms, forest fires, heavy rain and floods, etc., lead to the growing necessity for buildings to be resilient to extreme and unpredictable weather conditions. The increased frequency, intensity and impact of extreme events call also for buildings designed for protection against physical damages and failures and an accurate analysis of the characteristics and vulnerabilities of the built heritage as well. Resilient buildings need to face many challenges in many combinations (hurricanes and high wind resistance, wildfire events, etc.) but today their design hardly includes these aspects. Also, for what concerns the building stock assessment, it generally appears to be quite detailed about seismic fragility and vulnerability and energy demands related to climate change, but definitely not towards other hazardous events, such as extreme wind events. Furthermore, the most commonly used climate data for buildings design and studies are no longer reliable, as traditional climate variables, fundamental inputs to most engineering disciplines, need to be seriously reconsidered [6].

The paper deals with effects and consequences of strong wind events on the built heritage, with a focus on the Italian context. In fact, Italy is located in an area identified as particularly vulnerable to climate change, as the Mediterranean region is considered to be a hotspot of climate change impacts [7], making it notoriously prone to natural hazards and climate change which are expected to critically increase the Italian vulnerability to climate-related hazards over the next decades. This, combined with the economic, social and environmental pressures, makes Italy one of the most vulnerable countries in Europe nowadays. In any case, it should be highlighted that several European countries have experienced an increased number of extratropical cyclones and hazardous storms, about which no observed trends are known due to insufficient monitoring [8]. In the next future, mid-latitude cyclones are projected to increase in frequency, and their intensity will likely increase too [9 -10 -11], resulting in wind speed peaks way higher than those provided by the NTC 2018 standard [12]. The themes were explored in the new course education program “Strategies and tools for advanced building envelopes design towards resilient constructions” in the doctoral

program in Architecture, Built environment and Construction engineering (ABC-PhD) – Politecnico di Milano.

2. Extreme wind events: effects and consequences

While, in the past, Europe was not particularly affected by extreme wind events, in the last few years the intensity and frequency of such natural hazards have been increasing [13]. Relevant damages to the environment, properties and people's safety are produced by these events, especially in countries which had not been used to them. In 2019, strong winds were responsible for the 38% of the recorded injuries and the 16% of the recorded fatalities caused by extreme weather in Europe [14]. Among others, the impact of wind-borne debris on building envelopes at high speed is one of the major risks related to powerful storms and extratropical cyclones [15]. These flying objects are capable of damaging the building envelope and its content, also eventually resulting in wind-driven water infiltration [16 - 17]. The related potential losses are significant, as property and people's safety might be affected. However, very few investigations have been conducted concerning debris impacts and resulting damages [18]. Wind has been investigated extensively to prevent the failure of major building elements. Accordingly, codes and standards have been developed since decades, but recent extreme wind events in Italy and Europe prove that our existing buildings are nowadays very vulnerable [15]. The combination of increased wind actions and meteorological events characteristics different from the past (i.e.: downbursts) on the average old/historic building stock is the main reasons of wind-induced damages. Building components and urban furniture are considered as vulnerable elements when subjected to strong wind events, and namely potential flying debris.

Governing bodies in areas prone to extreme weather events (i.e.: Florida - USA, Honk Kong, Japan, Australia) already implemented several measures to mitigate the effects on the built environment, with special attention to wind. Studies and field observations have been conducted on the consequences of major past and recent hurricanes, typhoons and tornadoes on the built environment and human safety. The major goal of such measures is preventing damages to people and properties due to flying debris. The aim is pursued by adopting two sets of actions:

- reducing the likelihood of the flying debris phenomenon, by improving the resistance of man-made elements to wind;
- mitigating the consequences of flying debris, by setting design guidelines and testing methodologies to ensure the resistance of the building envelope to the flying debris impact.



Figure 1. Medicane on South Italy and Greece (on the left) and tornado in Venice (on the right).

These measures apply to all buildings in areas prone to severe winds. Mitigation and adaptation both need to be pursued actively to address and respond to current and future climate threats. Future-proofing the building sector must be a centre piece of the human environment resilient design strategy. Easier target performances are requested for common buildings, while strategic infrastructures (hospitals, emergency services, schools, etc.) are requested to meet very demanding requirements, especially for their envelopes, in order to act as a shelter in case of need. Currently there are no requirements concerning the consequences of wind-borne flying debris in Europe, nor in Italy, because in the past such events were considered so exceptional not to represent a threat. However, it is a matter of fact that several European countries experienced an increased number of extra-tropical cyclones and tornadoes in the very last years including multiple so-called Medicanes (Fig. 1).

3. Environment assessment and risk analysis issues

During wind events, threats are mainly due to the detaching and flying of materials and pieces from buildings and other man-made structures: roof tiles, façade elements, antennas, etc. are dragged away becoming flying debris that endanger people and properties, hitting surrounding buildings at high speed. Therefore, wind can cause direct damages to the building envelope (building elements failure under wind loads or detachment from the source) and indirect damages (flying debris impact on other buildings) (Fig. 2).

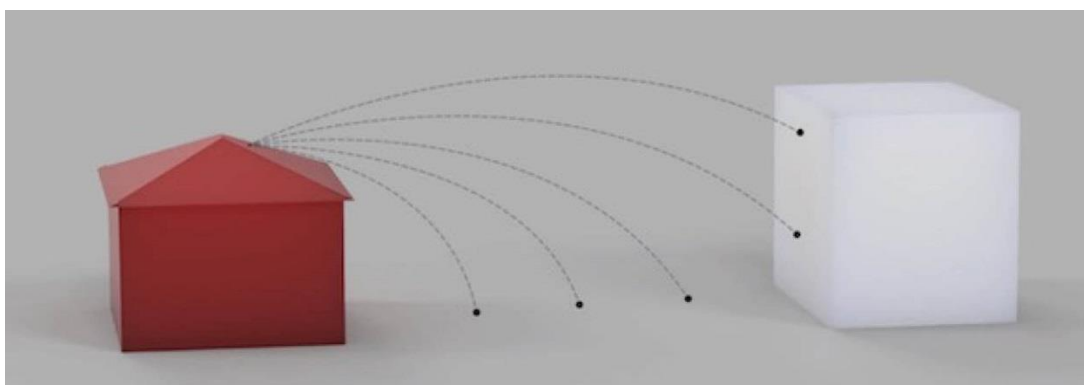


Figure 2. A building can be a source and/or a target for flying debris.

The risks related to the environmental context are highly variable according to the levels of vulnerability that characterize cities and communities [15 - 19]. In particular, the urban landscape structure and the characteristics of the urban land surfaces can alter the microclimate and contribute to the urban heat island [20], aggravating local impacts [21]. Also, the presence of old/historical buildings affects the vulnerability of the area, together with existing buildings refurbished using new technologies and solutions, without considering their behaviour under potential strong winds. Therefore, it is necessary to promote the assessment of local vulnerability levels (Fig. 3) as well as the mitigation and adaptation capacity of places [22].

International and European codes and standards are considered as primary reference documents for the study of local building protection requirements. The values provided are to be referred to the context and the location of specific and strategic buildings (i.e.: hospitals, schools, etc.) through the analysis of extreme wind events records and the aid of GIS (Geographic Information System), in order to identify the existing threats to such fundamental facilities. Collected data could be used to develop risk maps and to better define catastrophic wind events in Italy on a probabilistic scale.

The increasing risk of wind-induced damages should raise the awareness of designers, builders, building managers, building owners and authorities on the importance of a careful building envelope design to resist against the rising wind loads recorded in Italy due to climate change. It is a common perception, as also clearly stated in several studies and reports by insurance companies, that the increased frequency and severity of extreme weather events is causing more and more damages and even higher repairing costs.



Figure 3. The context assessment is essential to identify the possible risks and the elements that can fail in case of strong winds, becoming flying debris.

In order to improve the resilience of the building envelope different components, it's fundamental to strengthen the resistance of new and refurbished buildings against wind, not only during their normal life but also considering construction and renovation operations when their strength characteristics usually do not meet the design final performance.

The dispersion of windborne debris is caused by a number of factors including variability of the wind speed and direction at the instant a particular object breaks free, the non-uniform flow field created by buildings and other structures, and the aerodynamic forces and moments that act on the debris. The damage caused by windborne debris is a complex function of the wind conditions, the availability of debris, the point of release, the aerodynamic characteristics of the debris, the impact dynamics and the strength of the structure impacted.

A clear distinction can be drawn between loose material lying on the ground (such as stones or building materials) and attached elements (e.g. roof tiles). Loose materials will start to move under wind action if the wind load exceeds the product of their weight and a friction coefficient (having a wider definition than usual to account for the likelihood that particles are not in general lying on a smooth surface but may fall into holes or be trapped behind fixed objects).

The fixture strength integrity ' I ' is defined as the ratio between the wind force required by an object to start flying and its own weight. For the great majority of real fixed objects, the value of ' I ' is likely to be much greater than one, meaning that the wind force required to

break them loose is greater than their own weight. Instead, for loose objects with an effective friction coefficient of about unity, T will be of order unity. The distinction becomes important when the conditions for flight to occur are considered.

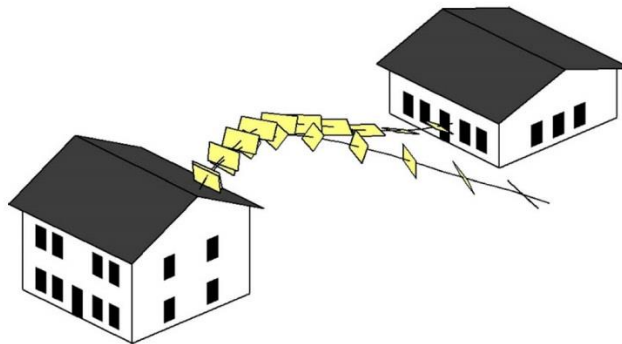


Figure 4. Example of probabilistic wind-borne debris trajectories of a typical roof-sheathing panel with identical initial conditions [23].

The path followed by a piece of debris is also influenced by the wind speed and direction at the moment the item breaks free from the structure it is a part of, which will depend on how well it was fixed in place and the loads created by the wind, as discussed by Wills et al. (2002) [24]. For example, if a roofing tile is reasonably securely fixed during a hurricane, then it may stay in place until the winds are near their maximum strength, and then if failure occurs during a strong gust, it is likely to be carried a considerable distance. On the other hand, if it had been less securely fastened then it may have broken free during a slightly weaker gust and fallen to ground more quickly.

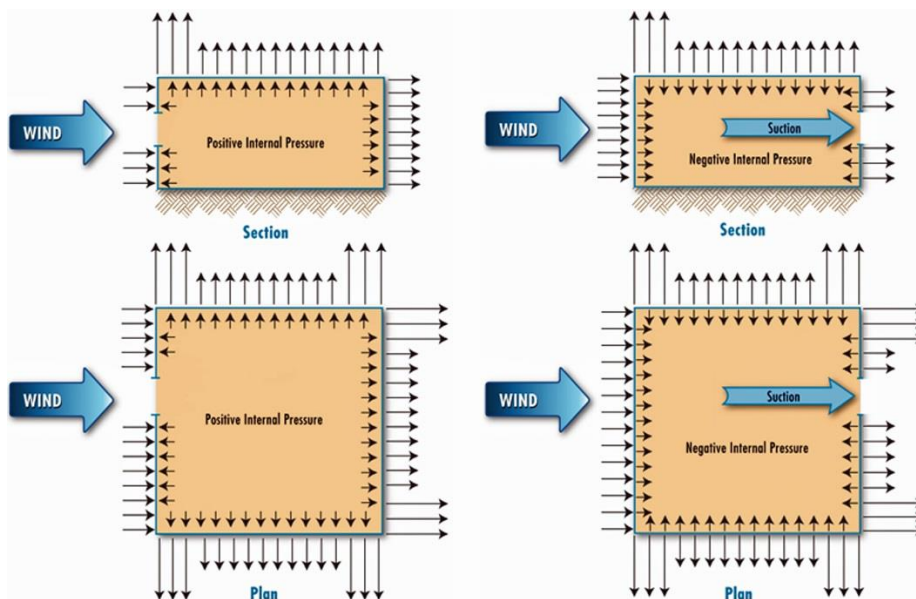


Figure 5. Schematic of internal pressure condition when the dominant opening is in the windward wall (on the left) and Schematic of internal pressure condition when the dominant opening is in the leeward wall (on the right) [26].

Storm damage surveys tend to suggest that the removal of one roof tile can either start to lift a neighbour or can expose a neighbouring tile to higher wind loads. Hence if one tile breaks free, those around it are likely to follow. If the first tile is immediately carried clear of the structure, then the subsequent path will primarily depend on the wind speed and direction at that time, which could easily be different from that which prevails when the next tile breaks free. Hence, even if the tiles originate from similar locations, they may be dispersed by the

variability in wind speed and direction. As noted by Baker (2007) [25] in his theoretical analysis, small changes in initial conditions can completely change the whole character of a flight path.

Finally, the breaking of even a small window due to flying debris impact is typically sufficient to cause the full pressurization of a building interior. When a building becomes fully pressurized, the loads applied to the exterior walls and roof are significantly increased (Fig. 5) and the build-up of high internal pressure can also blow down interior partitions and blow ceiling boards out of their support grid. Furthermore, once damaged, the façade can't stop rainwater (often associated with the meteorological events described above), and this causes further damage to the building (Fig. 6).

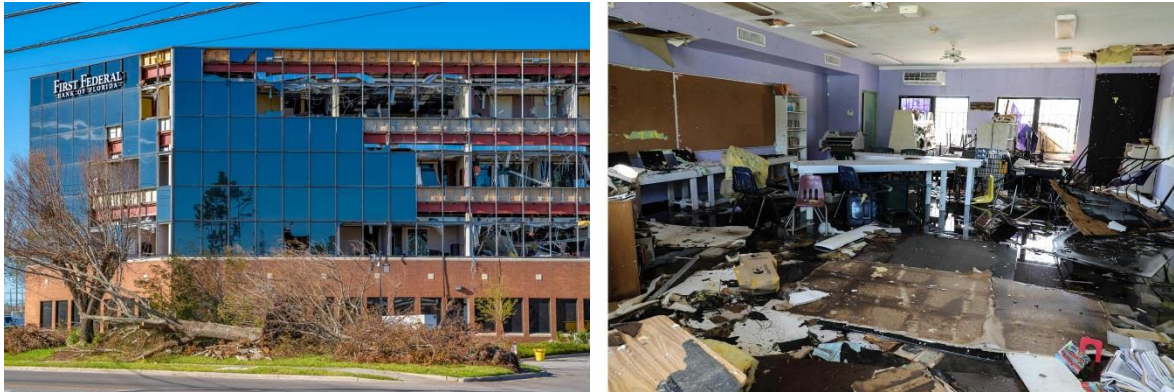


Figure 6. Flying debris damages on a building façade and view of a floorplan damaged by the combined action of rain and wind.

4. Resilient building envelopes design methodology and risk mitigation

A proposed assessment methodology for resilient building envelopes design is shown in Fig. 7. Based on the building location analysis, the design wind loads should be first identified according to current standards and local regulations. The data concerning the maximum records over the past decades should be analysed to check whether they are in line with the minimum design wind load requirements. The analysis of the surrounding environment should highlight which of the building components could potentially fly under extreme wind conditions and hit the façade. This phase is fundamental to identify the various flying debris typologies where the wind engineering studies should be conducted on, for an integrated design.

The assessment of the wind impact on the building envelope is then carried out based on the potential threats, the class of building (which determines the importance of the social and economic life) and the building characteristics and technologies. The results of the analysis should meet the requirement in terms of safety, serviceability, durability and robustness. The safety is the most important issue during the design, and it shall be strictly guaranteed. Moreover, serviceability and durability are also fundamental, hence designers are supposed to minimize the risk of out-of-services and maintenance costs during the service life.

In general, if requirements provided by the construction standards are not considered appropriate, a building design optimization should be considered. The design details can eventually be defined after the expressly-designed experimental tests, as well as finite elements modelling. The further optimized parameters can be used as a guideline for re-designing the whole envelope. Impact tests might also be performed while data including the impact velocity and impactor characteristics (material, geometry, etc.) are collected. This information plays a significant role in the definition of the necessary equipment to be

arranged for the verification of the building envelope effectiveness against flying debris protection. To perform this kind of impact test on façades, it is necessary to set up specific testing equipments. In fact, compared to existing test conducted by the use of missiles, the projectile to be shot on the façade must have different size, material, weight, and impact speed. The test aims to verify the façade solution effectiveness in withstanding the impact of wind-borne objects which have been identified as a potential danger in extreme wind conditions. The upgrade of existing building envelopes might be more complex and lead to different solutions to be evaluated case by case.

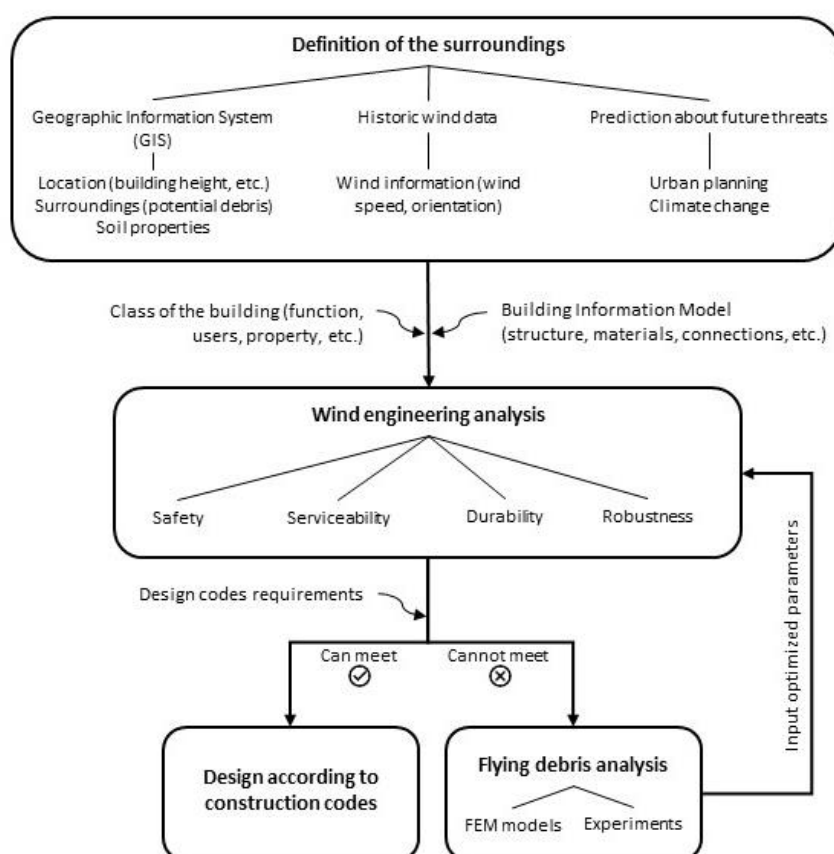


Figure 7. Proposal of a resilient building envelope design strategy flowchart.

Concerning flying debris impact, windows and glazed façades are the most critical part of the building envelopes. In this case, it is important to assess the resistance of the external glass against surface impacts and, if in presence of a double glass, the bending resistance of the inner glass in case of breakage of the external one. One of the possible strategies to improve the behaviour of a glazed façade against strong wind loads and flying debris impact is to replace the existing glass with another characterized by better mechanical performances. For improving the glazing resistance against impacts, the use of laminated glass is recommended, made by coupling float and toughened glass. Further resistance to impacts can be achieved by using ionoplast interlayers instead of standard PVB.

Also, the presence of external sunscreens can be hazardous in case of strong wind since they can break and damage the façade itself or other parts of the envelope. Thus, they should be fixed to the façade in appropriate way and their easy substitution should be guaranteed in case of breakage.

Considering opaque envelopes, those integrating an external façade cladding are the most vulnerable in case of strong wind. In this case, the use of a ductile material for the cladding (e.g. metal panels) ensures a good behaviour against non-penetrating flying debris, while fragile materials might break in case of impact. In addition, the size and anchor type of the cladding are relevant, since the panels might detach from the substructure, causing troubles to the people outside and damages to the buildings (e.g. water infiltration). The anchors of the facade should be tested under cyclic loads, as well as under localized impacts, to evaluate their mechanical resistance. The cladding panels should allow the substitution of each module independently in case of damage.

5. Conclusions

Flying debris resilience of building façades is fundamental to avoid building envelope failures and internal pressure growth with consequential damages to the building. There is an urgent need for impact test requirement introduction in European countries to have adequate façade solutions against wind-borne debris in extreme winds, at least for public buildings and constructions of primary importance. In fact, during disaster events and in post-emergency conditions, structures such as hospitals or police stations must not interrupt their public service. As a matter of fact, these buildings must be operational particularly during disaster events, to also work potentially as extreme-weather shelters.

For this reason, façade resilience to windborne debris has to be achieved, avoiding uneconomical design based on existing solutions. A design tool must be developed for façade engineers to assess adequate airborne debris resilience of façades, based on local environment, and aerodynamic simulation of debris flight in strong wind conditions. This design implementation should lead to a safe building envelope design both for new constructions and retrofit solutions. By integrating locally adapted climate adaptation measures in post-disaster reconstruction, owner-driven construction or slum refurbishment, as well as building retrofits and new constructions, authorities, project developers, funders and community members can motivate and educate people, provide incentives and develop a conducive environment for the promotion and innovation of sustainable building design and construction standards that progress community resilience to climate change.

References

- [1] Global Status Report for Buildings and Constructions - Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector (2021), United Nations Environment Programme. https://globalabc.org/sites/default/files/2021-10/GABC_Buildings-GSR-2021_BOOK.pdf
- [2] Buildings and Climate Change Adaptation – A call for action (2021), Global Alliance for Buildings and Construction, Report 2021.
- [3] The future we don't want. How Climate Change Could Impact the World's Greatest Cities (2018), Urban Climate Change Research Network (UCCRN), Technical Report 2018. https://www.c40.org/wp-content/uploads/2021/08/1789_Future_We_Dont_Want_Report_1.4_hi-res_120618.original.pdf
- [4] A Practical Guide to Climate-resilient Buildings & Communities (2021), United Nations Environment Programme. <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/36405/Adapbuild.pdf>
- [5] The human cost of weather related disasters 1995-2015 (2015), UN Office for Disaster Risk Reduction and Centre for Research on the Epidemiology of Disasters Institute of Health and Society, Université Catholique de Louvain (UCL), Belgium. https://www.unisdr.org/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf

- [6] S.N. Rezaei, L. Chouinard, S. Langlois, F. Légeron (2016) Analysis of the effect of climate change on the reliability of overhead transmission lines, *Sustainable Cities and Society*, Volume 27, Pages 137-144, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.01.007>.
- [7] The European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT (2022), European Commission and the European Environment Agency. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/countries-regions/countries/italy>
- [8] Intergovernmental panel on Climate Change (2022). IPCC WGII Sixth Assessment Report, Climate Change 2022.
- [9] L. Cavicchia, H. von Storch and S. Gualdi (2014) Mediterranean tropical-like cyclones in present and future climate, *Journal of Climate*, 27(19), 7493-7501.
- [10] K.M. Nissen, G.C. Leckebusch, J.G. Pinto and U. Ulbrich (2014), Mediterranean cyclones and windstorms in a changing climate. *Regional Environmental Change*.
- [11] R. Romera et al. (2017) Climate change projections of medicanes with a large multi-model ensemble of regional climate models, *Global and Planetary Change*, 134-143.
- [12] DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.
- [13] D. Trabucco, A. Mejorin, W. Miranda, R. Nakada, C. Troska, I. Stelzer (2017) Cyclone Resistant Glazing Solutions in the Asia-Pacific Region: A Growing Market to Meet Present and Future Challenges, *Glass Performance Days 2017 Proceedings*, Tampere, pp. 64-69.
- [14] ESSL Annual Report. European Severe Storms Laboratory (2019), Amtsgericht München.
- [15] A. Mejorin, P. Rigone, G. Kopp, D. Trabucco (2020) Wind-borne debris resistant façades. The European case of flying debris: roof tiles, *Advanced Building Skins 2020*, Bern, Switzerland.
- [16] D. Henderson, D. Smith, G. Boughton, J. Ginger, (2018) Damage and loss to Australian engineered buildings during recent cyclones. *International Workshop on Wind-Related Disasters and Mitigation* Tohoku University, Sendai, Japan. March 11-14, 2018.
- [17] A. Herseth, T.L. Smith, G. Overcash (2012) FEMA’s Coastal Construction Manual Update – Wind Resistant Design, *Advances in Hurricane Engineering. Learning from Our Past*. ASCE.
- [18] X. Zhang, H. Hao, G. Ma (2013) Laboratory test and numerical simulation of laminated glass window vulnerability to debris impact, *International Journal of Impact Engineering* 55, pp. 49-62.
- [19] A. Houghton, C. Castillo-Salgado (2020) Analysis of correlations between neighborhood-level vulnerability to climate change and protective green building design strategies: A spatial and ecological analysis, *Building and Environment*, 168, 106523.
- [20] P.E. Osborne, T. Sanches (2019) Quantifying how landscape composition and configuration affect urban land surface temperatures using machine learning and neutral landscapes, *Comput. Environ. Urban Syst.*, 76, 80–90.
- [21] T. Logan, B. Zaitchik, S. Guikema, A. Nisbet, (2020) Night and day: The influence and relative importance of urban characteristics on remotely sensed land surface temperature, *Remote. Sens. Environ.* 247, 111861.
- [22] M. Francini, L. Chieffallo, A. Palermo, M.F. Viapiana (2020) A Method for the Definition of Local Vulnerability Domains to Climate Change and Relate Mapping. Two Case Studies in Southern Italy, *Sustainability*, 12, 9454. <https://doi.org/10.3390/su12229454>.
- [23] J.M. Grayson, W. Pang, S. Schiff (2013) Building envelope failure assessment framework for residential communities subjected to hurricanes, *Engineering Structures*, Volume 51, Pages 245-258, <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2013.01.027>.
- [24] J.A.B. Wills, B.E. Lee, T. A. Wyatt (2002) A model of wind-borne debris damage, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 90.4-5: 555-565. [https://doi.org/10.1016/S0167-6105\(01\)00197-0](https://doi.org/10.1016/S0167-6105(01)00197-0)
- [25] C. J. Baker (2007) Wind engineering—Past, present and future. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 95.9-11: 843-870. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2007.01.011>.
- [26] T. Smith (2017) Wind Safety of the Building Envelope. National Institute of Building Sciences Innovative Solutions for the Built Environment 1090 Vermont Avenue, NW, Suite 700, Washington <https://www.wbdg.org/resources/wind-safety-building-envelope>

Traditional stone masonry walls subjected to blast and axial loadings

Conceição, J. F. M. - CINAMIL, Military Academy, Lisbon, email: conceicao.jfm@exercito.pt

Pinho, Fernando F. S. - CERIS, FCT NOVA, Lisbon, email: ffp@fct.unl.pt

Joaquim, B. - FCT NOVA, Lisbon, email: b.joaquim@campus.fct.unl.pt

Abstract: Explosive action, although not frequent, can be catastrophic when it occurs, since it can cause the collapse of a structure. This consequence has great relevance for structures that were not designed for this action, which is the case of most traditional masonry structures. This paper presents conclusions regarding the blast behavior of traditional stone masonry walls [1], developed in the NOVA School of Science and Technology (FCT NOVA). Two types of tests were performed, using two traditional stone masonry specimens (M1 and M2) with dimensions 1.20 m × 1.20 m × 0.40 m (length × width × thickness), produced by Pinho [2]. Firstly, two walls were subjected to three unconfined explosions (without physical barriers between the explosion and the target/wall). Secondly, after the explosions, the axial compressive strengths of the two walls were evaluated. In this paper, the experimental work, the results and the conclusions of these tests are presented.

Keywords: Traditional stone masonry walls; Blast; Incident pressure; Reflected pressure; Axial compressive strength.

1. Experimental work

Traditional stone masonry walls are usually (external) "resistant walls". Thus, a testing system was developed to apply a pre-load of 0.25MPa to each wall, before the blast loads, Figure 1, which may simulate a lower floor wall of a traditional Portuguese ancient stone building.

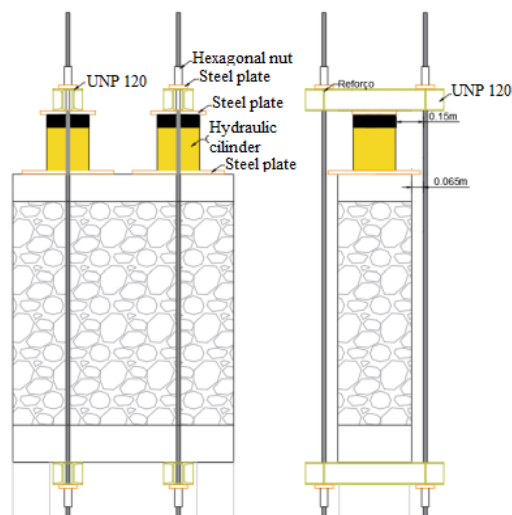


Figure 1. Schematic representation of the tested specimens [1, 2, 8], application of vertical pre-load of 0.25MPa to the specimens, before the explosive actions

Due to the lack of bibliography and knowledge concerning the expected results, the ideal approach would be to reproduce perfect airbursts, in order to facilitate the study and create

data regarding traditional stone masonry walls' blast resistance. It was not possible to test the walls in the horizontal position, similarly to tests previously performed [3-4] under the Project PTDC/ECI-EST/31046/2017 – PROTEDES, to which this work also belongs, due to their constitution, weight and pre-load applied. Therefore, an appropriate testing system was used, allowing three types of unconfined explosions on two masonry specimens: perfect aerial, near-surface and surface explosions.

Field tests took place using a testing facility of the Portuguese Competence Centre for Infrastructure Protection (CCIP), which comprises a foundation and reinforced concrete walls (0.35m thick), 1.65m apart (Figure 2). Additionally, the test system has several steel parts (e.g. brackets and beams) to ensure the assembly of different support systems. In order to keep the wall perpendicularly to the blast action direction, two UNP300 metal beams were used, with the upper one supported on two metal brackets and the lower one 0.15m off the ground. A metallic tripod with a rope was used to place the explosive and adjust the height and distance to the target.

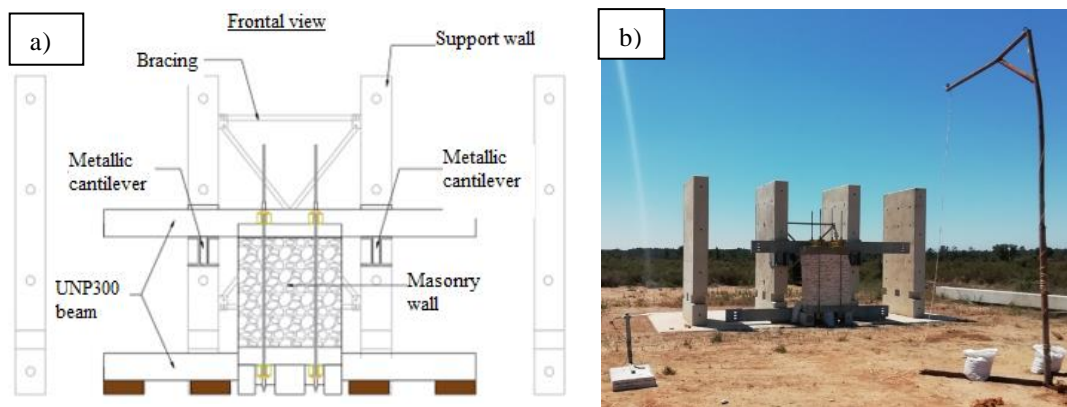


Figure 2. Schematic representation of the testing system [1]; b) Testing setup

Regarding instrumentation, two incident pressure transducers and one reflected pressure transducer [(x2) PCB 137B24 and PCB 137B24, respectively] were used (Fig.3).

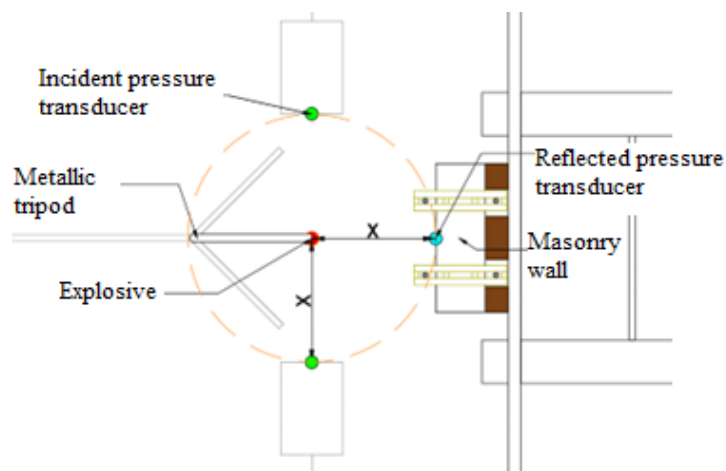


Figure 3. Plan view: Location of pressure transducers

Explosive - *EurodynTM* was used in the experimental tests, with 75% of TNT's detonation power. The quantity of explosive used (W), presented in Table 1, was determined through numerical simulations.

Table 1. Distance and charge of the explosive

| Test | X (m) | W (kg) |
|--------|-------|--------|
| 1 (M2) | 5 | 20,0 |
| 2 (M2) | 1 | 1,3 |
| 3 (M1) | 1 | 4,0 |

In order to compare results regarding different constructive solutions, distances and loads of the first test (specimen M2) were based on previous works performed under the project PTDC/ECI-EST/31046/2017 – PROTEDES. For the second test (using M2 again), in order to cause more damage and analyze the difference between reflected pressures, it was kept approximately the same incident impulse, varying the distance and the amount of explosive. In the third test (using M1), in order to allow data extraction and axial compression test execution, the explosive quantity was estimated to create more damage without leading the rampart to collapse.

After the first type of tests (explosion) the walls were submitted to axial compression tests in order to compare with the undamaged walls' values (Figure 1).

These tests were performed in situ due to the scarcity of resources near the test location. For this reason, two RCH603 hydraulic cylinders, a hand pump and a digital deflectometer were transported; however, both needed calibration to ensure that the values obtained were more accurate. To calibrate the jacks and deflectometer, a system was designed, as shown in Figure 4.

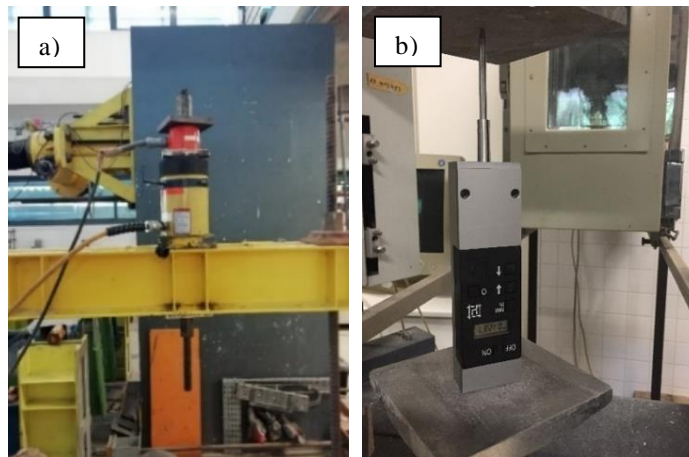


Figure 4. Calibration system [1] a) jacks and b) deflectometer

Jacks allowed to apply pressure and force values applied with the load cell were presented in the data-logger (kN). While observing the values in the software, the pressure gauge values were also recorded and compared between the two cylinders. Through the jacks' load application area (8230 mm²) it was possible to obtain the theoretical values and thus estimate the error between the expected force and force that the jacks actually apply. These differences may be due to the continuous use of the jacks, which makes this calibration important when there are no load cells. The calibration of the deflectometer was performed from millimeter to millimeter in three complete cycles.

The axial compression tests started by removing the pre-load on the walls, and after that, the load application systems and support of the deflectometer were assembled (Figure 5).



Figure 5. Applying loading system and deflectometer support assembling [1]

After the whole system was assembled, the digital deflectometer values were recorded while two people viewed the pressure gauge of the hydraulic pump. The results were recorded with a 50 bar interval which resulted in the graphs shown in Figure 6.

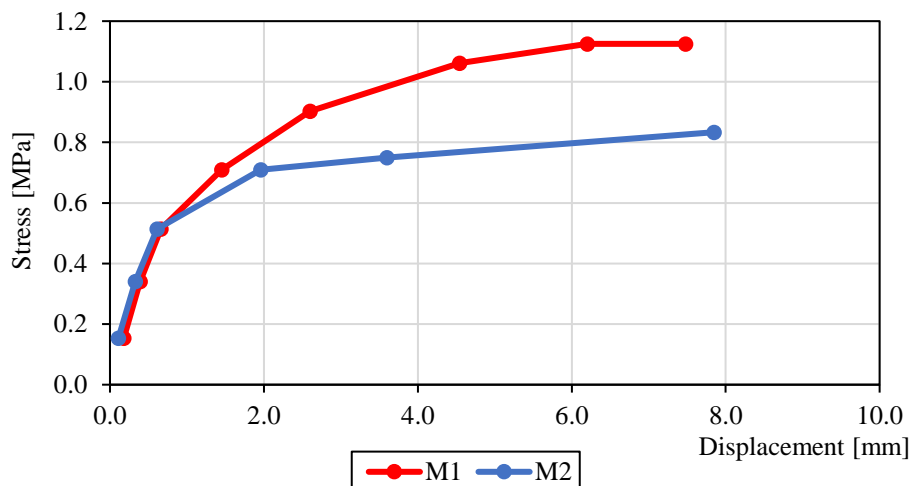


Figure 6. Values from the axial compression test of M1 and M2

2. Discussion and Results

Firstly, a filtering of the data obtained from the incident and reflected pressures was performed to allow an evaluation by comparing the positive phase of the explosion between the shock wave profiles obtained in the experimental tests and the theoretical profiles obtained through Friedlander's equation. In Eq. (1), where t is the value of time recorded since the arrival to the positive phase, where the incident peak pressure occurs (P_{S0}), and b is a shape constant.

$$P_{(t)} = P_{S0} \cdot \left(1 - \frac{t}{t_0}\right) \cdot e^{\frac{bt}{t_0}} \quad (1)$$

Subsequently, a comparison was made between the values of incident peak pressure (P_{S0}) and reflected peak pressure (P_r) (2) of Kinney and Graham (1985), Eq. (3) of Rankine-Hugoniot [5] and the "KINGERY_master" calculation sheetsmaster".

$$P_{S0}[MPa] = \frac{808 \cdot \left[1 + \left(\frac{Z}{4,5}\right)^2\right] \cdot P_0}{\left[1 + \left(\frac{Z}{0,048}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left[1 + \left(\frac{Z}{0,32}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left[1 + \left(\frac{Z}{1,35}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

$$P_r = 2 \cdot P_{S0} \times \left(\frac{7 \cdot P_0 + 4 \cdot P_{S0}}{7 \cdot P_0 + P_{S0}}\right) \quad (3)$$

Parameters given in equations (2) and (3) if it is a surface explosion, the comparative analysis of experimental data used in UFC 3-340-02 [6], reveal that W must be corrected by a multiplication factor of 1.8. Z is the reduced distance obtained by equation (4) and P₀ is the atmospheric pressure.

$$Z = \frac{R}{\sqrt[3]{W}} \quad (4)$$

Finally, we compared the values of the incident pulses (P_{S0}) and reflected impulses (P_r), obtained in the experimental tests, by numerical integration of the shock wave profiles recorded by the transducers and the theoretical incidents and reflected impulses by Eq. (5) of Kinney and Graham (1985), Eq. (6) and the "KINGERY_master" spreadsheets.

$$i_s[MPa.ms] = \frac{0,0067 \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{0,23}\right)^4}}{Z^2 \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{1,55}\right)^3}} \quad (5)$$

$$i_r[MPa.ms] = \frac{i_s \cdot P_r}{P_{S0}} \quad (6)$$

2.1 Comparison of experimental and theoretical shock wave profiles

In order to study the shock wave profiles obtained experimentally, a comparison was made between these and the curves that would be obtained using Equation (1).

The values of the curves obtained from each incident pressure transducer were averaged to standardize the values and obtain a global perception of the events in each test. Only the values referring to the positive phase were considered, ignoring the negative phase.

Finally, in order to obtain the theoretical curve suitable to the profile obtained, some variables were calculated: shape constant (b); positive phase time (t₀) and incident peak pressure (P_{S0}). Those were obtained as a function of the minimum value of the sum of the standard deviations (S.D.) between the values obtained by the description of equation 2.5 and the experimental values).

With the results of the first test (wall M2) it was possible to approximate the incident pressure curve, Figure 7, based on Equation (1), having been obtained the values b = 0,916; t₀ = 2,908 ms and P_{S0} = 0,562 MPa.

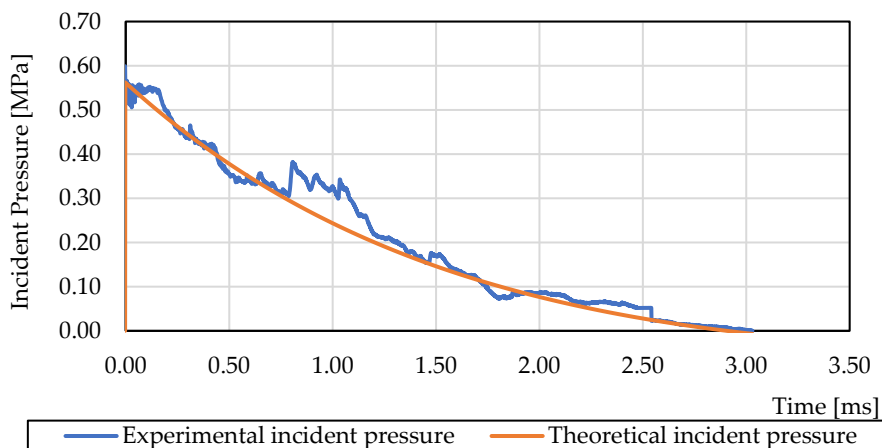


Figure 7. Comparison of incident shock wave profiles from the 1st test (M2)

Regarding the reflective pressure curve, Figure 8, due to interference in the sensor reading, it was not possible to obtain the entire curve, only the peak reflected pressure.

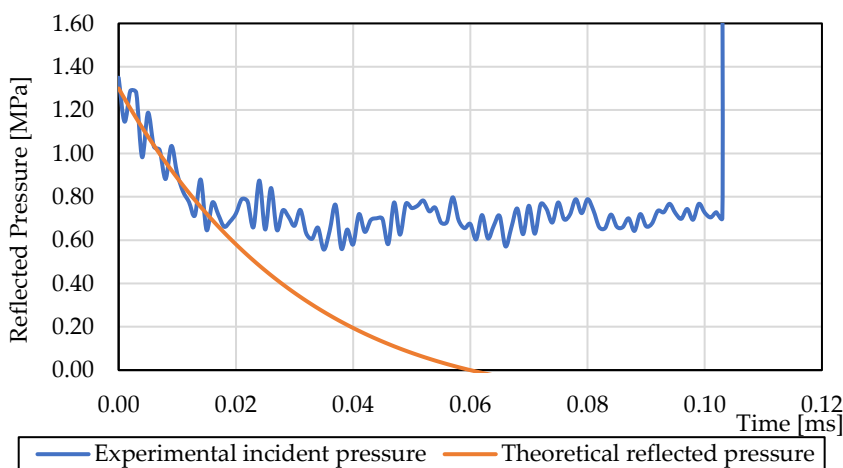


Figure 8. Comparison of shock wave profiles reflected from the 1st test (M2)

In the second test (wall M2), due to shockwave reflections evidenced in Figures 9 and 10, the wave prolongation did not allow for a good fit based on Equation (1). The rapid decrease of the peak pressure also contributes decisively to the lack of a better approximation of the profiles. Pressure reflections occurred due to the proximity of the sensors to the wall and test system, being only 1.00 m away.

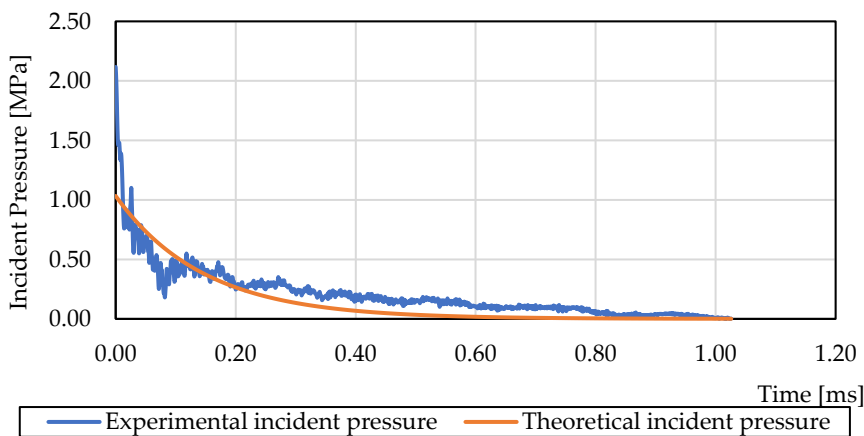


Figure 9. Comparison of incident shock wave profiles from the 2nd test (M2)

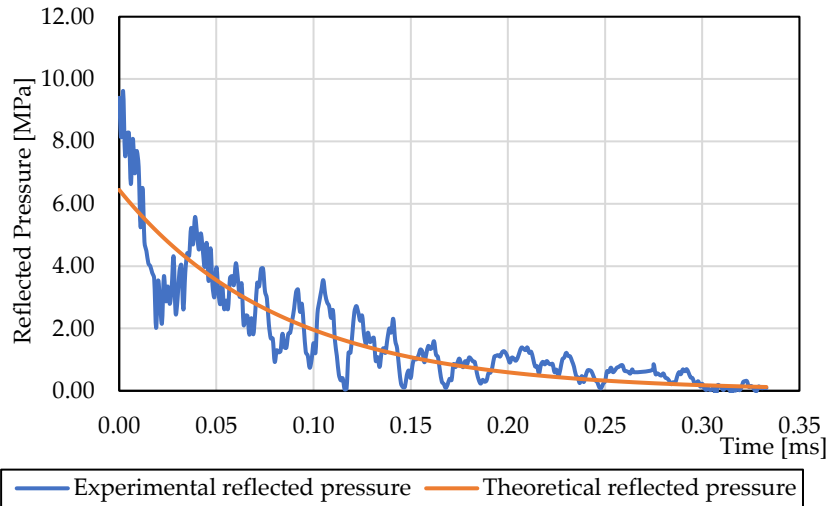


Figure 10. Comparison of the reflected shock wave profiles of the 2nd test (M2)

Similarly to the second test, in the third test (specimen M1) the explosive was placed at a distance of 1.00 m from the wall, causing reflections. These reflections did not allow a good approximation of the theoretical and experimental curves for the incident and reflected pressures. The profiles of the shockwave curves of the incident and reflected pressures are represented in Figures 11 and 12, respectively.

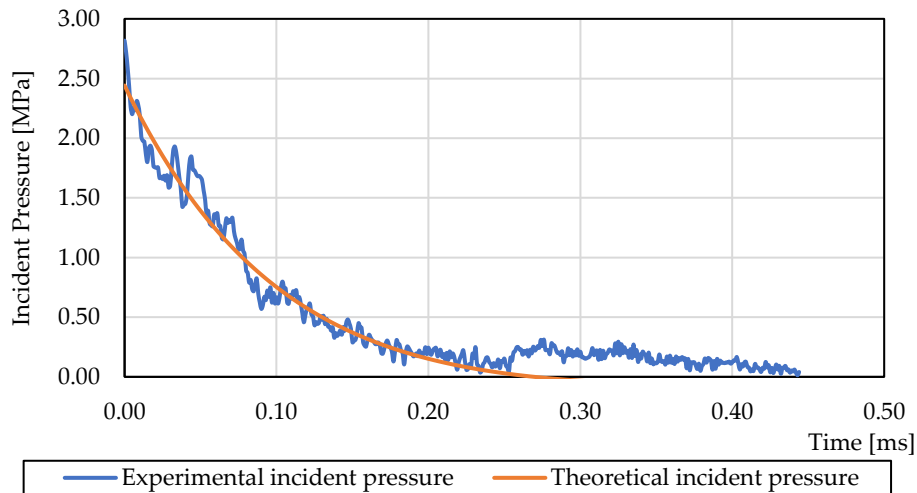


Figure 11. Comparison of incident shock wave profiles from the 3rd test (M1)

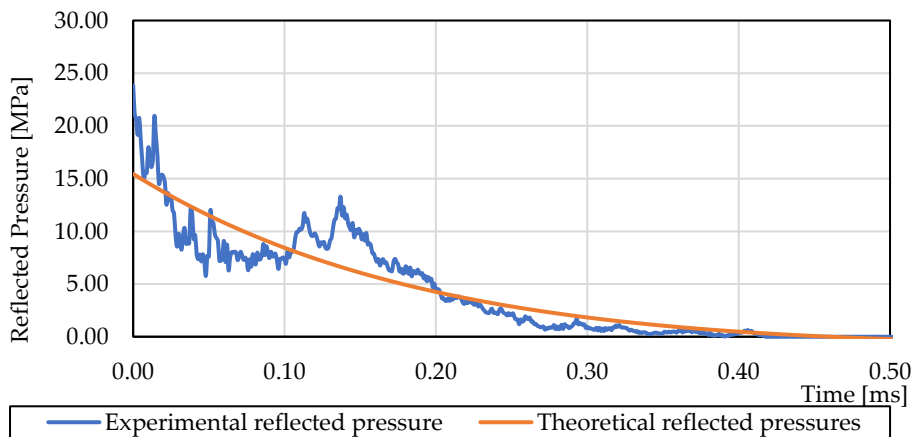


Figure 12. Comparison of the reflected shock wave profiles of the 3rd test (M1)

2.2 Comparison of incident peak and reflected pressures

By comparing the experimental values with theoretical formulations, it can be seen that primers are closer to a surface explosion.

The most significant discrepancies are for the incident pressure, with an error of 87.5% observed in the first test and 41.4% in the second test; however, the error decreases in the third test, observing a value of 10.2%. This can be justified by the experimental test conditions in natural conditions outside the laboratory. In the case of the second test, a sensor recorded a higher peak of 2.583MPa, and the other one of 1.651MPa which is closer to the theoretical values.

Regarding the reflected pressure, it has a minor error between its theoretical values and spreadsheets being respectively 10.4%, 3.4% and 15.5% in the first, second and third tests. It is also possible to observe that the values of the positive phase duration and impulses are in greater agreement with the "KINGERY_master" calculation sheets of RD Willcox of CESO(N) (1993).

Table 2. Incident and reflected pressures obtained experimentally and theoretically

| Values (MPa) | 1° Test (M2) | | 2° Test (M2) | | 3° Test (M1) | |
|-------------------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| | P_{S0} | P_r | P_{S0} | P_r | P_{S0} | P_r |
| Experimental | 0,60 | 1,35 | 2,12 | 9,40 | 2,82 | 23,85 |
| Theoretical Air Blast | 0,20 | 0,67 | 0,99 | 5,43 | 2,15 | 14,01 |
| Theoretical Surface Explosion | 0,32 | 1,22 | 1,50 | 9,09 | 3,14 | 20,64 |
| Aerial Calculation Sheet | 0,19 | 0,62 | 0,92 | 4,89 | 2,05 | 13,74 |
| Surface Calculation Sheet | 0,26 | 1,01 | 1,33 | 7,96 | 2,80 | 20,13 |

2.3 Comparison of incident and reflected impulses

Impulses, namely the reflected ones, are fundamental in analyzing the blast action because it is the force that effectively acts on the wall, resulting from the incident and reflected pressures, Table 3.

Table 3. Incident and reflected impulses obtained experimentally and theoretically

| Values (MPa.ms) | 1° Test (M2) | | 2° Test (M2) | | 3° Test (M1) | |
|-------------------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| | I_s | I_r | I_s | I_r | I_s | I_r |
| Experimental | 0,62 | - | 0,21 | 0,56 | 0,21 | 2,16 |
| Theoretical Air Blast | 0,09 | 0,29 | 0,12 | 0,64 | 0,12 | 0,81 |
| Theoretical Surface Explosion | 0,10 | 0,37 | 0,12 | 0,74 | 0,13 | 0,87 |
| Aerial Calculation Sheet | 0,22 | 0,57 | 0,17 | 0,55 | 0,25 | 1,32 |
| Surface Calculation Sheet | 0,33 | 0,88 | 0,23 | 0,87 | 0,26 | 2,12 |

In the first test, it was not possible to quantify the reflected impulse due to an incorrect transducer measurement. Regarding the second and third tests, errors of 24.3% and 148%, respectively, were found by comparing the experimental and the theoretical values of the surface explosion.

On the other hand, comparing the experimental values with the values obtained through the spreadsheet, for the surface explosion, errors of 35.6% and 1.9% are registered, respectively, in the second and third tests.

It can be seen that relevant errors were obtained, probably due to the proximity between the explosive and the wall (only 1.0 m, similar to contact blast behaviour).

2.4 Visual damage assessment

Regarding visual damage assessment, the first test (20 kg at 5.0 m from the target (M2)), there was no visible damage except a small crack on the face exposed to the blast.

In the second test (wall M2 again), the incident impulse was kept approximately the same (1.3 kg at 1.0 m). In this test, several cracks (higher width crack of 1.4 mm) and some craters on the face exposed to the blast and the side of the wall were observed; on the face opposite to the blast, there was no visible damage.

In the final test (specimen M1), there was an increase in the amount of explosive, and the damage increased, with the wall showing cracks (maximum 0.8 mm) on the back face. However, the wall did not collapse, and there was no spalling on this face. On the other hand, a large part of the mortar on the face exposed to the blast was disintegrated.

2.5 Axial compression tests

After explosions, the two specimens (M1 and M2) were subjected to a compression loading test to assess its residual compression strength (Figure 13).

Although the curves presented in the graph correspond to walls with lower age than M1 and M2, at the testing date (thus benefiting from the positive effect of carbonation, as well as from the use of more resistant laying mortar [2]), and the test system is different from the one used in the tests of the other walls [2], it can be observed that the resistance of M1 and M2 is higher. Similarly, it can be seen that the M1 and M2 are stiffer than those previously tested, which seems to indicate that the explosive actions used did not interfere with the mechanical characteristics of the walls M1 and M2.

In order to obtain a more reliable comparison, it would be necessary to measure the strength of undamaged walls of the same age.

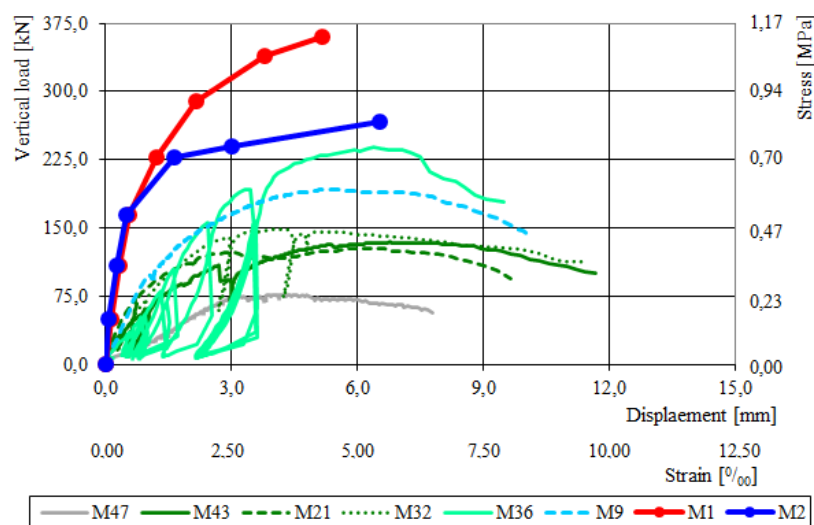


Figure 13. Comparison of the axial compressive strength of the walls M1 and M2 with the article [7]

3. Conclusions

Although it was possible to conclude that, for these explosive loads, there is no collapse and projection of aggregates, it is essential to continue the study, increasing the explosive loads, in order to really know the ultimate load and failure mechanisms, with the purpose of adopting the best strengthening solutions for these constructive solutions.

Moreover, concerning studies in the field of out-of-plane actions in traditional stone masonry walls, the information is relatively scarce, so it would be necessary to understand the stiffness, ultimate loads and maximum deflections of this type of wall in order to obtain more accurate results in the description of the events and effects by an explosion.

For future works, it is necessary to verify the axial compressive strength of the walls of approximately the same age in order to know the proper strength. This was compared with more recent walls presenting less carbonation and by trend curve formulas to verify their veracity.

The tests performed at a distance of 1.0 m from the target, due to the high proximity, show similar behaviour to the contact explosions, exhibiting localized damage. This distance also leads to the registration of reflections by the sensors, which hinders a good fit to the theoretical curve. This may show that these formulations may not be suitable for short distances.

References

- [1] B. Joaquim (2021) Behaviour of traditional stone masonry walls subjected to blast loading, Master Thesis Civil Engineering, Lisbon, FCT NOVA. (in Portuguese)
- [2] Fernando F. S. Pinho (2007) Ordinary Masonry Walls - Experimental study with unstrengthened and strengthened specimens, Ph.D. Thesis, Civil Engineering, Lisbon, FCT NOVA. (in Portuguese)
- [3] D. Nabais (2016) Development of an Innovative System for the Protection of Concrete Structures against Explosions, Master Thesis Military Engineering, Lisbon, Military Academy / Instituto Superior Técnico. (in Portuguese)
- [4] V. Pereira (2017) Innovative System for Explosion Protection of Buildings - Reinforced Concrete Facade Panels with Thin Walled Steel Connectors, Master Thesis Military Engineering, Lisbon, Military Academy / Instituto Superior Técnico. (in Portuguese)
- [5] G. Gomes (2016) Reuse of Current Buildings for Operational Purposes - Blast Assessment. Collection "ARES", 13, Lisbon, Instituto Universitário Militar.
- [6] UFC 3-340-02 (2008) Structures to resist the effects of accidental explosions, U.S Department of Defense
- [7] Fernando F. S. Pinho, Válder J. G. Lúcio (2017) Rubble Stone Masonry Walls in Portugal: Material Properties, Carbonation Depth and Mechanical Characterization, International Journal of Architectural Heritage, 11:5, 685-702
- [8] B. Joaquim, J.F.M. Conceição, Fernando F. S. Pinho (2022) Comportamento de paredes de alvenaria de pedra tradicional face a explosões, TEST&E 2022 - 3º Congresso de Ensaios e Experimentação em Engenharia Civil, FCT NOVA, Campus de Caparica.

Avaliação da vulnerabilidade sísmica da baixa de Coimbra: estudo comparativa entre 2009-2021

Evaluation of the seismic vulnerability of Coimbra's old city center: a comparative study between 2009-2021

Marcos Antonio Chiamulera - Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, e-mail: marcoschiamulera@gmail.com

Tiago Miguel Ferreira - University of the West of England (UWE Bristol), Bristol, United Kingdom, e-mail: Tiago.Ferreira@uwe.ac.uk

Romeu Vicente - RISCO, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, e-mail: romvic@ua.pt

J. Mendes Silva - CERIS, Universidade de Coimbra, Portugal, e-mail: raimundo@dec.uc.pt

Abstract: This paper targets the comparison between the current state and seismic vulnerability of the masonry buildings of the old city centre building stock carried out in 2009 and the recent reassessment and data survey, updating the information on the general state of conservation and sequentially the assessment of the seismic vulnerability of the of masonry facades using the same methodology specifically developed back in 2009. Once updated the building inspection information, the analysis consists in comparing data collected in 2009 with the current information to identify changes that occurred over the last decade in the buildings. The current survey is based on original criteria, whose objective will be to update information about the current state, verify the evolution of the state of conservation and identify the development or aggravation of building defects. The collected data was integrated into a Geographic Integration System (GIS) to easily compare the information and the spatial visualization of the obtained seismic vulnerability and damage scenarios results from the two different years. Results reveal that, in general terms, the seismic vulnerability of the traditional masonry facades in the urban area assessed presents a growing trend. In particular, some streets with highly vulnerable facades are correlated with no remedial conservation measures. In this sense, the results presented can be very relevant, supporting decision-making concerning future intervention processes in the Old City Centre of Coimbra.

Keywords: Old City Centre, State of conservation, Masonry buildings, Seismic vulnerability, GIS

1. Introdução

Este trabalho teve como principal motivação fazer uma reflexão acerca do cenário atual da Baixa da cidade de Coimbra, constituindo-se em duas etapas interdependentes. Numa primeira etapa, fez-se uma análise comparativa do estado de conservação geral e do nível descaracterização do edificado antigo, tendo como referencial estas mesmas condições, registadas num trabalho de levantamento realizado em 2009 [1], [2]. Posteriormente, numa segunda etapa, avaliou-se a vulnerabilidade sísmica das paredes de fachada de um conjunto alargado de edifícios incluídos na área de estudo apresentada na Figura 1. A delimitação da área de estudo – com aproximadamente 42.054 m², e abrangendo 284 edifícios – teve por base o mau estado de conservação geral destes edifícios área, o que, aliado às suas características construtivas e estruturais, pode resultar em situações de perigo em caso de atividade sísmica.



Figura 1. Definição da área de estudo e detalhe da codificação das fachadas dos edifícios

2. Levantamento e tratamento da informação

A informação utilizada neste trabalho foi recolhida através de um conjunto de campanhas de trabalho de campo, realizadas ao longo de um período de cerca de 14 meses, entre setembro de 2020 e novembro de 2021. A recolha dos dados, selecionados especificamente de forma a possibilitar a aplicação da metodologia avaliação da vulnerabilidade sísmica de paredes de fachada proposta por Ferreira *et al.* [3] (detalhada na secção seguinte), foi realizada com recurso a um conjunto de cinco fichas de inspeção (F1 a F5), desenvolvidas para o efeito, e que, com exceção da ‘Ficha 1: Informações gerais e identificação do edifício’, de recolha de informação geral sobre o edifício, se destinam à coleta de dados relativos aos diferentes elementos estruturais e construtivos que compõem o edifício: ‘F2: Paredes de fachada’, ‘F3: Pavimentos’, ‘F4: Cobertura’, e ‘F5: Sistema resistente vertical’.

De forma a otimizar o processo de levantamento e o posterior tratamento dos dados, cada um dos 284 edifícios levantados foram identificados com um código individual e singular composto pelas letras iniciais que denominam as ruas, seguida de uma numeração sequencial. Assim, e a título de exemplo, os edifícios localizados na Rua Direita foram identificados com o código RD, seguido de um número sequencial, de RD01 (primeiro edifício do lado direito) a RD44 (último edifício do lado esquerdo), retornando assim ao ponto de origem que é a Praça 8 de Maio. Os limites finais compreendem 1 praça, 14 ruas, 1 travessa, 1 beco, 4 largos e 1 terreiro, codificados de acordo com o estabelecido na Tabela 1, onde se incluem ainda o número total de fachadas levantadas, o número de fotos captadas em cada um destes locais, assim como o número total de fotografias e fichas de inspeção preenchidas.

Tabela 1. Resumo da recolha e organização dos dados levantados

| Descrição | Código | Seqüência | Fachadas | Fotos | Fichas |
|-----------------|--------|---------------|----------|-------|--------|
| Praça 8 de Maio | P8M__ | P8M01 a P8M11 | 11 | 284 | 55 |
| Rua Direita | RD__ | RD01 a RD44 | 46 | 844 | 230 |
| Rua da Moeda | RM__ | RM01 a RM31 | 31 | 374 | 155 |
| Rua da Louça | RL__ | RL01 a RL35 | 35 | 760 | 175 |
| Rua do Corvo | RC__ | RC01 a RC27 | 27 | 701 | 135 |
| Largo do Poço | LP__ | LP01 a LP03 | 03 | 114 | 15 |

Tabela 1 (cont.). Resumo da recolha e organização dos dados levantados

| Descrição | Código | Sequência | Fachadas | Fotos | Fichas |
|------------------------|--------|-----------------|----------|-------|--------|
| Largo da Maracha | LM__ | LM01 a LM07 | 06 | 203 | 30 |
| Rua Eduardo Coelho | REC__ | REC01 a REC25 | 25 | 869 | 125 |
| Rua da Fornalhinha | RF__ | RF01 a RF06 | 06 | 124 | 30 |
| Largo da Fornalhinha | LF__ | LF01 a LF04 | 03 | 83 | 15 |
| Largo da Freiria | LFR__ | LFR01 a LFR07 | 06 | 173 | 30 |
| Rua Velha | RV__ | RV01 a RV07 | 07 | 198 | 35 |
| Travessa da Rua Velha | TRRV__ | TRRV01 a TRRV07 | 07 | 235 | 35 |
| Rua das Padeiras | RP__ | RP01 a RP21 | 21 | 373 | 105 |
| Rua do Almocharife | RA__ | RA01 a RA11 | 11 | 303 | 55 |
| Rua da Sofia | RS__ | RS01 a RS14 | 09 | 317 | 45 |
| Rua Nova | RN__ | RN01 a RN19 | 19 | 298 | 95 |
| Rua do Arco do Ivo | RAI__ | RAI01 a RAI10 | 10 | 89 | 50 |
| Rua do Moreno | RMO__ | RMO01 a RMO15 | 15 | 125 | 75 |
| Terreiro do Marmeleiro | TM__ | TM01 a TM09 | 09 | 76 | 45 |
| Rua da Gala | RG__ | RG01 a RG19 | 19 | 425 | 95 |
| Beco do Castilho | BC__ | BC01 a BC06 | 06 | 55 | 30 |
| Total | | | 342 | 7,023 | 1,660 |

Finalmente, todos os dados recolhidos foram integrados num Sistema de Informação Geográfica (SIG), com recurso ao software QGIS 3.18 – Zürich [4], o que permitiu a visualização especial de todos os resultados, facilitando dessa forma a análise dos resultados e o posterior cruzamento e comparação entre os outputs deste trabalho e aqueles publicados em 2009 por [1], [3], nomeadamente no que respeita ao estudo de conservação geral dos edifícios e à sua vulnerabilidade sísmica.

Importa referir ainda que o conjunto dos ficheiros relativos aos levantamentos, incluindo documentação fotográfica, vídeo capturado com recurso a drone (modelo DJI Mavic 2 Pro), e fichas de inspeção preenchidas, foram organizados em pastas hierarquizadas e disponibilizados abertamente em <https://doi.org/10.5281/zenodo.5600499>.

3. Metodologia para a avaliação da vulnerabilidade sísmica e estimativa de danos

Tal como referido já na secção anterior, a metodologia utilizada nesta investigação para a avaliação da vulnerabilidade sísmica do edificado incluído na zona de estudo foi proposta em 2009 por Ferreira *et al.* [3] tendo, desde então, vindo a ser utilizada no contexto nacional e internacional em diversas análises de vulnerabilidade e risco sísmico. Esta metodologia assenta na determinação de um índice de vulnerabilidade, I_{vf} , calculado com base na avaliação de 13 parâmetros de vulnerabilidade associados às características geométricas, mecânicas e ao estado de conservação do edifício, de acordo com a Equação (1); ver [3] para mais detalhes.

$$I_{vf}^* = \sum_{i=1}^{13} C_{vi} \times p_i \quad (1)$$

A cada parâmetro está associado um peso, variável entre 0.5 para os parâmetros menos importantes e 0.75 para os parâmetros associado a características com maior peso na vulnerabilidade dos elementos de fachada, nomeadamente, a ‘qualidade dos materiais’ (Parâmetro P5) e o ‘Estado de conservação’ (Parâmetro P6), Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros de avaliação, classes de vulnerabilidade, e respetivos pesos

| Parâmetro | Classe, C_{vi} | | | | Peso, p_i |
|---|------------------|---|----|----|-------------|
| | A | B | C | D | |
| P1. Geometria da fachada | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P2. Esbelteza máxima | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P3. Área de aberturas | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P4. Desalinhamento de aberturas | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P5. Qualidade dos materiais | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.75 |
| P6. Estado de conservação | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.75 |
| P7. Ligação às paredes ortogonais | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P8. Ligação aos diafragmas horizontais | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P9. Impulsos da cobertura | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P10. Elementos ligados à fachada | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P11. Elementos beneficiadores | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P12. Interação entre fachadas adjacentes | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |
| P13. Tipo e massa da estrutura da cobertura | 0 | 5 | 20 | 50 | 0.50 |

Com base nesta metodologia, e após determinada a vulnerabilidade sísmica do edifício, é possível estimar de graus de dano expectáveis para uma intensidade sísmica determinada. Tal como se depreende pela análise da Equação (2), o valor deste grau de dano médio, μ_D , variável entre 0 e 5, depende do índice de vulnerabilidade, I_{vf} , da intensidade sísmica definida de acordo com a Escala Macrossísmica Europeia (EMS-98) [5], I_{EMS-98} , e ainda do fator de ductilidade, controlado pelo valor de Q , e que, no caso dos edifícios de alvenaria, varia tipicamente entre 1.5 e 3.0. Para o presente caso de estudo, o fator de ductilidade utilizado foi de 2.0, de acordo com o recomendado por Ferreira *et al.* [3].

$$\mu_D = 2.51 + 2.5 \times \tanh\left(\frac{I_{EMS-98} + 5.25 \times (0.592 + 0.0057 \times I_{vf}) - 11.6}{Q}\right) \quad (2)$$

4. Apresentação e análise de resultados

4.1. Vulnerabilidade sísmica e estimativa de danos

A Figura 2 (a) apresenta a distribuição espacial da vulnerabilidade sísmica de todas as fachadas incluídas na área de estudo. A sua análise permite identificar os edifícios e zonas que apresentam maior vulnerabilidade sísmica. Observa-se claramente na área central divisória norte e sul, zona de cruzamento da Rua Direita com a projeção da Avenida Central, sendo aquela que concentra maior vulnerabilidade, com vários edifícios com índices de vulnerabilidade sísmica da fachada superiores a 60. Nesta mesma região é ainda possível visualizar 24 edifícios não avaliados, constando na planilha de resultados como edifícios demolidos. Também é possível identificar as fachadas que apresentam valores com I_{vf} igualmente elevados, entre 40 e 60. Embora estes edifícios se encontrem bastante dispersos por toda a área de estudo, é possível identificar algumas ruas onde a sua concentração é mais elevada.

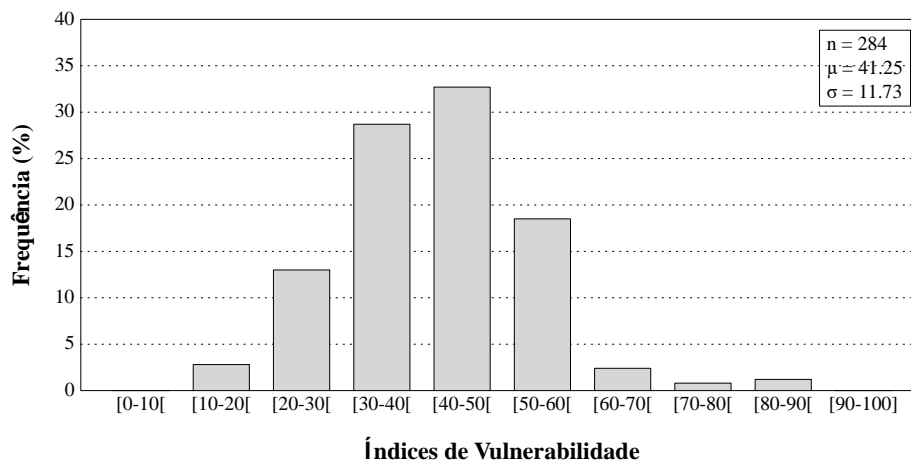
Na Figura 2 (b) observa-se a distribuição do estado de conservação dos edifícios avaliados, com base na informação registado no parâmetro P6. Da análise da figura, é possível constatar que uma percentagem significativa dos edifícios, cerca de 15%, apresentam sinais de degradação graves – i.e., correspondes a classe D de acordo com a Tabela 2 – devido à falta de ações de manutenção e reabilitação. Na maioria dos casos, esta degradação traduz-se em

fissuração nas paredes de fachadas, particularmente na zona dos cunhais e de ligação entre paredes. Tal como se observa na figura, a o mau estado de conservação é transversal a toda a área de estudo, sendo, ainda assim, possível distinguir a região onde está previsto o prolongamento da Avenida Central, como sendo particularmente crítica.



Figura 2. Mapeamento da vulnerabilidade sísmica dos edifícios avaliados (a) classes de vulnerabilidade obtidas; (b) parâmetro P6.

Os gráficos incluídos na Figura 3 (a) e 3 (b) apresentam respetivamente o histograma com a distribuição dos índices de vulnerabilidade obtidos para os 284 edifícios avaliados e a distribuição das classes de vulnerabilidade de cada um dos 13 parâmetros de avaliação. Tal como se observa na Figura 3 (a), o valor médio obtido para a amostra de edifícios avaliados foi de 41.25, e o desvio padrão 11.73. É possível observar ainda que a distribuição dos valores de vulnerabilidade obtidos segue sensivelmente uma distribuição normal, com um mínimo, máximo e mediana de 10, 84 e 41, respetivamente.



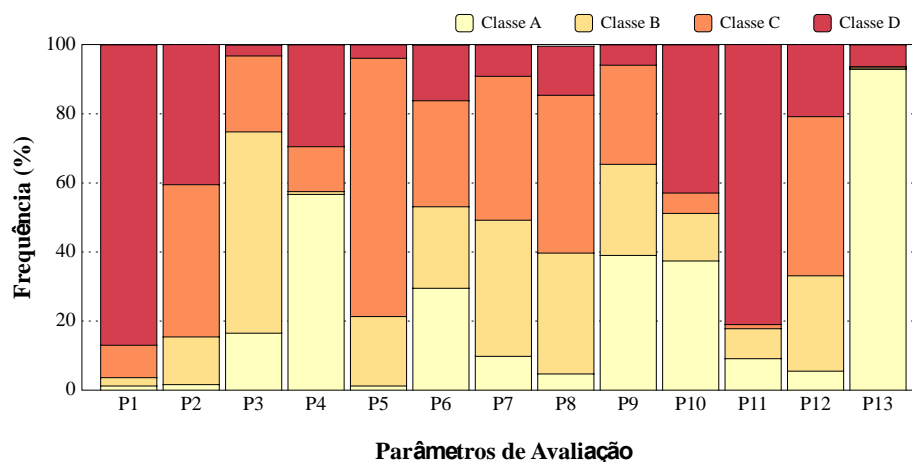


Figura 3. (a) Histograma e distribuição normal dos valores de índice de vulnerabilidade; (b) distribuição das classes de vulnerabilidade dos parâmetros de avaliação.

Tal como se constata a partir da análise do gráfico apresentado na Figura 3 (b), os parâmetros P1, P2, e P10, que avaliam respetivamente a “geometria da fachada”, a “esbelteza máxima”, e a presença de “elementos ligados à fachada”, são aqueles que, globalmente, apresentam, uma maior percentagem de edifícios classificados com classe D e que, por isso, mais contribuem para o atual cenário de vulnerabilidade sísmica dos edifícios avaliados. De entre estes, importa salientar o parâmetro P1 que, com cerca de 87% dos edifícios avaliados em classe D, é aquele que, inequivocamente, mais contribuiu para a vulnerabilidade sísmica dos edifícios avaliados, mesmo tendo em conta o seu peso relativo (0.5) no conjunto dos parâmetros de avaliação, Tabela 2. No que respeita à estimativa de danos, realizada com base na formulação teórica descrita na Secção 3, apresenta-se na Figura 4 o mapeamento dos graus de dano médios obtidos para uma intensidade sísmica $I_{EMS-98} = VIII$ (a) e IX (b).



Figura 4. Cenário de danos estimado para intensidade sísmica $I_{EMS-98} = VIII$ (a) e IX (b).

A partir da análise da Figura 4 (a), é possível constatar que, para este nível de intensidade, cerca de 85% das fachadas avaliadas apresentam um grau de dano entre $D_k = 2$ e $D_k = 4$, sendo que a maioria das fachadas se concentra no grau de dano $D_k = 3$. Este mesmo resultado encontra-se apresentado na Figura 5 (a) sob a forma de histograma. Para uma intensidade sísmica igual a IX, ilustrada no histograma apresentado na Figura 5 (b), o grau de dano é já substancialmente superior, com a quase totalidade das fachadas avaliadas, cerca de 90%, a apresentarem um grau de dano estimado, $D_k = 4$, i.e., “danos severos, colapso parcial, ou iminência de colapso global” [6]. As restantes 10% das fachadas avaliadas atinge um nível de dano $D_k = 5$, corresponde a colapso global.

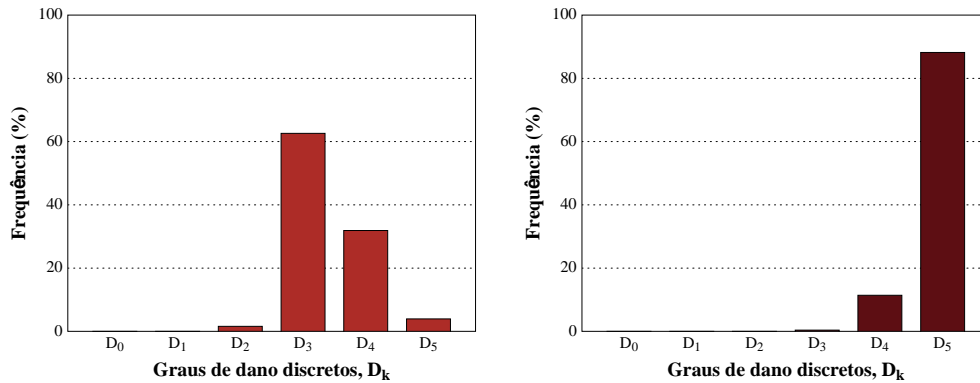


Figura 5. Distribuição dos graus de danos estimados para intensidades sísmicas $I_{EMS-98} = VIII$ (a) e IX (b).

4.2. Análise comparativa com a realidade observada em 2009

Para efeito de comparação, apresentam-se de seguida, através de dois histogramas, incluídos na Figura 6, e dois mapas com a representação da vulnerabilidade sísmica global dos edifícios avaliados, na Figura 7, os resultados obtidos em 2009 e os atuais, referentes a 2021. De forma a facilitar a visualização e determinar a coerência, os mapas incluídos na Figura 7 foram produzidos para a mesma área e com seguindo critérios de representação semelhantes.

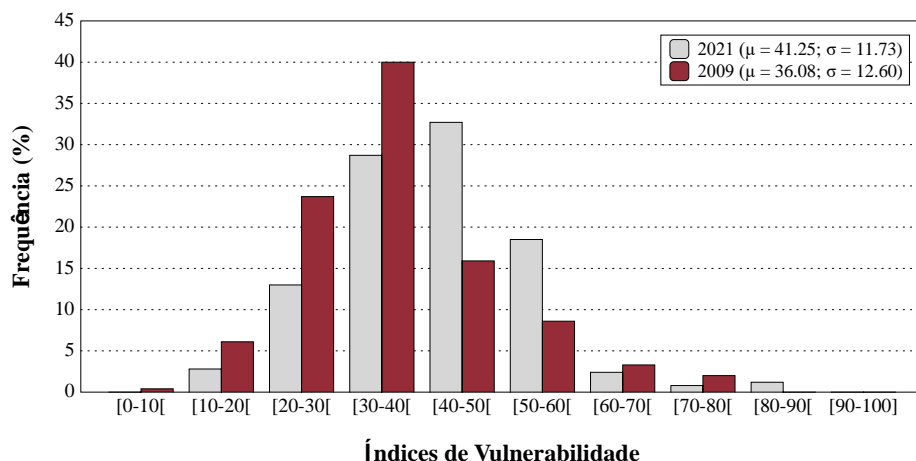


Figura 6. Histograma dos valores de índice de vulnerabilidade dos edifícios avaliados, em 2009 e em 2021.



Figura 7. Mapeamento da vulnerabilidade global dos edifícios, em 2009 (a) e em 2021 (b).

Do resultado apresentado na Figura 7, destacam-se as diferenças significativas entre a realidade observada em 2009 e a realidade atual, particularmente na Rua Direita, da Moeda, da Louça, e do Corvo. Esta tendência de agravamento da vulnerabilidade sísmica dos edifícios incluídos na área de estudo encontra-se também refletiva no valor médio e no desvio padrão da amostra de edifício que sofreram respetivamente um acréscimo de 36.08 para 41.25 (cerca de 14%), e um decréscimo de 12.60 para 11.73 (ligeiramente inferior a 7%). Estes valores revelam que, globalmente, o nível de vulnerabilidade é não apenas mais elevado, mas também mais homogéneo ao longo da área de estudo.

Importa, no entanto, ressaltar algumas exceções positivas, tal como a Rua da Sofia, inscrita na lista de Património da Humanidade da UNESCO, onde as condições registadas em 2009 foram melhoradas ou mantiveram-se inalteradas.

5. Conclusões

O nível de conservação do edificado da Baixa é muito heterogéneo, à semelhança do que acontece da maioria dos centros histórico em Portugal. Em larga medida, esta realidade é consequência da ausência de uma estratégia de intervenção concertadas, na ausência da qual, dificilmente será possível reverter o atual cenário de progressiva degradação e descaracterização do edificado dos centros históricos portugueses, pese embora o contributo relevante de várias ações pontuais de avaliação e diagnóstico que têm sido levadas a cabo.

A reavaliação da vulnerabilidade sísmico do edificado tradicional em alvenaria na Baixa de Coimbra prova que o prolongamento da (in)ação no tempo tem impacto sobre a “sobrevivência” do conjunto edificado que reconhecemos como património, e ainda da sua

recuperação do ponto de vista técnico-económico, num objetivo comum de redinamizar a Baixa e inverter a crescente “normalização” do seu estado de abandono.

A comparação entre os resultados de 2009 e 2021 evidenciaram que as consequências em termos de dano físico, decorrentes de atividade sísmica, conduzirão ao dano severo e colapso de alguns edifícios, afetando outros adjacentes. Para além de fornecerem uma visão integrada e atualizada sobre a evolução da degradação do edificado e da sua vulnerabilidade sísmica, os resultados desta avaliação permitirão ainda avaliar e comparar possíveis perdas humanas e económicas, estimadas para diferentes cenários de intensidade sísmica.

Finalmente, sugere-se que os resultados do presente trabalho sejam utilizados numa forte campanha de consciencialização por parte das instituições competentes, com o intuito de promover o envolvimento dos proprietários e utilizadores desses edifícios, numa zona fronteira muito valorizada do património mundial da UNESCO. Esta informação, para além de importante para ancorar possíveis ações de reabilitação e reforço da segurança estrutural, é ainda essencial no apoio ao desenvolvimento e implementação de processos de planeamento de emergência e socorro.

Referências

- [1] R. Vicente, T. M. Ferreira, and J. A. R. Mendes da Silva, “Supporting urban regeneration and building refurbishment. Strategies for building appraisal and inspection of old building stock in city centres,” *J. Cult. Herit.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–14, Jan. 2015, doi: 10.1016/j.culher.2014.03.004.
- [2] R. Vicente, S. Parodi, S. Lagomarsino, H. Varum, and J. A. R. M. Silva, “Seismic vulnerability and risk assessment: case study of the historic city centre of Coimbra, Portugal,” *Bull. Earthq. Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 1067–1096, Aug. 2011, doi: 10.1007/s10518-010-9233-3.
- [3] T. M. Ferreira, R. Vicente, and H. Varum, “Seismic vulnerability assessment of masonry facade walls: development, application and validation of a new scoring method,” *Struct. Eng. Mech.*, vol. 50, no. 4, pp. 541–561, May 2014, doi: 10.12989/sem.2014.50.4.541.
- [4] QGIS, “Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation.” 2017, [Online]. Available: <http://qgis.osgeo.org>.
- [5] G. Grünthal, *European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)*. *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie 15*, vol. 15. 1998.
- [6] J. L. P. Aguado, T. M. Ferreira, and P. B. Lourenço, “The Use of a Large-Scale Seismic Vulnerability Assessment Approach for Masonry Façade Walls as an Effective Tool for Evaluating, Managing and Mitigating Seismic Risk in Historical Centers,” *Int. J. Archit. Herit.*, vol. 12, no. 7–8, pp. 1259–1275, Nov. 2018, doi: 10.1080/15583058.2018.1503366.

Metodologia para Avaliação do Nível de Degradação de Estruturas Existentes com Modelo de Dano Cúbico Parametrizado

Methodology for Assessing the Degradation Level of Existing Structures with a Parameterized Cubic Damage Model

Dutra, Erik Filipe Alves - Universidade de Brasília (UnB), Brasília - DF, Brasil, e-mail:
erik.engcivil@gmail.com

Pantoja, João da Costa - Universidade de Brasília (UnB), Brasília - DF, Brasil, e-mail:
joaocpantoja@gmail.com

Abstract: The rehabilitation of existing structures is a complex process that requires the analysis of several factors relevant to the state of conservation of the building. There are several methodologies for inspection and analysis of degradation in structures that can be applied as a tool to quantify and assess existing damage, among them is the methodology for quantitative assessment of the degree of deterioration in GDE/UnB reinforced concrete structures, initially developed by Castro (1994) and improved by several authors. This article presents a proposal for parameterization of the cubic analysis model of the GDE/UnB methodology, proposed by Marques et al. (2016). For this, a parameterization of the cubic model of the degree of damage was performed, then its application was made on a walkway with a mixed structure, composed of metallic structural elements and reinforced concrete, located at the Faculty of Law of UnB in Brasília, DF, Brazil, in which a survey and quantification of damage to the structure was carried out using the GDE/UnB methodology Parameterized by models for analyzing the degree of bilinear and cubic damage. The results demonstrated the effectiveness of using the cubic model to analyze the degree of damage in the evaluation of existing structures.

Keywords: GDE methodology; Pathology; Degradation; Rehabilitation; Existing structures.

1. Introdução

A avaliação de estruturas existentes é um trabalho complexo que está ligado diretamente à correta análise e interpretação do seu estado de conservação. Esse tipo de análise é uma realidade cada vez mais presente no ramo da construção, diferenciando-se muito do processo de dimensionamento de estruturas novas [1].

A avaliação de edifícios existentes requer metodologias que considerem as características químicas e a degradação física das estruturas. Fazendo-se necessário determinar a localização dos elementos mais críticos na estrutura afetada pela deterioração, além dos consequentes efeitos causados sobre o nível de segurança e comprometimento da estabilidade estrutural [2].

Atualmente, existem diversas metodologias para quantificação e avaliação dos danos presentes em estruturas, uma delas é a metodologia de avaliação quantitativa do grau de deterioração em estruturas de concreto armado GDE/UnB, desenvolvida por Castro [3] e posteriormente aperfeiçoada por diferentes autores.

Porém, em função da existência de diversos parâmetros a serem avaliados durante a análise de edificações existentes, sendo ou não possível sua correlação, existe uma grande dificuldade no julgamento técnico da capacidade dessas metodologias. Neste cenário, a metodologia GDE/UnB parametrizada tem sido utilizada em conjunto com metodologias

probabilísticas que consideram, de forma acoplada, os parâmetros de durabilidade e segurança estrutural, produzindo informações mais precisas em relação ao real comportamento de uma estrutura existente

Com esta perspectiva, visando uma contribuição aos estudos sobre a aplicação da metodologia GDE/UnB parametrizada em conjunto com fatores de integridade, índices de confiabilidade e modelagens numéricas, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um modelo parametrizado de análise cúbica do grau de dano.

Para isso, foi proposto um modelo cúbico parametrizado de análise do grau de dano, baseando-se no trabalho de Marques et al. [4], em seguida, aplicou-se a metodologia GDE/UnB Parametrizada em uma estrutura híbrida, utilizando os modelos parametrizados de análise bilinear, proposto por Pantoja et al. [2] e o modelo proposto neste artigo, comparando seus resultados.

2. Metodologia GDE/UnB

2.1. Metodologia GDE/UnB Parametrizada

A metodologia GDE/UnB, proposta originalmente por Castro [3], tem o objetivo de avaliar quantitativamente o grau de deterioração das estruturas de concreto armado convencionais, analisando as estruturas com base em caderno de inspeção preenchido pelo profissional responsável pela avaliação.

A análise é realizada avaliando os elementos estruturais separadamente e a estrutura de maneira global. As etapas da metodologia são apresentadas no fluxograma da figura 1.

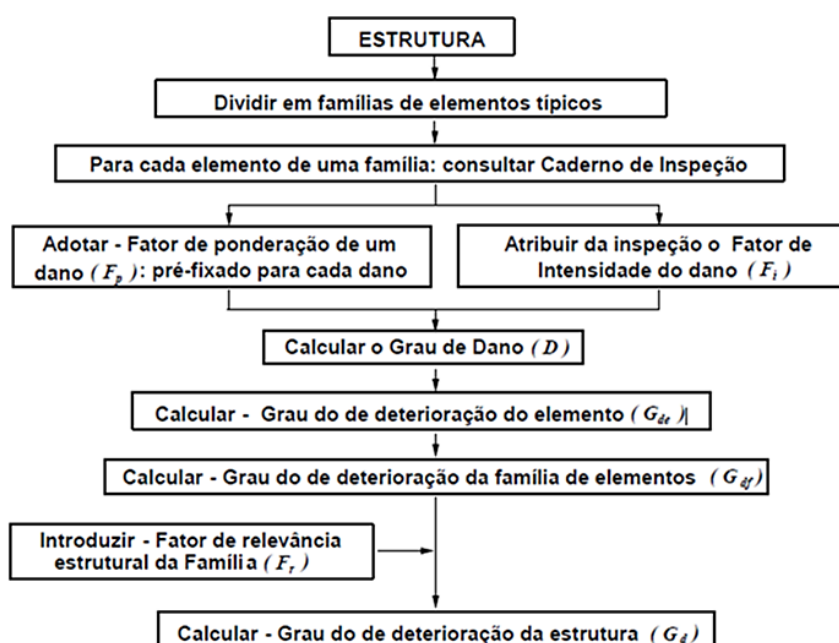


Figura 1. Fluxograma para avaliação do grau de deterioração de estruturas de concreto – Metodologia GDE/UnB. Fonte: Boldo [5].

O “fator de ponderação” de um dano (F_p) mensura a importância relativa de um determinado dano, conforme as consequências que tal dano pode apresentar à estética, funcionalidade e estabilidade de um elemento estrutural, através de valores prefixados. Os valores do fator de ponderação de dano, foram parametrizados por Pantoja et al [2] e seguem uma escala que varia entre 0 e 1, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Valores do fator de ponderação de dano. Fonte: Pantoja et al. [2].

| Tipo de Degradação | Fp |
|---------------------------|-----|
| Contaminação por cloretos | 1 |
| Corrosão de armaduras | 1 |
| Fissuras estruturais | 1 |
| Sinais de esmagamento | 1 |
| Esfoliação | 0,8 |
| Carbonatação | 0,7 |
| Desagregação | 0,7 |
| Desvio de geometria | 0,6 |
| Infiltração | 0,6 |
| Eflorescência | 0,5 |
| Manchas | 0,5 |
| Segregação | 0,5 |

É importante observar que as escalas de valores propostas pelo trabalho original da metodologia GDE/UnB são mantidas, uma vez que representam a contribuição dos autores sobre os fenómenos atuantes no processo de deterioração da estrutura [2].

O “fator de intensidade” de um dano (Fi) deve ser atribuído pelo profissional responsável pela avaliação com o objetivo de classificar o grau de gravidade e evolução de uma manifestação de dano em um determinado elemento da estrutura. Os valores do fator de intensidade do dano foram parametrizados por Pantoja et al [2], seguindo uma escala que varia entre 0 e 1, conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Valores do fator de intensidade do dano. Fonte: Pantoja et al. [2].

| Gravidade | Fi |
|---------------------|------|
| Sem lesões | 0 |
| Lesões leves | 0,25 |
| Lesões toleráveis | 0,50 |
| Lesões graves | 0,75 |
| Lesões intoleráveis | 1,00 |

O “grau do dano” (D) em um elemento é calculado através dos fatores de ponderação (Fp) e intensidade (Fi), de maneira análoga ao modelo de evolução do processo de corrosão de armaduras desenvolvido por Tuutti [6] e adaptado por Pantoja et al [2]. A figura 2 apresenta a formulação proposta para cálculo do grau de um dano. A primeira reta refere-se à fase de iniciação do dano, a qual se inicia na coordenada (0;0) indicando ausência de dano até o ponto de coordenadas (0,6;0,1), onde ocorre a mudança de fase, iniciando a propagação do dano que, a partir desse ponto, evoluiu rapidamente até o colapso da estrutura (coordenadas 1,0;1,0).

De maneira resumida, pode-se dizer que até completar 60% da iniciação, ocorrerá apenas 10% de dano na estrutura, envolvendo apenas manutenções simples e de baixo custo nessa fase inicial, no entanto, após a mudança de fase, os danos aumentam rapidamente, sendo necessárias manutenções mais complexas e com custo elevado, envolvendo reforços, interdição, inutilização ou até mesmo colapso da estrutura.

O grau de deterioração de um elemento da estrutura (Gde) é calculado em função dos valores do grau de dano (D) das "n" manifestações detectadas no elemento, a partir da média dos valores do grau de dano. Para evitar que danos elevados sejam mascarados por valores de danos pequenos, deve-se adotar apenas $D \geq 0,20$.

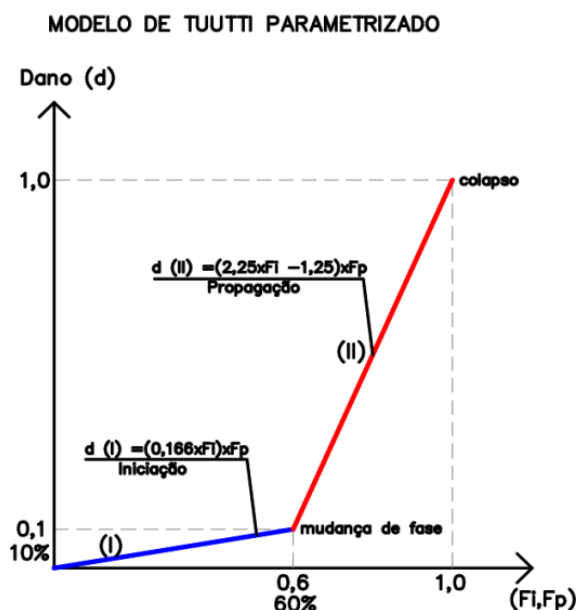


Figura 2. Evolução do grau de dano. Fonte: Pantoja et al. [2].

Já para o cálculo do grau de deterioração de uma família de elementos estruturais (Gdf) é realizada uma média aritmética dos valores do grau de deterioração dos elementos (Gde).

O fator de relevância estrutural da família de elementos (Fr) tem como objetivo considerar a importância relativa das diversas famílias de elementos em que a estrutura é subdividida. Conforme proposto por Pantoja et al. [2], é necessário definir pesos para as famílias de elementos, de acordo com sua importância estrutural, sendo o somatório dos fatores de relevância igual a 1, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Escala do fator de relevância estrutural. Fonte: Pantoja et al. [2].

| Tipo de família | Fr |
|-----------------|-------|
| Família 1 | 0,05 |
| Família 2 | 0,125 |
| Família 3 | 0,34 |
| ... | ... |
| Família N | 0,222 |
| Somatório total | 1,00 |

Por fim, o grau de deterioração da estrutura (Gd) é calculado pela média aritmética ponderada dos graus de deterioração das " k " famílias de elementos, sendo o fator de relevância estrutural (Fr) responsável por definir a importância relativa de cada família em relação à funcionalidade e estabilidade da estrutura, conforme equação 1.

$$Gd = \sum_{i=1}^k Fr(i) \cdot Gdf(i) \quad (1)$$

Onde:

Gd = Grau de deterioração da estrutura.

Fr = Fator de relevância estrutural de uma família de elementos.

Gdf = Grau de deterioração de uma família de elementos.

Os valores obtidos pelo grau de deterioração da estrutura (Gd), classificam a estrutura, segundo uma escala de cinco níveis de deterioração, indicando as medidas de intervenção na estrutura que deverão ser tomadas, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Nível de deterioração da estrutura. Fonte: Gasparetto et al. [7].

| Nível de deterioração | Grau do dano | Medidas adotadas |
|-----------------------|-----------------------|---|
| Leve | $\leq 0,15$ | Observação periódica |
| Baixo | $0,15 < Gd \leq 0,35$ | Necessidade de intervenção em longo prazo |
| Médio | $0,35 < Gd \leq 0,55$ | Necessidade de intervenção em médio prazo |
| Alto | $0,55 < Gd \leq 0,75$ | Necessidade de intervenção em curto prazo |
| Crítico | $0,75 < Gd \leq 1$ | Necessidade de intervenção imediata |

De acordo com Pantoja et al. [2], uma boa opção a ser utilizada conjuntamente com a parametrização é a substituição do modelo bilinear do grau de dano por uma curva cúbica, conforme apresentado no trabalho de Marques et al. [4]. Desse modo, será apresentado a seguir uma proposta de parametrização do grau de dano a partir de um modelo cúbico.

2.2. Metodologia GDE/UnB Parametrizada

A metodologia GDE/UnB parametrizada por Pantoja et al. [2] apresenta um modelo de análise bilinear do grau de dano (D) dos elementos da estrutura, conforme apresentado na figura 3. Marques et al. [4] afirmam que diversos autores apontam, unanimemente, que o processo de degradação em estruturas de concreto armado ocorre de maneira não linear, seguindo uma curva suave ao longo de duas etapas de deterioração.

Baseando-se neste entendimento, o presente estudo buscou adequar a metodologia GDE/UnB parametrizada a um modelo não linear regido por uma curva suave que retrate os mecanismos de deterioração das estruturas de concreto armado ao longo do tempo. Por meio da utilização de diversos pares de pontos foi encontrada, por regressão polinomial, a seguinte parábola cúbica:

$$D = (a_1 + b_1 F_i - c_1 F_i^2 + d_1 F_i^3) \times F_p \quad (2)$$

Onde: $a_1 = 0,0084$, $b_1 = 0,0633$, $c_1 = 0,5642$, $d_1 = 1,5048$.

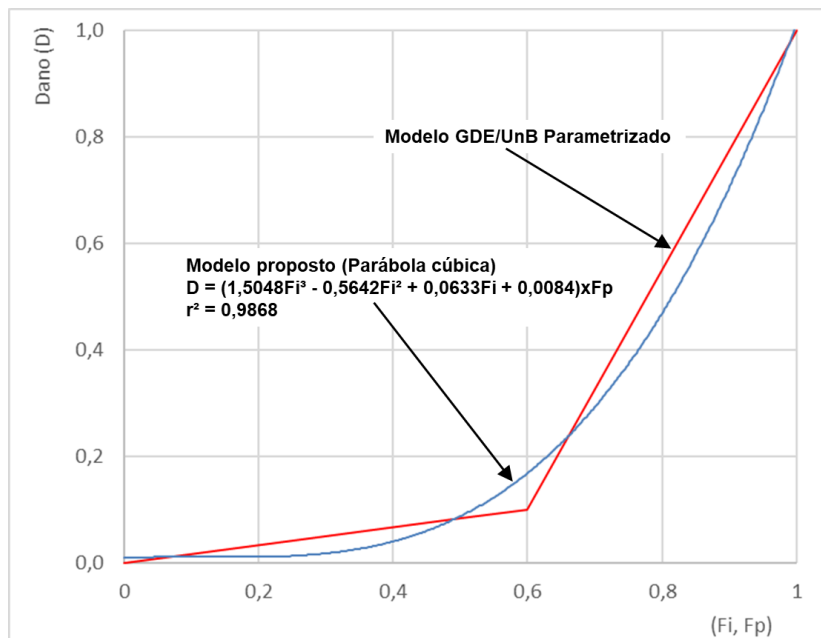


Figura 3. Parábola ajustada para os dados do modelo GDE/UnB Parametrizado considerando 6 pares de pontos. Fonte: De autoria própria.

O resultado obtido a partir da equação 2, no qual $a_1 = 0,0084$, $b_1 = 0,0633$, $c_1 = 0,5642$ e $d_1 = 1,5048$, possui um poder explicativo do modelo (coeficiente de determinação) $r^2 = 0,9868$ ou 98,68%, indicando um excelente grau de ajuste e que 98,68% das variações de D são

explicadas pelo fator de intensidade (F_i) através da função escolhida para relacionar as duas variáveis e apenas 1,32% são atribuídas a causas aleatórias. Desta maneira, foi proposta a substituição das duas equações do modelo bilinear do grau de dano (D), por uma única equação: a equação 2.

Dessa forma, a aplicação da metodologia GDE/UnB Parametrizado pelo modelo de análise bilinear e cúbica do grau de dano seguem o mesmo roteiro, divergindo apenas na equação a ser utilizada para cálculo do grau de dano (D).

3. Aplicação da Metodologia GDE/UnB Parametrizada

A metodologia GDE/UnB Parametrizada foi aplicada, em ambos os modelos, bilinear e cúbico, em uma passarela de uso exclusivo para pedestres, conforme exposto a seguir.

3.1. Descrição da Estrutura Analisada

A estrutura analisada é uma passarela de uso exclusivo para pedestres, do tipo híbrida (composta por elementos estruturais metálicos e de concreto armado), localizada na Faculdade de Direito (FD) da Universidade de Brasília (UnB) em Brasília – DF, Brasil.



Figura 4. Vista aérea da Faculdade de Direito com marcação da localização da passarela na Faculdade de Direito da UnB. Fonte: Google Maps, 2021.

A passarela conecta o bloco de salas de aula e o bloco de salas de professores, seu modelo estrutural é constituído por um vão central, biapoiado em suas extremidades com dois vãos adjacentes em balanço, sendo sustentada por quatro pilares. É uma estrutura independente, ou seja, não há vinculação entre a passarela e os prédios adjacentes. A

Figura 5 apresenta uma vista lateral da estrutura.



Figura 5. Vista lateral da passarela. Fonte: De autoria própria.

Sua estrutura é composta por duas treliças planas, paralelas entre si, conectadas através de vigas transversais e contraventamentos nos banzos superior e inferior. Os banzos são formados por perfis I, os montantes e diagonais foram executados em perfis compostos, unindo dois perfis cantoneira (perfil “L”), formando uma cruz grega “+” nos montantes e um perfil “T” nas diagonais.



Figura 6. Detalhes do pilar encontrando diagonais em sua base e Ligações aparafusadas com o bloco de fundação. Fonte: De autoria própria.

O piso da passarela é constituído por placas pré-moldadas de concreto armado que se apoiam sobre as travessas inferiores, sendo revestidas com piso emborrachado. A cobertura é composta por telhas de fibrocimento, dispostas em duas águas com baixa inclinação, apoiadas em terças formadas por perfis “U” enrijecidos.



Figura 7. Vista do piso de revestimento das lajes e do corrimão e detalhe das telhas de cobertura e terças. Fonte: De autoria própria.

3.2. Manifestações Patológicas Observadas

Durante as inspeções no local foram realizados o reconhecimento das características estruturais da passarela e, principalmente, o levantamento e quantificação das manifestações patológicas existentes. A principal anomalia identificada durante as inspeções in loco foi a presença de manchas nos elementos estruturais. Mesmo que não se trate de corrosão exposta, pode indicar falha na pintura de proteção, inclusive a falta ou ineficiência de um plano de manutenção da estrutura, o que poderá acarretar o agravamento dos danos. As manchas foram observadas principalmente em locais da estrutura que propiciam o acúmulo de umidade, como por exemplo nas ligações entre os elementos, conforme acontece no encontro entre os banzos e as travessas inferiores. Os locais próximos das calhas e os banzos foram os casos mais críticos quanto ao surgimento de manchas, devido à exposição constante à umidade.

Em geral, as manifestações patológicas encontradas nas estruturas metálicas foram falha da pintura de proteção, pontos de corrosão, manchas, corrosão nos elementos de fixação, falhas em ligações parafusadas e acúmulo de umidade.

Foram identificadas diversas manifestações patológicas nas placas pré-moldadas de concreto armado que constituem a laje de piso da passarela, sendo elas: deslocamento, corrosão da

armadura, desagregação, eflorescência, manchas e presença de umidade. Dentre os elementos inspecionados as placas pré-moldadas foram as que apresentaram a maior quantidade de danos e variação de intensidade, contendo desde problemas estéticos, até problemas que podem afetar o desempenho da estrutura.



Figura 8. Presença de manchas na estrutura. Fonte: De autoria própria.

Os banzos apresentaram falhas na pintura de proteção e alguns pontos de corrosão em sua face interna, na interface entre a região interna dos banzos inferiores e as placas pré-moldadas de concreto armado e entre os banzos superiores e as calhas, indicando a entrada e acúmulo de umidade nesses pontos.



Figura 9. Placas pré-moldadas apresentando manchas, deslocamentos, eflorescências, corrosão da armadura, desagregação e presença de umidade. Fonte: De autoria própria.

Os problemas mais graves foram observados nas placas de base e enrijecedores dos pilares e nos blocos de fundação que recebem essas placas. Foi identificado nesses elementos elevado grau de corrosão e elevada perda de seção em todas as quatro placas de base existentes, ocorrendo até mesmo a perda de função de alguns parafusos que garantem a fixação entre pilares e blocos de fundação, gerando risco à estabilidade da estrutura e segurança dos usuários, uma vez que a única sustentação da passarela são os 4 pilares apoiados e fixados nos blocos de fundação. Além disso, os blocos de fundação perderam parte de sua seção devido à desagregação, agravando os problemas citados acima.



Figura 10. Banzo inferior apresentando manchas, falha na pintura e pontos de corrosão, placa de base com nível elevado de corrosão. Fonte: De autoria própria.

Foi observada também a presença de umidade nas junções entre elementos. Os pontos que se destacam estão localizados na base dos pilares, onde acontece a junção dos pilares com as diagonais maiores, nesses locais foi percebido um acúmulo de sujeira, tornando uma região propícia ao acúmulo de água e consequente corrosão.



Figura 11. Presença de umidade e sujeira na junção do pilar com a diagonal maior. Fonte: De autoria própria.

3.3. Aplicação e Comparação Entre as Duas Formulações

Para aplicação da metodologia GDE/UnB Parametrizada, utilizou-se como base o roteiro do trabalho de Pantoja et al. [2]. Sendo assim, inicialmente foi realizada a divisão da passarela em famílias de elementos tipos, sendo eles: banzo superior, banzo inferior, travessa superior, travessa inferior, contraventamento superior, contraventamento inferior, diagonais maiores e menores, montantes, bloco de fundação, pilares, placas pré-moldadas de concreto armado, enrijecedores e placas de base dos pilares.

Vale destacar que a metodologia GDE/UnB Parametrizada é voltada para o levantamento do grau de degradação em estruturas de concreto armado, como a passarela analisada neste estudo é uma estrutura híbrida, composta por aço e concreto armado, foi necessário realizar adequações nos fatores de ponderação de dano (Fp) apresentados por Pantoja et al. [2] para a aplicação da metodologia GDE/UnB nos elementos metálicos. Isso foi realizado parametrizando os valores de Fp para estruturas metálicas apresentados nos trabalhos de Azambuja [8] e Marques et al. [4], os quais apresentam valores de fatores de ponderação de dano (Fp) ajustados às estruturas metálicas, conforme demonstra a tabela 5.

Tabela 5. Valores do fator de ponderação de dano para estruturas metálicas. De autoria própria.

| Tipo de Degradação | Fp |
|-----------------------------------|-----|
| Desvio de geometria | 1,0 |
| Manchas | 0,6 |
| Presença de vegetação | 0,6 |
| Falha na pintura de proteção | 0,6 |
| Corrosão nos elementos de fixação | 1,0 |
| Pontos de corrosão | 0,8 |
| Deslocamentos excessivos | 1,0 |
| Falhas em ligações soldadas | 0,8 |
| Falhas em ligações parafusadas | 0,8 |
| Umidade | 0,6 |
| Vibrações excessivas | 0,6 |

Em seguida, foram levantados os fatores de ponderação (Fp) e fator de intensidade (Fi) de cada manifestação patológica encontrada em cada um dos elementos da estrutura. Em seguida, foram aplicados ambos os modelos de cálculo do GDE/UnB parametrizado, bilinear e cúbico, com objetivo de comparar seus resultados. A Tabela 6 apresenta os fatores de relevância estrutural parametrizados, de acordo com as famílias de elementos estruturais existentes.

Tabela 6. Fator de relevância estrutural parametrizado. De autoria própria.

| Tipo de Família | Fr |
|--|-------|
| Terças | 0,019 |
| Placas Pré-moldadas | 0,038 |
| Diagonais maiores | 0,058 |
| Diagonais menores | 0,058 |
| Montantes | 0,058 |
| Travessas inferiores | 0,077 |
| Travessas superiores | 0,077 |
| Blocos de fundação | 0,077 |
| Contraventamento Superior | 0,077 |
| Contraventamento Inferior | 0,077 |
| Banzos Inferiores | 0,096 |
| Banzos Superiores | 0,096 |
| Pilares | 0,096 |
| Enrijecedores e placas de base dos pilares | 0,096 |

Os resultados da análise pelos dois métodos estão apresentados na tabela 9. Foram também apresentados, nas tabelas 7 e 8 os resultados obtidos, para alguns elementos isolados, utilizando os dois modelos.

Tabela 7. Planilha de avaliação - Enrijecedores e placa de base do Pilar 3. De autoria própria.


| Nome do elemento | | Enrijecedores e placa de base do Pilar 3 | | | | Croqui / observações / fotos |
|--|-----|--|----------------------|------------|---|---|
| Localização do elemento | | Trecho 08-09 | | | | |
| Danos | Fp | Fi | D Pantoja et al. [2] | D Proposto | | |
| Desvio de geometria | 1,0 | 0 | 0,000 | 0,000 |  | |
| Manchas | 0,6 | 0,5 | 0,050 | 0,052 | | |
| Presença de vegetação | 0,6 | 0 | 0,000 | 0,000 | | |
| Falha na pintura de proteção | 0,6 | 1 | 0,600 | 0,607 | | |
| Corrosão nos elementos de fixação | 1,0 | 1 | 1,000 | 1,012 | | |
| Pontos de corrosão | 0,8 | 1 | 0,800 | 0,810 | | |
| Deslocamentos excessivos | 1,0 | 0 | 0,000 | 0,000 | | |
| Falhas em ligações soldadas | 0,8 | 0 | 0,000 | 0,000 | | |
| Falhas em ligações parafusadas | 0,8 | 0,5 | 0,050 | 0,052 | | |
| Umidade | 0,6 | 1 | 0,800 | 0,810 | | |
| Vibrações excessivas | 0,6 | 0 | 0,000 | 0,000 | | |
| Grau de deterioração do elemento (Gde) | | | 0,800 | 0,810 | | 0,75 < Gd ≤ 1 (Crítico): Necessidade de intervenção imediata. |

Tabela 8. Planilha de avaliação - Placa pré-moldada 08. De autoria própria.


| Nome do elemento | | Placa pré-moldada 08 | | | | Croqui / observações / fotos |
|--|-----|----------------------|----------------------|------------|---|------------------------------|
| Localização do elemento | | Trecho 10 | | | | |
| Danos | Fp | Fi | D Pantoja et al. [2] | D Proposto | | |
| Corrosão de armaduras | 1 | 1 | 1,000 | 1,012 |  | |
| Desagregação | 0,7 | 0 | 0,000 | 0,005 | | |
| Infiltração | 0,6 | 0,75 | 0,600 | 0,607 | | |
| Eflorescência | 0,5 | 0,5 | 0,033 | 0,035 | | |
| Manchas | 0,5 | 0,5 | 0,050 | 0,052 | | |
| Grau de deterioração do elemento (Gde) | | | 0,631 | 0,618 | 0,55 < Gd ≤ 0,75 (Alto): Necessidade de intervenção em curto prazo | |

Tabela 9. Grau de deterioração global da estrutura utilizando os métodos de Pantoja et al. [2] e o proposto. De autoria própria.

| Família de elementos | Gdf | | Fr | Gdf × Fr | |
|--|--------------------|----------|-------|--------------------|----------|
| | Pantoja et al. [2] | Proposto | | Pantoja et al. [2] | Proposto |
| Terças | 0,263 | 0,212 | 0,019 | 0,005 | 0,004 |
| Placas Pré-moldadas | 0,366 | 0,328 | 0,038 | 0,014 | 0,013 |
| Diagonais maiores | 0,263 | 0,224 | 0,058 | 0,015 | 0,013 |
| Diagonais menores | 0,000 | 0,000 | 0,058 | 0,000 | 0,000 |
| Montantes | 0,263 | 0,224 | 0,058 | 0,015 | 0,013 |
| Travessas inferiores | 0,317 | 0,271 | 0,077 | 0,024 | 0,021 |
| Travessas superiores | 0,277 | 0,236 | 0,077 | 0,021 | 0,018 |
| Blocos de fundação | 0,600 | 0,607 | 0,077 | 0,046 | 0,047 |
| Contraventamento Superior | 0,263 | 0,224 | 0,077 | 0,020 | 0,017 |
| Contraventamento Inferior | 0,000 | 0,000 | 0,077 | 0,000 | 0,000 |
| Banzos Inferiores | 0,306 | 0,261 | 0,096 | 0,029 | 0,025 |
| Banzos Superiores | 0,276 | 0,235 | 0,096 | 0,027 | 0,023 |
| Pilares | 0,263 | 0,224 | 0,096 | 0,025 | 0,022 |
| Enrijecedores e placas de base dos pilares | 0,612 | 0,603 | 0,096 | 0,059 | 0,058 |
| Gd | | | | 0,302 | 0,273 |
| 0,15 < Gd ≤ 0,35 (Baixo): Necessidade de intervenção em longo prazo. | | | | | |

4. Considerações Finais

O valor encontrado para o Grau de Deterioração Global da Estrutura (Gd), conforme ambos os modelos de grau de dano, bilinear e cúbico, classificou a passarela de pedestres em estudo como nível de baixa degradação, sugerindo a necessidade de intervenção em longo prazo.

Vale ressaltar a importância da análise individual dos elementos, pois pode ser recomendada a intervenção imediata ou em curto prazo apenas em elementos isolados da estrutura, como percebido nas tabelas 7 e 8. Dessa forma, o nível de deterioração de uma estrutura pode ser aceitável do ponto de vista global, no entanto, pode existir a necessidade de intervenção em elementos isolados que apresentam degradação elevada. Dito isto, a recomendação é que sejam realizadas intervenções imediatas nos elementos que se encontram em situações de degradação elevada, como por exemplo as placas pré-moldadas de concreto armado e os blocos de fundação, juntamente com as placas de base dos pilares.

A adoção da parábola cúbica na formulação do grau de dano da metodologia GDE/UnB vem de encontro com a tendência dos novos modelos de degradação da atualidade, se mostrando como uma nova alternativa para a estimativa do grau de dano.

5. Conclusões

Foi possível observar que em ambos os modelos de cálculo do grau de dano, o bilinear e o cúbico, tendem a apresentar resultados similares, atestando o mesmo nível de deterioração e de gravidade para os elementos avaliados. Dessa maneira, ambos os métodos apresentaram resultados que representam a realidade identificada durante as inspeções. Portanto, o modelo cúbico se mostrou uma opção viável para a determinação do grau de dano e consequente estado de degradação da estrutura.

Vale mencionar que os resultados da metodologia GDE/UnB parametrizada devem ser analisados com cautela, por se tratar de um cálculo envolvendo médias, deteriorações elevadas podem ser mascaradas por danos menores. Por isso, os resultados de degradação

dos elementos isolados também devem ser analisados em separado do grau de dano global da estrutura, para que não ocorram conclusões e decisões equivocadas.

A grande vantagem de se utilizar a metodologia GDE/UnB parametrizada é a possibilidade de transformar do grau de dano (D) em fatores de integridade e combiná-los à valores dos índices de confiabilidade de estruturas existente, viabilizando a análise do comportamento da estrutura através de modelagens numéricas e verificação da resistência atual da estrutura, assim como seus deslocamentos. Por isso, a formulação do modelo cúbico do grau de dano (D) visa contribuir como uma alternativa para simplificação do modelo de cálculo, substituindo as duas equações do modelo bilinear por uma única equação.

A metodologia GDE/UnB poderia acrescentar o fator de posição dos danos nos elementos, tornando o cálculo mais específico e levando em consideração a criticidade da existência de um dano em certa região do elemento analisado.

Uma recomendação para trabalhos futuros é a implementação da metodologia cúbica do grau de dano (D) em análises de confiabilidade de estruturas existentes.

Referências

- [1] Porto, N. G. O.; Pantoja, J. C.; Rodrigues, H. P. Avaliação probabilística do nível de segurança e durabilidade de estruturas existentes em concreto armado com base em inspeções. *Brazilian Journal of Development*, ISSN: 2525-8761, Curitiba, v.7, n.8, p. 84999-85010 aug., 2021.
- [2] Pantoja, J. C.; Varum, H.; Henriques, A. A. Metodologia probabilística para avaliação de edificações com estrutura existente em betão armado. Encontro Nacional Betão Estrutural - BE2018, LNEC, 2018.
- [3] Castro, E. K. Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, 1994.
- [4] Marques, M. W. M.; Pantoja, J. C.; Oliveira, A.L. A. Metodologia para Avaliação do Nível de Criticidade de Estruturas Mistas com Modelo de Dano Cúbico. *Anais do XII Congresso internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas - Cinpar 2016*, Porto, Portugal, 2016.
- [5] Boldo, P. Análise quantitativa de estruturas de concreto armado de edificações no âmbito do Exército Brasileiro. Dissertação de Mestrado. Publicação E. DM-001A/02. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil, 2002.
- [6] Tuutti, K. Corrosion steel in concrete. Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm, 1982.
- [7] Gasparetto, A.; Pantoja, J. C.; Ramires, F. B. Metodologia para inspeção e avaliação da segurança e durabilidade de estruturas de concreto armado. *Brazilian Journal of Development*, ISSN: 2525-8761, Curitiba, v.7, n.1, p.4942-4960 Jan. 2021.
- [8] Azambuja, E. B. de C. A torre de Lúcio Costa em Brasília. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil, 2012.

SHM for failure propagation detection in steel truss bridges

Buitrago, Manuel. – ICITECH – Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, e-mail: mabuimol@upv.es

Caredda, Giacomo. – ICITECH – Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, e-mail: gcaredd@upv.es

Bertolesi, Elisa. – Department of Civil and Environmental Engineering – Brunel University London, Uxbridge, UK, e-mail: elisa.bertolesi@brunel.ac.uk

Porcu, M. Cristina. – Department of Civil and Environmental Engineering and Architecture – University of Cagliari, Cagliari, Italy, e-mail: mcporcu@unica.it

Calderón, Pedro A. – ICITECH – Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, e-mail: pcaldero@upv.es

Adam, José M. – ICITECH – Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, e-mail: joadmar@upv.es

Abstract: This study aimed to experimentally and computationally analyse the robustness of riveted steel bridges based on truss-type structures in order to define recommendations for Structural Health Monitoring (SHM). This paper describes a unique case of a 21m full-scale bridge span tested under laboratory conditions with an extensive monitoring system to evaluate structural behaviour and robustness as damage progressed in its elements (See Figs. 1-2). A computational analysis was also included to examine other possible causes not included in the experiment (See an example on Fig. 3). The results proved the structural redundancy of this type of truss structure based on different Alternative Load Paths (ALPs). The study carried out and the extracted recommendations for SHM it produced are now being applied in three similar bridge case studies.

Keywords: Robustness; SHM, steel truss, failure propagation, ALPs

1. Introduction

The Quebec Bridge (Canada, 1907), the I-35 Bridge in Minneapolis (USA, 2007) or the Chauras Bridge (India, 2012), are some historic and recent examples of disproportionate collapse of truss-like railway and road bridges, which involved casualties and economic losses [1–3]. A study carried out in the USA [4] identified the failure of more than 500 bridges over a period of 11 years (1989-2000), 21.3% of which were associated with steel truss-like bridges, thus demonstrating the vulnerability of this type of structure (an average of 9.7 bridges of this type collapsed every year in the USA). Natural disasters, impacts, overloads, structural and design deficiencies, construction and supervision mistakes, or the lack of maintenance or inspection are the main causes of these collapses. They have in common that a local failure triggered a progressive collapse of the whole structure or of a large part of it.

Bridge structures are expected to withstand loads defined in codes (e.g. gravity, wind, snow, etc.); however, these structures may be subjected to extreme events (also called low-probability/high-consequence events) such as hurricanes, tsunamis, explosions, vehicle impacts, fires, human errors, terrorist attacks [5]; or to be exposed to several degradation actions such as corrosion [6] or fatigue [7]. These events can cause the sudden loss of local elements and trigger a cascading failure of the bridge, known as progressive collapse [8].

This paper describes the research team's unique opportunity to study a full-scale steel-riveted truss bridge with the triple aim of: 1) an experimental analysis of its robustness, 2) an extensive parametric computational analysis, and 3) establish Structural Health Monitoring (SHM) recommendations for early failure propagation detection.

2. Description of the case study

The railway bridge studied in this paper was built between 1913 and 1915. Its structure was formed by a series of Pratt type trusses connected by riveted joints. It also had a series of horizontal and vertical braces in the form of St. Andrew's crosses, and longitudinal and transverse beams to locally distribute train loads to the Pratt trusses. The heights of the metal piers varied up to 23.6m, and it had two isostatic spans at each end with a continuous beam in the two central spans. All the supports were hinged with free rotations. One support in each span also had free longitudinal displacement as a roller (A1 for span 1, P1 for span 2, P2 for span 3, P4 for span 4, P5 for span 5 and A2 for span 6). Fig. 1 gives the bridge dimensions and a view of a train passing over it. A more in-depth description can be found in [9] and [10].

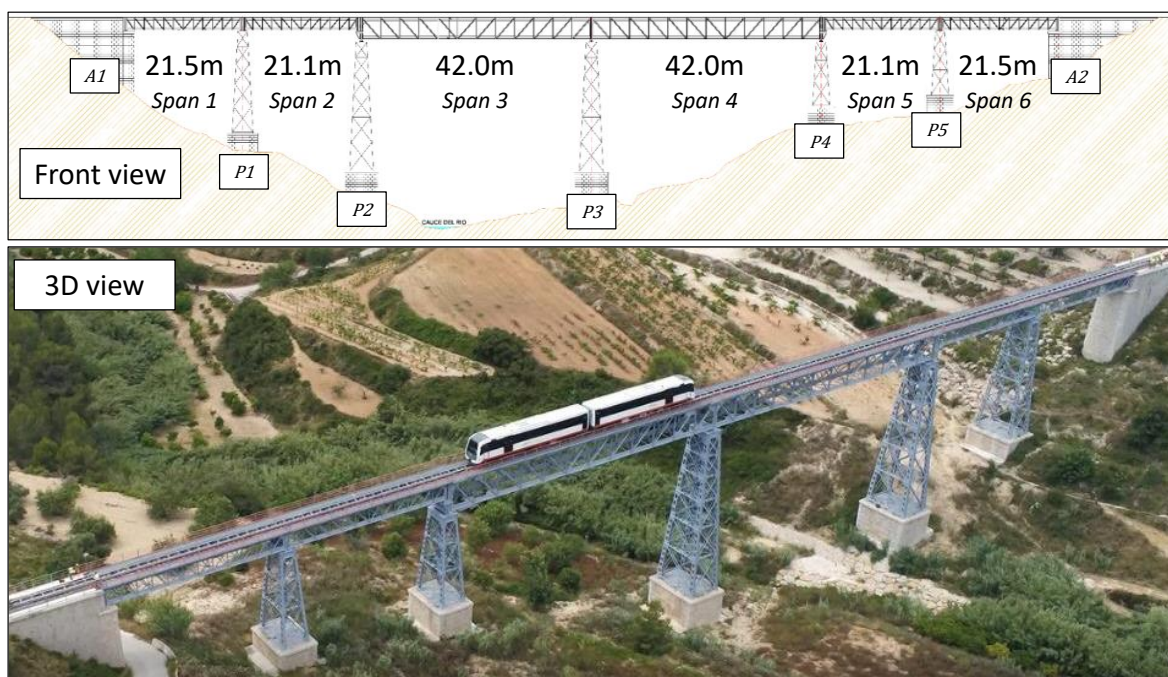


Figure 1. Geometry of the bridge and 3D view.

3. Tests

The laboratory study was carried out on one of the isostatic spans of a twin of the bridge shown in Fig. 1 with the same geometry and year of construction as the one analysed here, which had been in service for the same period of time. Fig. 2 illustrates the complex process of transporting the bridge to the ICITECH laboratories.

The span had the same support conditions as the original bridge. A hydraulic jack was installed with the help of a reaction frame at the centre of the span. The load applied by the jack was distributed to 4 points. The test setup and details of the load distribution system can be seen in Fig. 3.

In the experimental study, damage to D1 and D2 diagonal elements was implemented to study the structural behaviour after activating Alternative Load Paths (ALPs). Each diagonal cross-section was composed of four L-profiles. The series of damage for each diagonal included a cutting of a quarter and a half of an L profile (F/2 and F, respectively), and of complete L profiles progressively (1L, 2L, 3L) until the cutting of a complete diagonal (D). Then, the second diagonal followed the same series of damage until achieving the cutting of diagonals D1 and D2.



Figure 2. The bridge during its positioning.

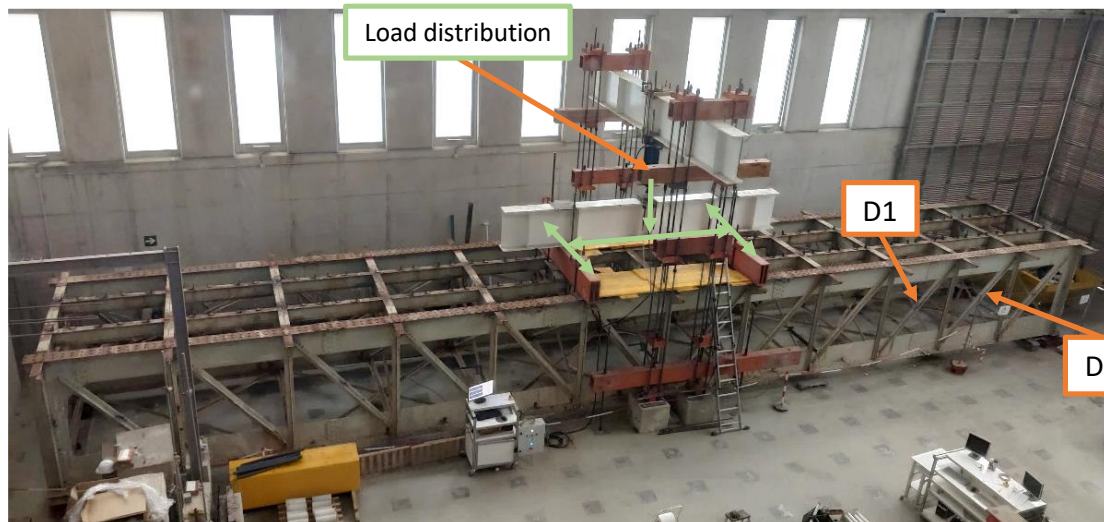


Figure 3. Test setup.

4. Results

After damaging D1 and D2, some interesting results were found on:

- Strain data results: high bending stresses are induced at the level of the upper and lower chords, and also at columns.
- Deflections: Fig. 4 shows the deformed shape of the damaged and the undamaged Pratt truss (damaged and undamaged plane, respectively) during the damage

scenarios. The behaviour of both trusses is markedly different. Deflections measured on the undamaged truss were not affected by the damage sequence with a maximum vertical deflection at mid-span slightly over 25mm. However, deflections on the damaged plane were strongly affected by the damage sequence, starting with the same deflection (25mm) and ending with 40mm at mid-span.

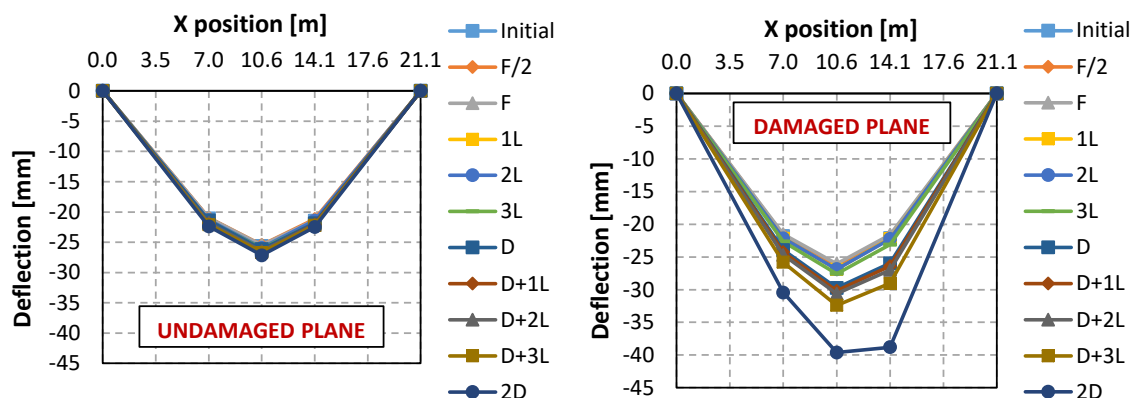


Figure 4. Deflections evolution during the series of damage.

- Vibrational modes: the first frequency corresponding to the vertical vibration mode falls as damage is increased but it is only significant when damage is severe.

In this case the structure, which originally worked basically under axial forces, made use of the structural redundancy of the joints to adapt to the failure of diagonals, as the joints were able to resist high bending moments.

After the experimental study, a parametric computational analysis of the bridge was performed comprising different damage scenarios (DSs) and analysing the structural response of the bridge. In this way, new local failure scenarios were assessed. Those DSs considered were: (i) Upper Transversal beam – UT; (ii) Upper Stringer or longitudinal beam – US; (iii) Lower Chord – LC; (iv) Upper Chord – UC; and (v) vertical Column – C. The Finite Element (FE) model was constructed using ABAQUS Software, with a high accuracy degree, using solid elements, the real geometry of the bridge and the real material properties. In addition, as traffic loads, the real traffic on the lane was considered in different static load steps calculations.

A summary of the results can be found on Figs. 5-9.

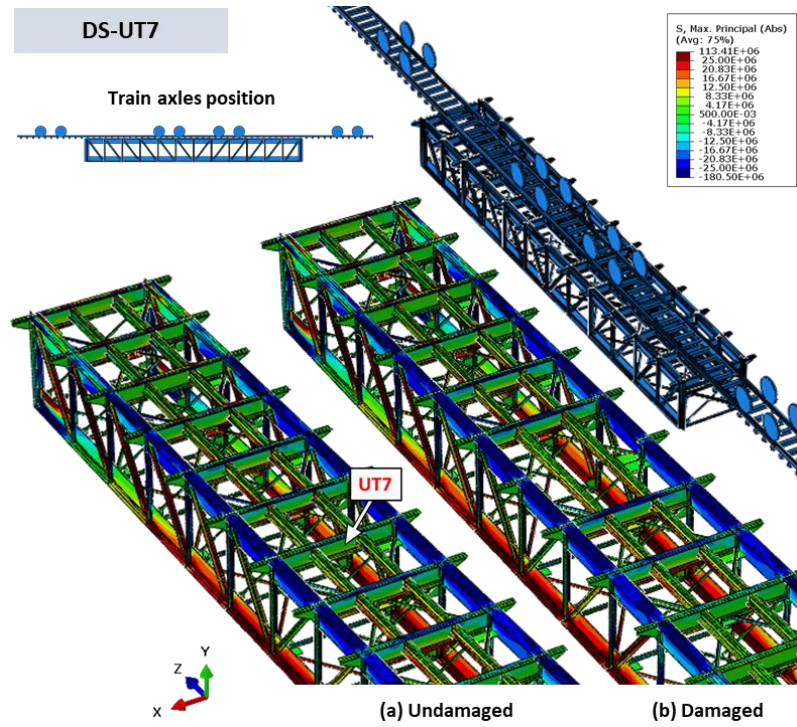


Figure 5. Principal stress contour maps for the removal of an UT. Units: Pa.

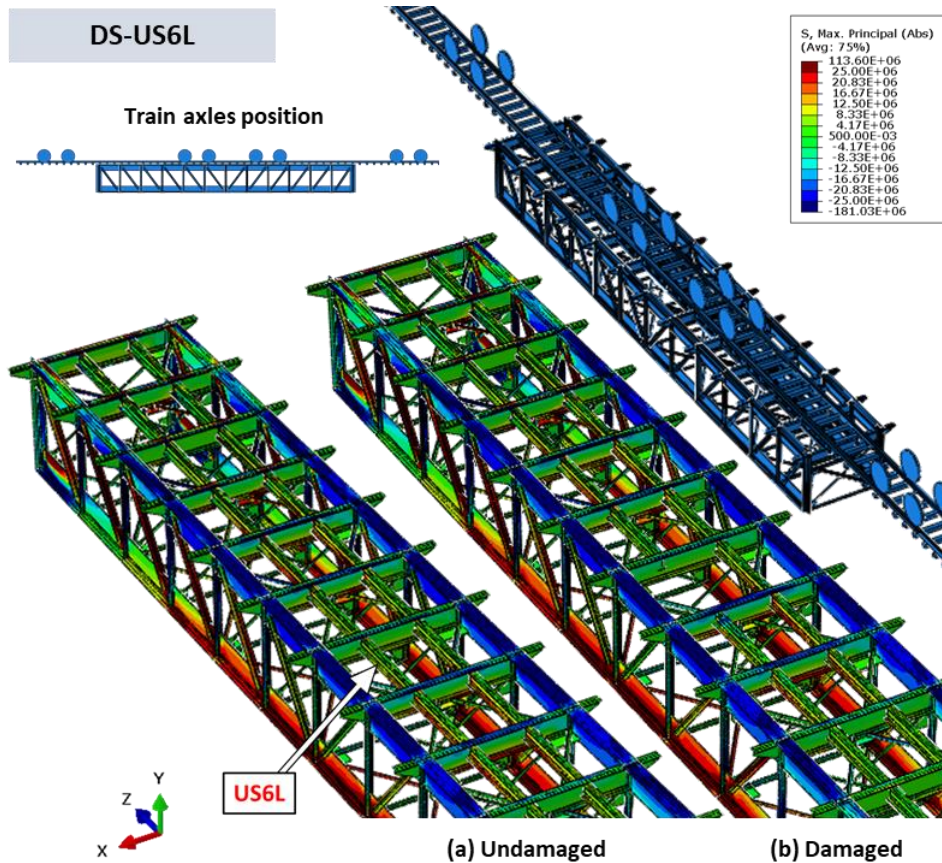


Figure 6. Principal stress contour maps for the removal of an US. Units: Pa.

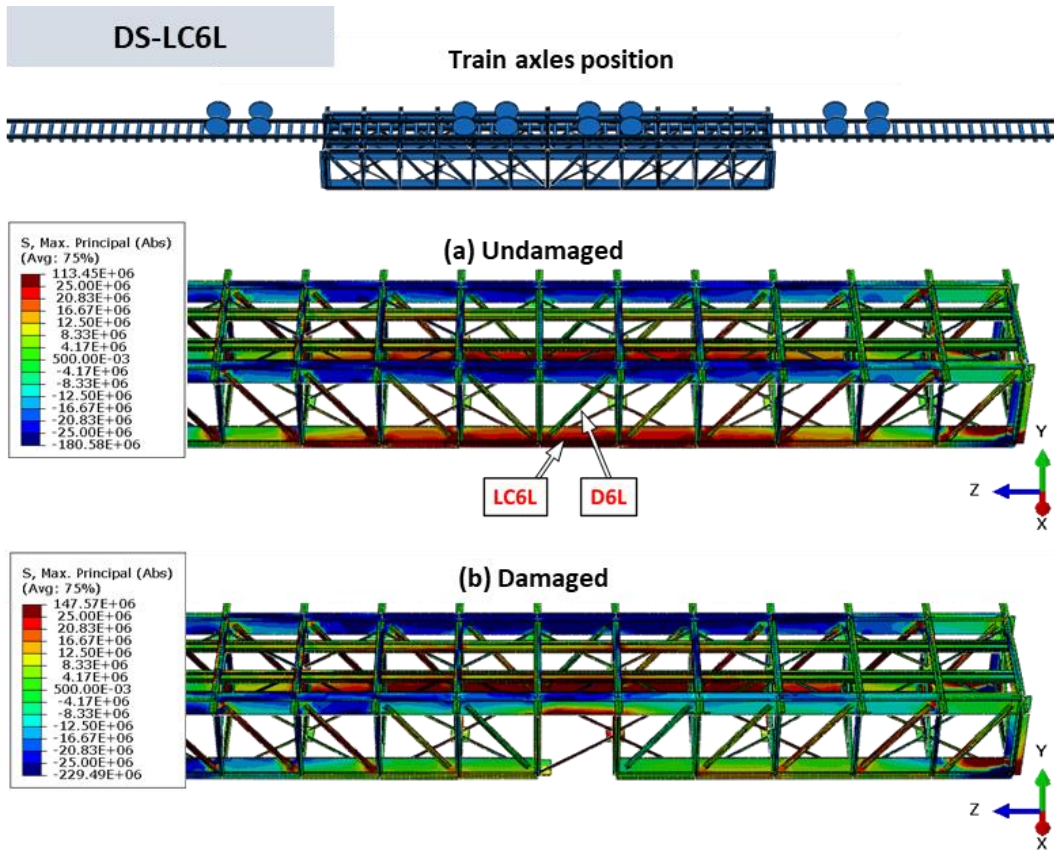


Figure 7. Principal stress contour maps for the removal of an LC. Units: Pa.

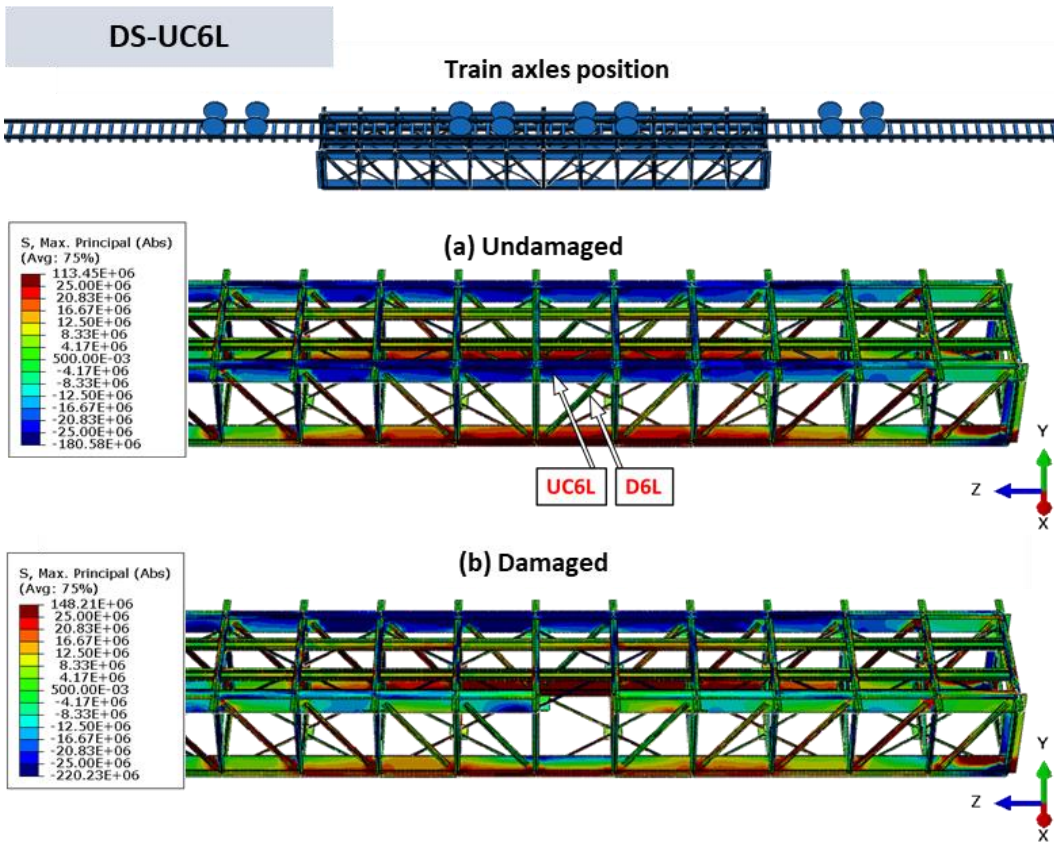


Figure 8. Principal stress contour maps for the removal of an UC. Units: Pa.

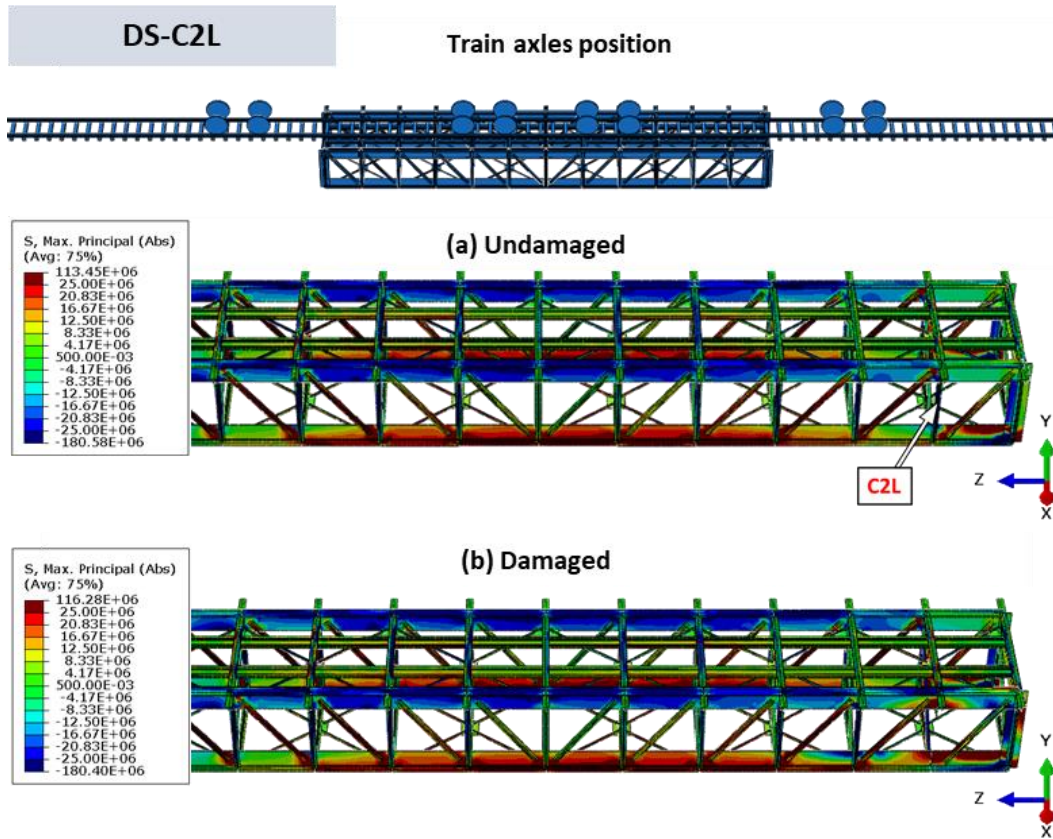


Figure 9. Principal stress contour maps for the removal of a C. Units: Pa.

5. Practical recommendations for SHM

Firstly, strain gauges should be installed at the centre of gravity and the centre of the elements to measure axial loads in truss structures (theoretically, elements are only subjected to axial loads in truss structures). However, other sensor locations are recommended to detect early failures, such as away from the section’s centre of gravity and closer to the joints instead of at the centre. Table 1 gives a summary of all this information with recommendations for conventional monitoring and early failure detection of the different elements.

Table 1. Location of strain sensors.

| Element | Early failure detection | |
|-----------|--|--|
| | General position | Additional details to be measured in case of failure |
| Chords | <u>Section</u> : far from the center of gravity. | Compression and tension increments in the top and bottom chords, respectively. |
| Diagonals | | Tension increments. |
| Columns | <u>Position</u> : close to a joint. | Compression increments. In the point of an external element closer to the center of the bay. |

Secondly, it is also recommended to monitor deflections by any of the different methods, for example topography or LVDTs. As in conventional monitoring, it is generally enough to measure deflection at one point at mid-span, although early failure detection may require monitoring deflection at other points. Full monitoring can be carried out by measuring deflection at two points at mid-span and at a quarter and three quarters the length of the span (4 extra points). This is important to identify the site of the failure.

6. Conclusions

This paper described an experimental and computational study of the robustness of a steel riveted truss bridge on getting the opportunity to lab-test a full-scale bridge span. From this test and the subsequent numerical analysis, the following conclusions were obtained:

- The structure, theoretically with truss-type behaviour, had structural redundancy based on the joints' capacity to absorb bending moments.
- The structure was able to find effective alternative load paths (ALPs) and changed its original function to be able to withstand the new distribution of the loads. These ALPs were limited by the structural load levels until some of the elements initiated plastic behaviour.
- A set of practical recommendations were made for SHM with the aim of identifying early failures. These recommendations were provided for different parameters (strains, deflections), and the type, location and number of sensors for a structure.

In future work, a further validation will be made with the data of three real case studies on different railway bridges in which an ambitious monitoring system was installed.

Acknowledgements

We would like to express our gratitude to the *Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana* (FGV), Calsens company and Juan Antonio García Cerezo, of FGV, for their invaluable cooperation and recommendations.

References

- [1] Deng L, Wang W, Yu Y. State-of-the-Art Review on the Causes and Mechanisms of Bridge Collapse. *J Perform Constr Facil* 2016;30:04015005. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000731](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000731).
- [2] National Transportation Safety Board. Collapse of the I-5 Skagit River Bridge Following a Strike by an Oversize Combination Vehicle in Mount Vernon, Washington May 23, 2013. Washington D.C.: 2014.
- [3] Birajdar HS, Maiti PR, Singh PK. Failure of Chauras bridge. *Eng Fail Anal* 2014;45:339–46. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2014.06.015>.
- [4] Wardhana K, Hadipriono FC. Analysis of Recent Bridge Failures in the United States. *J Perform Constr Facil* 2003;17:144–50. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0887-3828\(2003\)17:3\(151\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0887-3828(2003)17:3(151)).
- [5] Cha EJ, Ellingwood BR. Risk-averse decision-making for civil infrastructure exposed to low-probability, high-consequence events. *Reliab Eng Syst Saf* 2012;104:27–35. <https://doi.org/10.1016/J.RESS.2012.04.002>.
- [6] Colajanni P, Recupero A, Ricciardi G, Spinella N. Failure by corrosion in PC bridges: a case history of a viaduct in Italy. *Int J Struct Integr* 2016;7:181–93. <https://doi.org/10.1108/IJSI-09-2014-0046>.
- [7] Zhuang M, Miao C. Fatigue reliability assessment for hangers of a special-shaped CFST arch bridge. *Structures* 2020;28:235–50. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.08.067>.
- [8] Starossek U. Avoiding disproportionate collapse of major bridges. *Struct Eng Int*

2009;19:289–97. <https://doi.org/10.2749/101686609788957838>.

[9] Bertolesi E, Buitrago M, Adam JM, Calderón PA. Fatigue Assessment of Steel Riveted Railway Bridges: Full-Scale Tests and Analytical Approach. *J Constr Steel Res* 2021;182:106664. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2021.106664>.

[10] Buitrago M, Bertolesi E, Calderón PA, Adam JM. Robustness of steel truss bridges: laboratory testing of a full-scale 21-metre bridge span. *Structures* 2021;29:691–700. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.12.005>.

Three in one. A step towards a rehabilitation 4.0

Bentes Isabel – UTAD / CMADE, Vila Real, Portugal, ibentes@utad.pt

Pinto Jorge - UTAD / CMADE, Vila Real, Portugal, tiago@utad.pt

Pereira Sandra - UTAD / CMADE, Vila Real, Portugal, spereira@utad.pt

Teixeira Carla – Módulo Curioso, Gabinete de Arquitetura, Lamego, Portugal
geral@arquitetacarlateixeira.pt

Paiva Anabela - UTAD / CMADE, Vila Real, Portugal, apaiva@utad.pt

Abstract: This paper intends to share some adopted technical building solutions during the rehabilitation process of an ancient house in the city centre of Lamego, Portugal. This building presented a level of conservation of ruin. It was a dwelling, and it had inferior construction quality. However, it is located in the historic part of the city, just near the Lamego castle. Its rehabilitation had to comply with the requirements imposed by the regulations of this historic area and be approved by the General Directorate of Culture and a mandatory archaeological study. Therefore, its rehabilitation was worth and required to evaluate that critical area of Lamego city. In order to have a profitable project, a three-floor building (a flat per floor) was built. At the same time, it was intended to change the utilization of the building from dwelling to touristic accommodation. These options were very challenging because of the limitation of the area and its location. As a result, steel and glued laminated timber structural solutions were considered, specific insulation solutions were performed, and some remote-control solutions were adopted. This case study may give some guidance for reaching rehabilitation 4.0.

Keywords: Rehabilitation, case study, traditional construction, rehabilitation 4.0

1. Introduction

Rehabilitation is a wise option because it can be profitable, preserve cultural identity, and be sustainable. It gets even more interesting when reusing materials is also possible.

The rehabilitation of the city centres is already a common practice nowadays. In these cases, the lack of space of the construction sites, the difficult accessibilities, the limitation of storing building materials and the short deadlines are some constraints that require new building approaches.

In a rehabilitation process, each building is a specific case that requires special attention considering its particularities, such as the building characteristics, the level of conservation, and the new layout, among other aspects.

A rehabilitation process generally requires more building steps than a new one, for instance, inspection, evaluation of the integrity of the elements, demolition, and retrofitting, maybe some of these building steps. Considering the stage of degradation, the fact that the building may be abandoned and the limited accessibility, the complexity of these works may increase sharply. These constraints may require alternative solutions.

On the other hand, all these solutions may also be sustainable orientated [1-6].

In this context, adopting environmental friendly options may be the critical step. Some possibilities are maintaining, reusing, applying natural building materials, and reducing

water and energy consumption. In addition, considering new building processes such as prefabrication of some elements according to the viability of the transportation to the place may also be adequate alternatives. Complementary, also considering the automation of the rehabilitated building towards a remote-control process may also be an essential solution to adopt for easy and practical use of buildings.

The application in buildings, the advances in digital technologies, and the development of communications and automation lead to the emergence of increasingly intelligent buildings. These technologies can act in terms of heating/cooling, ventilation, alarm, and lighting systems, among many others, promoting comfort, safety and, above all, economy, satisfying the needs of its occupants without the need for intervention on their part [7].

The larger-scale production of intelligent building technologies means that these equipment begin to reach the market at very affordable prices. The construction of intelligent buildings is not yet widespread. However, we have already found the implementation of some technological advances in many buildings, especially with the use of remote control via mobile phones or computers, and we are moving towards the design of fully intelligent and sustainable buildings, namely in terms of water consumption, energy, air quality, acoustic comfort, among others [8,9].

The "4.0" concept can be very relevant in the sustainability of building rehabilitation, and considering the European objectives of completing Europe's digital transformation by 2030, this transformation will take place very soon. The use of digital technologies in the rehabilitation industry that allow the integration of projects from the various specialities, the sensing, monitoring and collection of a large amount of data related to relevant parameters to the proper functioning of structures and buildings will make it possible to automate tasks, both in terms of its construction and in terms of its functioning. Furthermore, wireless communications allow a lot of technology and automation in buildings to be rehabilitated in a non-intrusive way. Thus, the advancement of technology associated with rehabilitation 4.0 will bring more quality to the final product, improve productivity, continuous monitoring of energy consumption and allow to collect of relevant data for the proper functioning of the building as well as safer work environments and less physically intense work, helping companies to act in an environmentally, socially and economically sustainable way [10].

This paper intends to contribute to the above aspects by presenting a case study of a rehabilitation process. After this introduction, the building of the study case is presented, followed by the building constraints. Some adopted structural, and building detail solutions are introduced. A brief description of the remote-control option is also considered. It is not an intelligent building, but it already has some technology that makes the building much more accessible to explore as a touristic accommodation. Finally, the main conclusions are presented.

It was possible to build a block of three flats for touristic accommodation from a tiny old dwelling. The rehabilitation design required additional concerns to gain space, which requires thinking and designing all the details. The adopted structural solution contributes to this aspect and the overall sustainability of the rehabilitated building. It can be disassembled and reused in another project.

2. Study case building

As it was stated above, the building used as a study case in this research work is located in the city centre of Lamego, Portugal. It is located in the historical part and next to the castle,

Figure 1.a. The building corresponds to a typical dwelling of three floors (basement, ground floor and first floor); additional information can be obtained in [11]. Figure 1.b shows one façade of this building in which the first floor is covered with yellow steel sheets. As usual in this region [13-13], the main exterior walls are granite masonry walls, and some of them, on the upper floor, are in *tabique*. The partition walls are also in *tabique* Figure 1 c. The pavements and the roof are built with timber Figure 1d. Figure 2 complements this description. It is convenient to add that *tabique* is a traditional Portuguese building technique in which a timber frame covered with an earth-based material is used to build vertical elements such as walls.



a) Location



b) Main façade



c) Tabique wall



d) Roof in Timber

Figure 1. The case study building

3. Building constraints

There were several rehabilitation constraints in this case.

From Figure 1, it is possible to understand that the building is placed in between two other old buildings. On the left and right sides, there is another dwelling in use and a ruin, respectively. Therefore, the rehabilitation process may put them at structural risks, such as cracking formation or even a collapse.

At the same time, the respective road is very tiny (Figure 1.b), and heavy vehicles are not allowed to reach the building making it difficult to transport materials.

In addition, the building faces the street and does not have a garden. Thus, there is no space for the construction site.

On the other hand, the lousy level of conservation of the building also difficult the construction process (Figure 1 b to d and Figure 2.a). The timber structural elements were significantly damaged due to the rainwater, the attack of insects, the ageing effect and the lack of maintenance or conservation measures (Figure 1.d). There was no practical possibility of repair. The quality of the granite masonry walls was not the best. The granite showed inevitable deterioration, the size of the granite units was small, and the granite wall of the frontal façade was built on the castle wall, Figure 2.b. At the same time, in Figure 2.b, it is possible to see the lateral walls that are also part of the adjacent buildings. The lateral wall of the right side is a granite masonry wall on the ground floor, and it is *tabique* on the upper floors (ground and first floors). On the other hand, the lateral wall of the left side is a granite masonry wall. Both lateral walls show signals of deterioration and a lack of verticality.

From Figure 2, it is also possible to realize the small scale of the available space for the construction.



Figure 2. Demolition and removal of the demolition waste

4. Some adopted structural and building detail solutions

Based on the above considerations, there were several challenges in order to be able to achieve the objective of transforming this dwelling into a three-floor block of flats. Each flat includes a living room with a kitchenette, a bedroom and a bathroom.

The lack of space, the bad accessibilities, the work deadline, the construction impositions at the architecture and materials level once it is placed in a historical area, the price and sustainability were key aspects to consider in all the decisions.

In terms of the structural solution, a steel frame structure was adopted with columns and beams with bolted connections, Figure 3. The steel structural elements were prepared in a factory and assembled at the construction site. Considering the steel's strength, the size of the cross-section of the elements was relatively small compared with other alternative

structural solutions, such as reinforced concrete. Thus, there was a space gaining. Considering that the structure arrived prepared, there was also a gain in terms of building time consumption, and it also solved the lack of a construction site. Considering that the connections are bolted, it is pretty simple to disassemble the steel structure and reassemble it in case. In this building scenario, there is a contribution in terms of circular economy and sustainability. At this stage, it is also worth mentioning that the lack of verticality of the lateral walls (Figure 2.b) required surveying to help define the exact dimensions and the precise location of the steel structure to cope with this geometric problem.

Glued Laminated Timber was also used in the pavements (Figure 3.b) and roof (Figure 6.b). In this case, the glued laminated timber structural elements (beams and boards) were prepared before arriving at the building site. Glued laminated timber beams were supported on the steel beams. Their assemblage was easy and not time consumptions. With this option, there was also a gain in terms of space (height) and in terms of work time consumption. It also allows disassembly and reassembly, contributing to a circular economy and a sustainable strategy.

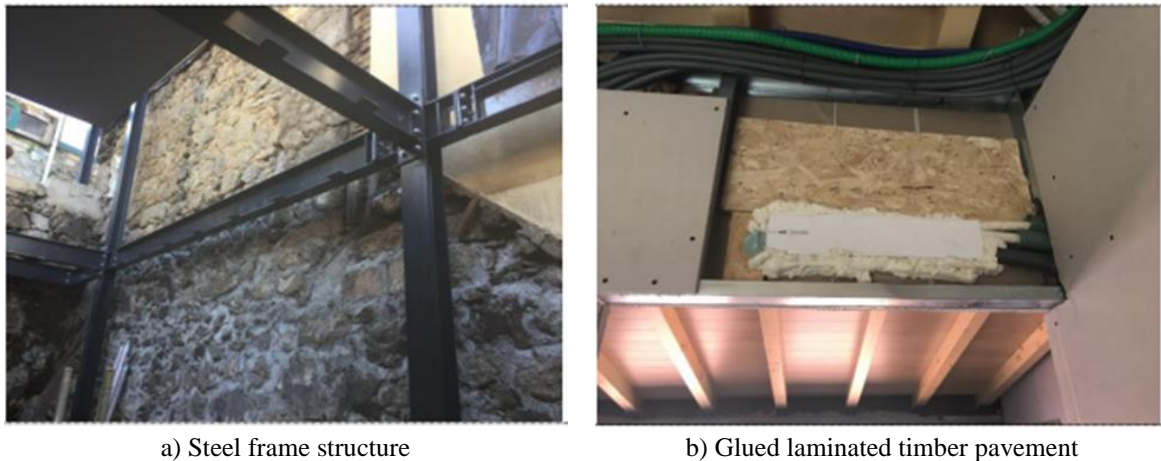


Figure 3. Adopted structural solutions

Access to each flat was also a complex architectural and structural challenge. The basement flat's access is independent and direct from the backside road. On the other hand, access to the ground floor and the first floor of the flat is done by a standard stair. In order to guarantee the above achievements, a steel solution was also chosen (Figure 4.a).

There were areas of the pavements where the glued laminated timber elements were replaced by steel sheets (Figure 4.b) and reinforced concrete. These areas are related to the kitchenettes and bathrooms where there are water installations.



a) Steel stairs

b) Steel sheet

Figure 4. Additional adopted structural solutions

Following the same strategy, the interior partition walls were built using double plasterboard, Figure 5.a. The speed of execution and the gain of space were also the main reasons for this choice. The insulation of the pavements also followed this trend, Figure 5.b. In this case, a set of building elements were applied according to the detail in Figure 6.



a) Interior partition walls

b) Floor insulation

Figure 5. Adopted building solutions

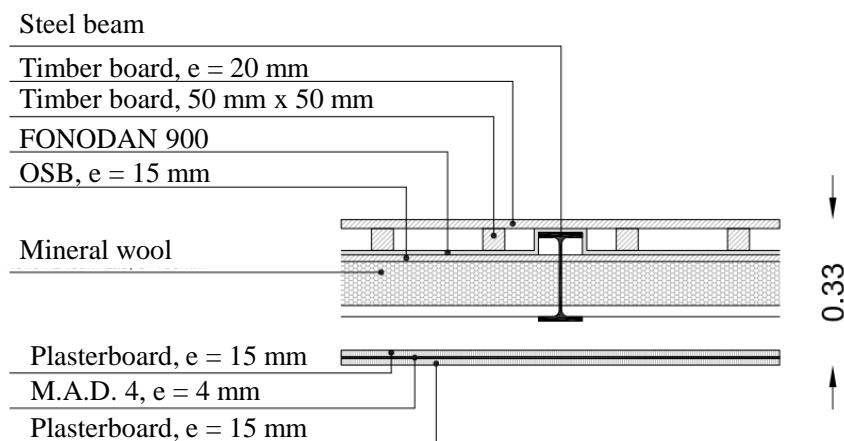


Figure 6. Insulation of pavement solution detail

In terms of thermal insulation, there was also the same concern. Therefore, Styrofoam sheets were applied on the outer face of the exterior walls (Figure 7.a), and insulation sprayed foam was applied on the inner face of the exterior walls, Figure 7.b.



Figure 7. Thermal insulation of walls

From Figure 7. it is also possible to notice other architectural buildings that were related to the windows in the wall of the left side dwelling adjacent to the building of the case study. These windows are placed just above the roof level, restraining any change in the overall height of the rehabilitated building. Therefore, it was required to use the height of the roof in the top floor flat, Figure 8.

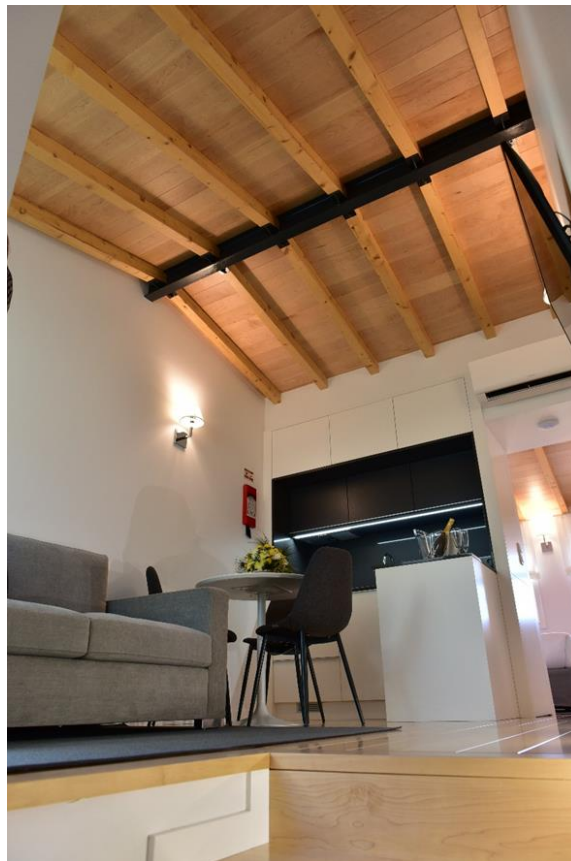


Figure 8. Top floor flat

5. Remote control options

In this rehabilitation process, other technical aspects were also concerned with the usage of the rehabilitated building during its lifetime that required additional care. It is not a smart house, but it uses some technology to reduce energy costs, increase comfort and facilitate the management like touristic accommodations, since its management privileges the use of self-check-in. For instance, to have a more efficient energy rehabilitated building, the air conditioning system of each flat is remote controlled. It is possible to switch (on or off) the air conditioning devices using an online platform, Figure 9. It is also possible to know the temperature of each flat remotely. The light system is also remote controlled as well as the ventilation. In this way, it is possible, without going to the place, to turn on the air conditioning before guests arrive, to have a cosy atmosphere. It is also possible to turn off all or part of the electrical system, namely the sanitary hot water heating systems when guests leave the apartments.

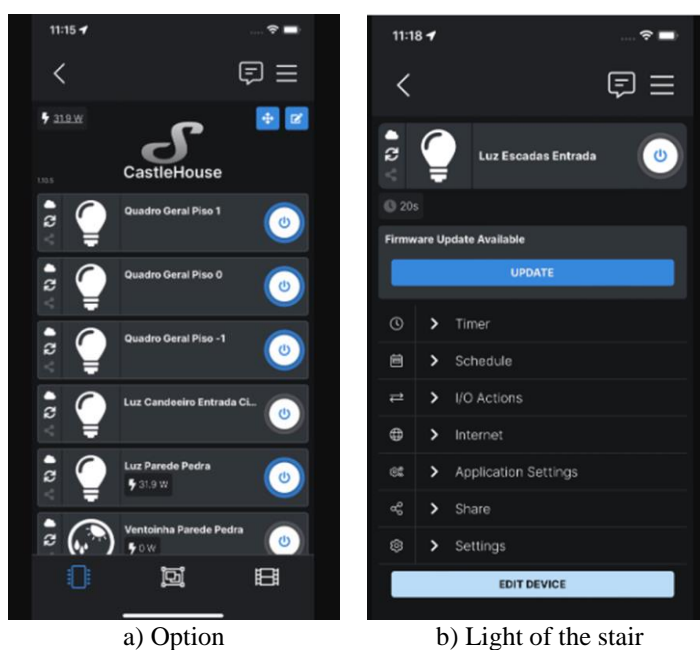
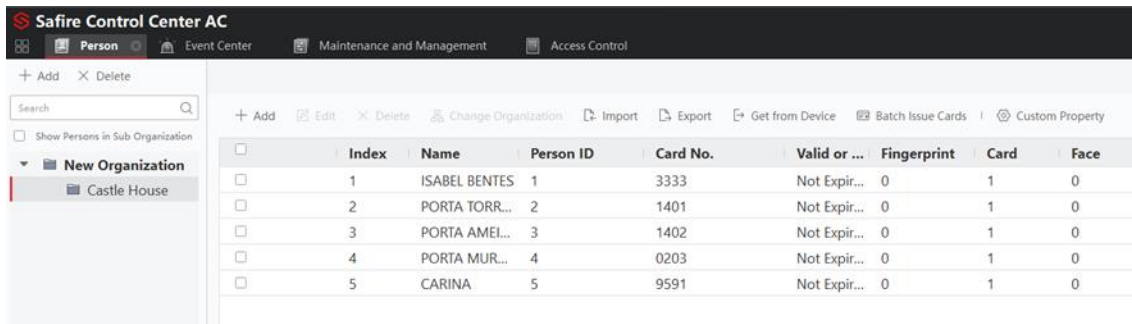


Figure 9. Remote control platform

The apartments were designed to have the least face-to-face contact with guests, on the one hand, because there is a growing trend in the market for this tourism option, freeing people from rigid check-in hours or the presence of employees. All contacts are being made through digital media. In this case, the reduced number of apartments and the lack of reception space would make the project unfeasible. Because of it, the key to the entrance of the flats is also digital and online controlled [14]. The access entrance code is defined and delivered online, Figure 10. The respective key is shown in Figure 11.a.



| Index | Name | Person ID | Card No. | Valid or ... | Fingerprint | Card | Face |
|-------|---------------|-----------|----------|--------------|-------------|------|------|
| 1 | ISABEL BENTES | 1 | 3333 | Not Expir... | 0 | 1 | 0 |
| 2 | PORTA TORR... | 2 | 1401 | Not Expir... | 0 | 1 | 0 |
| 3 | PORTA AMEL... | 3 | 1402 | Not Expir... | 0 | 1 | 0 |
| 4 | PORTA MUR... | 4 | 0203 | Not Expir... | 0 | 1 | 0 |
| 5 | CARINA | 5 | 9591 | Not Expir... | 0 | 1 | 0 |

Figure 10. Access entrance code

In addition, the blackout curtains are also remote-controlled. The respective device is shown in Figure 11.b, and information for guests, such as Wi-Fi access and rules for using the house, among others, is available through a QR code.

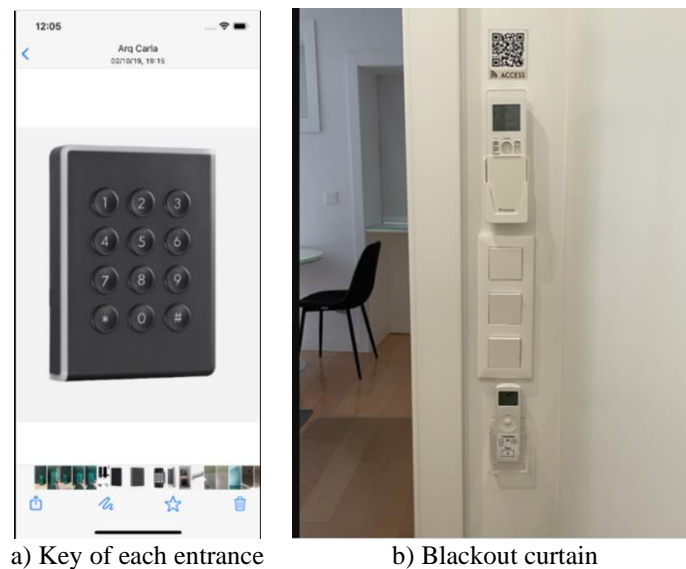


Figure 11. Control devices

With this technical solution, it was possible to obtain a more technological rehabilitated building and take a step toward construction 4.0 and an intelligent building approach.

6. Conclusions

The project was done successfully, considering the constraints of the location. The demolition was done without putting at risk the attached buildings. The adopted steel and glued laminated timber structural elements were ideal because they allowed them to gain space, speed up the building process, and simplify the construction site. At the same time, they can be disassembled and reused afterwards. The sound insulation solution also worked well because it met its purpose and reduced space. The remote-control options such as thermal control, ventilation control and access to accommodations have shown interest because they are energetically more efficient, less time-consuming and more convenient. Therefore, this building process seems to meet some strategic goals of rehabilitation 4.0 and intelligent buildings.

Acknowledgements

This work was supported by the FCT (Portuguese Foundation for Science and Technology) through the project UIDB/04082/2020 (CMADE).

References

- [1] Rand, A., Bragança, L., (2019). Economia circular no setor da construção: os edifícios como banco de materiais, *Revista Edifícios e Energia*, dezembro 2019.
- [2] Pérez, G., Rincón, L., Vila, A., González, J. M., & Cabeza, L. F. (2011). Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. *Applied Energy*, 88:12, 4854-4859.
- [3] Perini, K., Ottelé, M., Haas, E. M., Raiteri, R. (2011) Greening the building envelope, façade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology* Vol.1, No.1, 1-8.
- [4] Agência Portuguesa do Ambiente (2019) Resíduos de Construção e Demolição- Resultados 2018 e Evolução 2016-2018. <https://apambiente.pt/residuos/residuos-de-construcao-e-demolicao>.
- [5] Schultmann, F. (2005) - Deconstruction and materials reuse: an international overview. Report 2 - Deconstruction in Germany. CIB Report. Publication 300: ISSN 90-6363-044-1.
- [6] COUTO, Armanda Bastos; COUTO, J Pedro; TEIXEIRA, José M Cardoso (2006) - Desconstrução: Uma ferramenta para a sustentabilidade da construção. Seminário NUTAU - Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade.
- [7] Kim, D.; Yoon, Y.; Lee, J.; Mago, PJ; Lee, K.; Cho, H. Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend. *Energies* 2022, 15, 4278. <https://doi.org/10.3390/en15124278>.
- [8] Tang, F. 'Tourism Smart Building Condition Monitoring Platform based on Cloud Storage Data Center', 2022 6th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI), 2022, pp. 926–930.
- [9] Cardoso, Pedro J.S., Cabrita, C., Cruz, D., Pinto, N., Monteiro, Jânio, Semião, J., Ramos, C., & Rodrigues, João M.F. (2020) Monitoring, Predicting, and Optimizing Energy Consumptions: A Goal Toward Global Sustainability, Chapter 5 in *Smart Systems Design, Applications and Challenges* (pp. 80-107), IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-7998-2112-0.ch005.
- [10] Marco Casini. *Construction 4.0 : Advanced Technology, Tools and Materials for the Digital Transformation of the Construction Industry*. Duxfoird: Woodhead Publishing, 2022. ISBN 9780128217979. Disponível em:<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edsebk&AN=2905106&lang=pt-pt&site=eds-live&scope=site>. Acesso em: 21 jul. 2022.
- [11] Carla Teixeira, António Moutinho, Isabel Bentes (2018). Reconstruction of "The Castle House" in Lamego. *Proceedings of the 8th International Conference on Safety and Ductility of Structures. ICOSADOS 2018*. May 23-25, LLU, Latvia.
- [12] Pinto, J.; Varum, H.; Cruz, D.; Sousa, D.; Morais, P.; Tavares, P.; Lousada, J.; Silva, P.; Vieira, J. (2009) - Tabique Construction Characterization in Douro North Valley, Portugal: A First Step to Preserve this Architectural Heritage - 2nd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability (URES'09) - Environmental

Science and Sustainability - Proceedings published by WSEAS Press (printed and in CD), Editors: Manoj Jha, Charles Long, Nikos Mastorakis, Cornelia Aida Bulucea, ISBN 978-960-474-136-6, ISSN 1790-5095, pp. 48-53 - Baltimore, USA, 7 a 9 de Novembro de 2009.

[13] José Padrão, Jorge Pinto, António Arede, João Guedes (2022). The Role of Metallic Connections in the Global Behavior of Timber Frame Structural System of Tabique Walls. Springer. PROHITECH 2021, LNCE 209, pp. 1066–1080.

[14] Ramos, C. M., Andraz, G., & Cardoso, I. (2020). The Role of ICT in Involving the Tourist and in Sustainability of Tourism Destinations. In V. Ratten (eds.) (2020) Technological Progress, Inequality and Entrepreneurship, on Entrepreneurship, Structural Change and Industrial Dynamics, (pp. 29-45). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-26245-7_3 (ISBN 978-3-030-26244-0).

Catastrophic Destruction of the Cultural Heritage of Odessa, XX-XXI c.c

Nadiia Yeksarova, Odessa State Academy of the Civil Engineering & Architecture, Odessa, Ukraine,
eksareva@gmail.com

Vladimir Yeksarov, Odessa State Academy of the Civil Engineering & Architecture, Odessa, Ukraine,
va.eksarev@gmail.com

Andrii Yeksarov, Master Degree, M.Arch. The Architecture of Building and Structures eksarev@gmail.com

Abstract: The article considers the aspects of the catastrophic loss of the richest cultural heritage of Odessa as a result of aggressive forms of conflicts of interests and values. At the end of the 19th century the port city of Odessa has become one of the socio-economic, trade and cultural centers of the world scale. During its existence, Odessa has experienced many social upheavals and hostilities - the First World War, the October Revolution, the Civil War, the Second World War and ... the military conflict of 2022. As a result of these social and armed conflicts, terrorist acts of vandalism, priceless cultural monuments of Odessa were lost, constituting the spiritual and historical memory of the development of a multinational people (more than 130 nationalities). Brief periods of peace were accompanied by difficulties in preserving artistic and historical values. The active development of the restoration school in Odessa took place after the large-scale destruction of the city in 1941-1944. Currently, there is also an active discussion, development of directions, the concept of urban recovery, restoration of architectural monuments in Ukraine. Culture, Beauty and Knowledge are the most effective means of ending armed conflicts, which was also recorded in the Washington Treaty, 1935 and later in the Hague Convention, 1954.

Keywords: Cultural heritage, social upheavals, military destruction, Odessa, 20th and 21st centuries.

"... it's spiritual values alone that mankind will live on." N. Roerich

1. Introduction

For a long time, the word "peace" in Cyrillic had two letter styles and two meanings: "миръ" - "universe, people", and "миръ" - an antonym to the word "war". "Peace" is not only a peaceful life without war, but also that community, that unity to which people should strive. Peace is the life of a people not at war.

War is a fatal diagnosis for any civilization. War, as a phenomenon of organized collective violence, is one of the manifestations of relations between human societies or power structures within society. Before our eyes, spiritual shrines, centers of culture and knowledge are being criminally destroyed, regardless of their religious and national affiliation. Today, many feel insecure as the world is rapidly changing. Not only radical changes in foundations are important, but the very fact of awareness of change.

Heritage is a phenomenon of spiritual life, way of life, inherited, adopted from previous generations. Historical and cultural heritage includes material and spiritual values created in the past and important for the preservation and development of the identity of the people, their contribution to world civilization. Immovable objects of historical and cultural heritage (monuments of history and culture) constitute its material basis and form the historical and cultural national environment. N. Roerich proposed the creation of the World League of Culture: "We are tired of destruction and mutual misunderstanding. Only

Culture, only the generalizing concepts of Beauty and Knowledge can return to us the common human language. This is not a dream! This is an observation of the experience of forty-two years of activity in the field of culture, art, science” [18].

Historical memory is also a value, it plays a key role in the national formation of states. Whereas the state itself is interested in the policy of forming new values and attitudes in public opinion. Clearly a conflict of values is superimposed on a conflict of interest. These processes have a serious impact on current politics, on the political stereotypes of states and peoples, and lead to a conflict of national historical narratives. Sometimes this results in real wars.

Giving priority to the preservation of cultural heritage on the international agenda opens up great opportunities for intercultural communication. These and many similar problems make this study of the causes, extent of destruction and loss of the cultural heritage of Odessa relevant.

2. The beginning of the 20's - a series of wars, revolutions in Odessa

The way of thinking of the era - worldview, spiritual and moral guidelines, values and public consciousness, the so-called "noospheric intelligence" - actually outpaced the development model of Odessa, its genetic code. The main idea of the founders of the city, the "essential" core, the scenario in the process of modeling the urban environment-phenomenon of Odessa was the priority development of culture [25]. The port city, founded in 1794, has become the largest cultural center of the Northern Black Sea region in less than half a century, and its geopolitical advantage has made it possible to establish close international contacts in the field of culture and art. The cultural atmosphere and traditions of the multinational city, combining intelligence, cosmopolitanism, kindness, humor and tolerance, determined the originality of its mentality (Fig.1,2).



Figure 1. Boulevard staircase, arch. Boffo, 1825

Figure 2 View of the Opera and Ballet Theater from Richelievskaya Street, 1887

By the autumn of 1914, the situation on the Black Sea had escalated, creating a direct threat to the port cities of Odessa, Novorossiysk, and Sevastopol. The vulnerability of the city from the sea required the adoption of special measures - minefields were hastily created. Unfortunately, at the present time, minefields also pose a threat to shipping across the Black Sea... Odessa was the closest rear of the Romanian Front and the forward base of the Black Sea Fleet. Economic problems, the collapse of the army, political tension, and the destruction of the tsarist police led to an unprecedented surge in crime, anarchy and robbery. Art objects were exchanged for food. Not only people were affected, but actually

man-made green spaces of the city, created in the harsh conditions of the steppe climatic zone, were massively cut down for heating.

The First World War brought incalculable losses, disasters and suffering to the peoples (Fig. 3). The terrible result of the war is about 30 million killed and maimed people. In this war, technical and scientific innovations in military equipment and even chemical weapons of mass destruction were first used. The First World War is considered "the original catastrophe of the twentieth century", it marked the beginning of an era of violence and totalitarianism. For more than four years, European countries have been immersed in the military daily routine of destruction, costs and losses. Odessa became a victim of a pirate attack by the Turkish fleet. (Fig.4).



Figure 3. Desastres de la Guerra, Goya



Figure 4. Attack of Turkish destroyers on the port of Odessa, October 1914

The war had an impact on the socio-economic and political processes, and most importantly, it determined the key aspects of the psycho-mental state of the wartime society. The “Lost Generation” appeared precisely after this war because people did not understand what they were going to die for. The state and feelings of those who returned from the front are well conveyed in E. Remarque's novel *The Black Obelisk* [17].

World War I was the first global information! and ideological opposition. States have unlimited possibilities for manipulating mass consciousness. The survivors were aware of the absurdity of militaristic propaganda [7]. The Treaty of Versailles marked the end of the era of empires. In fact, this war became the prelude of World War II... Social upheavals - the First World War, the revolutions of 1905 and 1917, the civil war - led to fundamental political changes in the country: terror, devastation, famine, epidemics and economic decline in all sectors. The destroyed housing stock, industrial enterprises and the transport system of Odessa and the region needed to be restored.

At least six sides took part in the civil war in Odessa - the troops of Atlanta, Germany, Austria-Hungary and France, separatists of various kinds, each of which pursued its own interests. The activities of various bandit formations actually amounted to armed robbery of the civilian population.

Period 1917-1921 in the south-west of the former Russian Empire was characterized by a number of acute conflicts in the struggle for power and a change in the national-state structure between various political, national and social groups. The power in the city changed many times - the Odessa Soviet Republic; the occupation regime of the Austro-German troops; military intervention of the Entente countries, the Armed Forces of the South of Russia, and finally, the power of the Bolsheviks in February 1920.

According to the trade unions of Odessa on January 1, 1919, unemployment was 67.6%. Epidemics of typhoid and cholera began in the city, which became extremely acute, 1130 cases of cholera were registered, the mortality rate reached 47% among the sick. The situation was aggravated by the difficult sanitary and hygienic situation, since only 1/5 of the water from the real needs was supplied to the city [13].

At the same time, the crisis of the “era of change” acted as a catalyst for almost all types of architectural and artistic activity, which were based on an imbalance between the humanitarian and technical spheres. Chaos led to complete freedom of expression. Socio-economic changes were accompanied by profound changes in the spiritual sphere [10]. This complex, contradictory process of transformation of cultural values is reflected in philosophy, science, art, and literature. The range of decadent and futuristic moods in Odessa ranged from serious philosophy to the emergence of new artistic styles and fashion. In artistic practice, there was a total approval of the ideas of "left" art, the formation of a new creative environment. The famous "Black Square" by the artist Kazimir Malevich, 1913, became a manifesto painting of the world avant-garde. The rapid development of propaganda mass art - literature, posters, cinematography, intensive formal aesthetic searches and experiments of representatives of the "left" resources in the State Free Art Workshops, a significant number of exhibitions, disputes led to the formation of a regional avant-garde center in Odessa. This was facilitated by the active international activity of such outstanding students of the Odessa Art School as V. Kandinsky, D. Burliuk, M. Boychuk, V. Izdebsky, N. Sokolov, T. Fraerman, Ya. Chernikhov (Fig.5). Avant-garde in Odessa has become a powerful catalyst for fundamental changes in the general perception of the world, the development of a new visual language. The energy of the dream of a new universal culture and the democratization of society revived the utopian ideas of artists about the possibility of transforming the world with the help of art.



Figure 5. Architectural compositions "Industrialization", Ya. Chernikhov, 1920

In the midst of social upheaval, the Odessa City Museum of Fine Arts hosted an "Exhibition of Paintings by the Society of Independent Artists". The Union of Plastic Artists and the Society of Independent Artists were created, they even made films (The Life and Death of Lieutenant Schmidt, directed by Razumny). For 90 days in a row, Odessa cinemas showed the film "By the Fireplace" with Vera Kholodnaya in the title role. The Free Ukrainian Theater of Pavlovsky and a dozen other theater venues were actively working. In Odessa, a huge number of magazines, newspapers and almanacs were published - more than 400 titles [14].

At the turn of historical eras (1917-1920) Odessa turned into an arena of fierce class struggle. The fate of the cultural heritage of the city was decided by individual actions without any tangible results. Many years of war and economic ruin did not allow financing

even the most limited needs of cultural and educational institutions. The financial legislation of those years did not even provide for the possibility of spending on the protection of monuments. Funds were allocated centrally only for the maintenance of the largest monuments. The famine of 1921-1922 required the adoption of more vigorous measures to overcome the situation. Since the state stock of gold was small, already in the autumn of 1921 there were cases of using church wealth to fight hunger. A year later, the seizure of church valuables was enshrined in a draft directive.

The monuments of the past were declared to be the heritage hostile to the revolution, the heritage of the exploiting classes - the landowners, the bourgeoisie, the kulaks, the clergy, which in many respects was subject to strict selection. Museums were forced to partially curtail their activities, although the acquisition of funds, the study of monuments, and excursion work continued as far as possible. The loss of relics of the past could have been even more significant if the artistic intelligentsia, teachers of the Odessa University and such scientific and public organizations as the Odessa Society of History and Antiquities had not taken part in their preservation (Fig. 6).



Figure 6. Irreplaceable losses

3. New cultural model and conflict of values

A systematic approach allows us to present culture as a synthesis of its rational and emotional-sensory components:

- historical and anthropological (through the interaction of social structures and human consciousness, his behavior in a developing society),
- semiotic (with the connection of a set of signs that store information),
- synergistic (in the total volume of an integral, highly complex, self-developing system).

The revolution of 1917 opened up a new meaning of culture - for the working people it was a "working tool" in creating a new social life, a form of understanding their own class interests and prospects, problems and contradictions. At the same time, the "cultural revolution" ("revolutionization of minds" or "changing the cultural landscape") showed the opposite line of implementation in practice - the destruction of cultural values, material and spiritual, in relation to cultural figures "from below".

The peoples who survived the so-called worker-peasant dictatorship also became victims of this cultural catastrophe. The spiritual legacy of war communism contained a complex of causes that deformed the further course of cultural construction. The essence of the tragedy consisted in a sharp, decisive breakdown of that democratic component, which turned out to be the first and main victim of political and state processes. It was this "military-communist" type of culture that developed during the years of the Civil War that became the basic type for the formation of culture.

The method of "socialist realism" in its mature stage, like any method (μέθοδος (*Greek*) - "the path of knowledge"), by definition, is a construction that sets a certain plan of action. The ideological foundation of social realism was laid by A. Lunacharsky as early as 1906. He analyzed the concept of "proletarian realism" in the article "The Tasks of Social Democratic Artistic Creativity" [12]. The principles of this direction were ideological, nationality and concreteness. These principles were understood as art created for the common people and reflecting their life, heroic struggle and deeds, as well as the desire for a better world on the path of the historical development of socialism. Mass culture has become one of the main elements of control: simpler and more understandable than classical culture, it has become an indispensable tool in rallying different segments of the population. The new government set new priorities, sought to form a new image of cultural heritage as the foundation of communism [7].

The first decrees adopted by the authorities in 1917-1923 proclaimed a new order in the field of cultural heritage. The most important of them: "On the prohibition of the export and sale abroad of objects of special artistic and historical significance", 1918; "On registration, registration and protection of monuments of art and antiquity owned by private individuals, societies and institutions", 1918; "On the abolition of the right of private property to the archives of dead Russian writers, composers, artists and scientists stored in libraries and museums", 1919; "On the liquidation of relics", 1920; "On the procedure for the seizure of church valuables in the use of groups of believers", 1922, etc. A certain role in the removal of monuments from the register was played by the lack of scientifically based criteria for determining their value. All this could not but affect the state of the historical and cultural heritage - many valuable historical and architectural objects were lost forever [6]. The Decree of the Central Committee of the All-Union Communist Party of Bolsheviks "On the Policy of the Party in the Field of Fiction" (June 18, 1925) laid the foundation for the comprehensive leadership of the Party in the field of culture, was the beginning of the ideologization and bureaucratization of culture, the complete leadership of the Party in the field of culture. Science, culture, art turned into a tool of the state to "serve current tasks" - the industrialization of the country, the collectivization of agriculture, etc. Documents of that time categorically expressed the right of the winners to reorganize the world and redistribute property.

The XXth century - the impetuous time of revolutions, wars, radical changes - has become a time of great trials, unprecedented destruction of material and spiritual values, and the formation of destructive consciousness. The militant materialism and radicalism of the proletarian movement - "The whole world of violence we will destroy to the ground, and then... We will build our new world..." (International Anthem of the Proletariat) led to the loss of a significant number of temples, churches - spiritual centers different denominations. In the 30 years of the last century, 16 Orthodox temples and churches, 4 synagogues in Odessa, as well as a large number of German and Catholic churches were blown up in the Odessa region [11]. The mentality of tolerance - the harmony of different cultures, national identity (more than 130 nationalities), freedom of religion (more than 40 religious denominations) - was always inherent in the free port city of Odessa [26] (Fig.7).

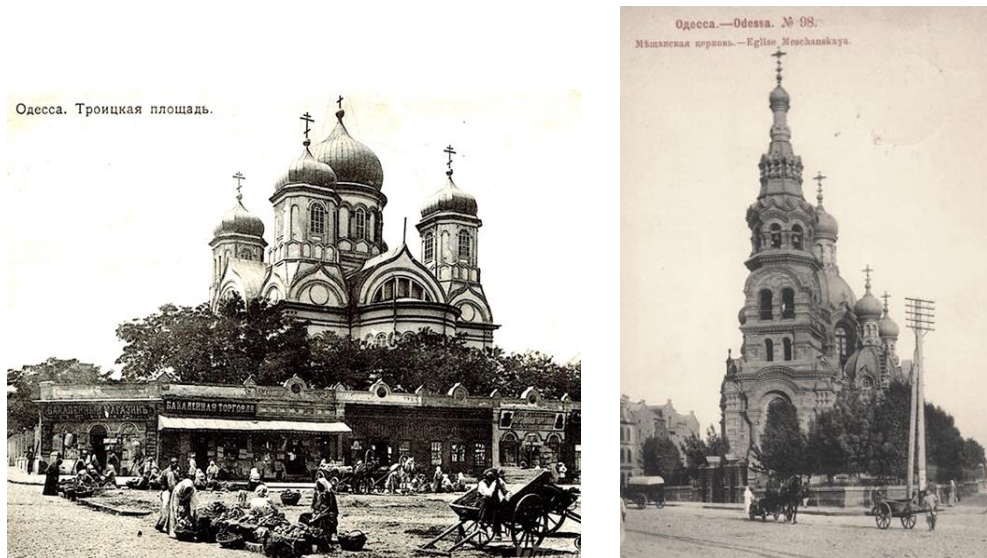


Figure 7. Sretenskaya Church, G. Toricelli & Meshchanskaya Church, Y. Dmitrenko. Destroyed in 1930

With the approval of the new government and political slogans, there is always a need for their spatial materialization, as a rule, due to the deliberate destruction of spiritual centers, architectural monuments of the previous era with the aim of depriving it of signs of a former identity (Fig.9). The images show not all metamorphoses of the monument... Unfortunately, the methods do not change in the 21st century - a petition has been submitted to the President of Ukraine to demolish the monument to Catherine II.



Figure 8. Transformation of the monument to Catherine II: Monument in 1917; Monument to the Hammer and Sickle on the pedestal, 1930; Restoration of the monument to Catherine II, 2007.

The disappearance of one of the national cultures inflicts irreparable damage to the whole world culture. In connection with this phenomenon the concept of a "pits of identity" is introduced in the theory of architecture, which characterizes the features of the formation of national identity in the conditions of ideological determination [3]. Unique, unrepeatable content and forms of culture are always national, therefore directly related to the notion of "national security".

"The abyss of history is deep enough to swallow us all" - the opening lines of the 1931 Athens letter and proposals for the definition of the concept of World Heritage. Tragic events became the context that forced intellectual elites to first establish the League of Nations, and then in 1922 create commission on intellectual cooperation. It was this

organization that held the First International Conference on the Preservation of Artistic Monuments in Athens, 1931 [5].

"Peace through Culture" - this simple but deep idea of N. Roerich became the concept of a new world order. In accordance with the teachings of Living Ethics, the meaning of human evolution is spiritual perfection, and Culture is a means of saving the planet from coming cataclysms. In a society tired of the disasters of the First World War and the global economic crisis of the 1930s, this idea received the support of thousands of members of the public from different countries, including the largest political, public and spiritual leaders of that time [22].

4. Scale of destruction in Odessa during World War II

However, the issue of restoration, reconstruction of lost monuments of Odessa acquired a special urgency only after the next stage of barbaric destruction - the war of 1941-45. Belonging to the architecture "for all", to many, it assumes that it covers the multitude of people, forms the community as a highly complex system of connections and interactions. The material environment of the historic city is not always able to withstand the impact of time, slow "natural" degradation, and even more so, acts of sudden violence - the deliberate vandalism of war.

At the end of the first day of the war, the fascists bombed Odessa. The order of General-Field Marshal Walter von Reichenau "On the conduct of troops in the East" dated October 10, 1941 read: "No historical or artistic values in the East have no matter." Monuments of architecture were destroyed deliberately - they were bombed from the air, artillery, burned, arranged barracks, warehouses for ammunition and fuel (Fig. 9). As we see, the same methods of authoritarian approval were used due to the destruction and oblivion of the original identity: "soldiers in the eastern territories are not just a fighter ... he is also a bearer of merciless national ideology" [26].



Figure 9. Ruins of buildings at the corner of Richelieu and Lanzheron streets, 1941

According to the Extraordinary Commission, the damage to the Odessa housing stock amounted to 387 destroyed buildings (345,000 m²) and 902 damaged buildings (168,000 m²). The Odessa port lost nearly 90% of its capacity [19].

In November 1945, the Decree "On measures to restore the 15 largest cities destroyed by the German invaders ..." was issued [2]. Each of these cities had its own unique, historical appearance, each of them had valuable buildings that were subject to priority restoration, and city centers - to be recreated. From the first days after the liberation of Odessa, they began to restore the city, a vital port complex. Already in a year, by April 1945, 11 industrial enterprises, 10 plants, 88 artels were restored in the Odessa region [23].

The expression "consequences of war" refers to the delayed consequences, locally and globally, in space or time, from the actions of war. This concept differs from the concept of damage caused by war, which covers and deals with only part of these consequences. The economic, humanitarian and health, cultural and environmental impacts are varied, both overt and covert. Wars are often accompanied by a desire to destroy or appropriate monuments, libraries and archives, cultural and religious symbols, cemeteries, etc. These losses are often irreparable in terms of the written culture and collective memory of the population. The victorious belligerents often seek to rewrite history in their favor, so important cultural, historical, linguistic and heritage know-how can be lost.

And if in Germany in the post-war period, restoration was often limited to conservation, the transformation of ruins into original war memorials or reconstructions turned into an assembly of surviving fragments ("digital anastilosis"), then in the Soviet Union the emphasis was on the revival of the lost architectural monument in the same form, that is, a complete restoration. Therefore, to restore strategic facilities and build new buildings and structures, the State allocated huge funds, attracted literate specialists.

Restoration of architectural monuments of Odessa involved the same architects who designed residential, public and industrial buildings, solved problems of planning and improvement of populated areas. The destroyed monuments of architecture were restored on the basis of author's drawings, iconographic materials and archival documents (Fig.10). Restorers mastered the stylistic and technical techniques of the masters of the past. In fact, the theory of conservation and restoration of monuments of architecture and town planning of the post-war period has received a new round of development [2]. In the opinion of V. Timofeenko, it became possible due to the high level of education of architects and unprecedented scale of tasks [23].

The material of the study of the article consisted of different ideas and concepts that arose both at the turn of the 19th and 20th centuries, and in the last decades in the theory of architecture to recreate, complete restoration of lost monuments [1,3,23]. So, back in the 1920s I. Grabar substantiated the thesis of the "absurdity" of any restoration, since it is impossible to repeat exactly the complex of "individuality" of a work of art [16].

In the 80s architect Boris Yeregin advanced the concept of "retro-development" - the reconstruction of lost architectural monuments - the form of reading out various layers of mutilated or lost "text" for comprehension, understanding of the whole connected artistic whole [1]. Even the most scientifically based reconstruction of the lost is associated with new materials, technologies, view of the author of the project and therefore cannot be attributed to the classical restoration. Therefore, many call this type of restoration, as "prototyping in kind", "fake", "violation of historical truth" or called "replica". However, under special conditions, there is simply no other way to preserve an integral chain in the continuous development of culture. Retro-development, in contrast to a radical reconstruction (total denial of the architectural heritage) or "museumification" (isolation of valuable elements of the urban environment from active coexistence with new ones) is aimed at an active dialogue with the past.



Figure 10. Restoration of the building of the city hall of Odessa, arch. G. Topuz, 1949

And then came "World Peace"... After the catastrophic cultural losses of World War II, the world again turned its attention to the Roerich Pact. This legal document marked the beginning of a new era in the relationship of humanity to its culture. Its principles and norms are reflected in the Conventions and protocols aimed at the protection of cultural heritage. In particular, they formed the basis of the Hague Convention of 1954, and also served to create the foundations for UNESCO's activities to protect the world cultural heritage of mankind [4].

5. Culture is under the gun again...in 2022

Military operations in Ukraine are taking human lives and destroying cultural heritage. In any war, historical monuments and cultural heritage sites become one of the most vulnerable items. The reason is that many of them cannot be easily hidden or taken out - especially when it comes to architecture. The damage that the sphere of culture in Ukraine suffered as a whole is extremely great - according to preliminary estimates, from 3 to 5 billion of the total damage [21]. As of June 27, 2022, UNESCO has confirmed the destruction or damage of 154 cultural sites: 70 religious sites, 30 historical buildings, 19 buildings intended for cultural events, 16 monuments, 12 museums and 7 libraries [20].

Immovable monuments in different cities are protected by wrapping them in sandbags or wrapping them in various materials. Many monuments to prominent figures in Odessa and other cities are immediately covered with sandbags by entrepreneurs, the public and volunteers to protect them from bullets and shrapnel [24]. (Fig. 11).

On March 1, 2022, an international project was launched to archive the electronic Ukrainian cultural heritage, which is under threat of destruction due to the Russian invasion (for example, due to the destruction of servers). The Internet Archive supports various conservation efforts, including the Preservation of Ukrainian Cultural Heritage Online (SUCHO) initiative launched on March 1, 2022 [15]. The Ministry of Culture has launched an interactive "Map of Cultural Losses", where it maintains statistics on cultural sites destroyed as a result of military aggression [9]. Some museums in Vinnytsia, Zhytomyr, Sumy and Chernihiv were removed from the exposition and placed their main exhibits under protection.



Figure 11. Measures to preserve cultural monuments, March 2022

Shortly after the invasion, UNESCO announced that it was working to mark key historical monuments and sites across the country with the emblem of the 1954 Hague Convention, an internationally recognized symbol for the protection of cultural heritage in times of armed conflict. The organization will also work with directors of the country's museums to coordinate efforts to protect collections and track damage to cultural sites using satellite imagery. The Federal Department of Culture of Switzerland allocated 750,000 francs for the preservation of the cultural heritage of Ukraine. The Committee for Assistance to Museums of Ukraine, established in Poland, offered support to all museums and cultural institutions of our country to support and protect their collections, as well as to document, digitize and inventory collections. European organizations make a significant contribution to the protection of the cultural heritage of Ukraine. For example, the House of Europe Program supports people who risk their lives to save the unique cultural heritage of Ukraine. Twenty-five museums from Lviv, Odessa, Kyiv, Donetsk, Lugansk, Sumy and Mykolaiv regions received more than 137,000 euros to protect their collections [8].

The civil confrontation resulted in the irretrievable loss of a huge array of historical and cultural monuments. The cumulative past experience is historical memory, which ensures the unity of the cultural-historical process and its continuity (Fig.12).



Figure 12. Odessa National Academic Opera and Ballet Theatre, 1941 and 2022...

6. Conclusions

Wars that destroy states, economies, human potential are catastrophes for cultural heritage. During the war there is a depreciation of the individual, the core of culture is under threat - its humanistic essence. Wild ignorance and religious fanaticism are undermining the most ancient cultural roots of world history, leading to the destruction of priceless treasures of human genius, which bring the light of enlightenment, spirituality, knowledge and beauty to the world. This is a common pain and tragedy for all mankind.

Odessa possessed the richest cultural heritage, but in the conditions of revolutions, the most severe civil war, there was a real danger of its loss. Peaceful period of recovery from the 1920s. was also accompanied by numerous difficulties in the preservation of artistic and historical values. In the 1930s, the assertion of the ideas of "left" art, the formation of a new creative environment was replaced by "proletarian" realism of mass culture, militant materialism, aimed at creating a new artistic language against the "legacy of the exploiting classes". The active development of the restoration school in Odessa took place after the large-scale destruction of the city in 1941-44. After the restoration work carried out by Odessa architects, most of the monuments are still in a satisfactory condition, and a deep knowledge of the canons of classical architecture, the artistic culture of architects have become the key to the formation of competent approaches, restoration methods. And again, in 2022, the natural, historical, cultural and scientific heritage of peoples in military confrontation has become the most vulnerable and vulnerable area of the public domain. Currently, without waiting for the end of hostilities, state funds of many countries help to preserve the cultural heritage of Ukraine from destruction; creative teams of designers and builders discuss and develop concepts for the restoration of cities, the restoration of architectural monuments. States have established and adopted legal norms to protect society from the lasting effects of war. They limit, but do not exclude, the use of force in order to avoid a escalation of conflict, which can take on such an irreversible character of senseless slaughter and massacre of civilians, when the restoration of peace and reconciliation is extremely difficult. According to N. Roerich, a culture that educates humanism in a person is the most effective means for ending armed conflicts. It is impossible to win the cultural war... The humanist writer F. Dostoevsky proclaimed at the end of the 19th century: "Beauty will save the world." N. Roerich developed this idea, raising it to the level of urgent tasks of the next historical stage: "The awareness of Beauty will save the world."

References

- [1] Architect Boris Yeregin: creative heritage. Reconstruction of the center of Moscow (2016) Progress- Tradition. 623 p. (in Russian)
- [2] Architecture of the post-war five-year plans (1945-1968). <http://stroy-server.ru/notes/arkhitektura-poslevoennykh-pyatiletok-1945-1968-gg> (in Russian)
- [3] Cherkes B. (2006) National identity in the architecture of public centers of capital cities in the conditions of ideological determination. Lviv Polytechnic National University. 402 p. <http://www.disslib.org/natsionalna-identychnist-v-arkhitekturi-hromadskykh-tsentriv-stolychnykh-mist-v.html> (in Ukrainian)
- [4] Convention for the protection of cultural property in the event of armed conflict with regulations for the execution of the convention (2020) https://en.unesco.org/sites/default/files/1954_Convention_EN_2020.pdf

- [5] Christofolletti R., Botelho M. L. (2021). *International Relations and Heritage. Patchwork in Times of Plurality*. Springer Nature Switzerland AG. 468 p. DOI: 10.1007/978-3-030-77991-7
- [6] Gavrilova M. (2013) Formation of the legal framework in the field of cultural heritage protection in the first years of Soviet power. Bulletin of the Kazan State University of Culture and Arts. <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-pravovoy-osnovy-v-oblasti-ohrany-kulturnogo-naslediya-v-pervye-gody-sovetskoy-vlasti> (in Russian)
- [7] Gnes A. (2010) The first world war as a cultural disaster <https://cyberleninka.ru/article/n/pervaya-mirovaya-voyna-kak-kulturnaya-katastrofa> (in Russian)
- [8] House of Europe. Opportunity catalog. <https://houseofeurope.org.ua/en>
- [9] Interactive map of destroyed values. April 19, 2022 <https://ranok.ictv.ua/ua/2022/04/19/interaktivna-mapa-znishhenih-tsinnostej-yak-znajti-poshkodzheni-okupantami-pam-yatki/> (in Ukrainian)
- [10] Kostrikov S. (2013) Ideological and spiritual forerunners of the First World War. Centenary of the beginning of the war <https://cyberleninka.ru/article/n/ideynye-i-duhovnye-predvestniki-pervoy-mirovoy-voyny-k-stoletiyu-nachala-voyny> (in Russian)
- [11] List of churches abolished by the Soviet government <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1638609>
- [12] Lunacharsky A. (1967) Aesthetics, literary criticism. Vol.7 Moscow. <https://traumlibrary.ru/book/lunacharskiy-ss08-07/lunacharskiy-ss08-07.html#s002006> (in Russian)
- [13] Malakhov V., Stepanenko B. Odessa, 1900-1920. (2004) Odessa, Optimum. 421-448 p. (in Russian)
- [14] Odessa-1917: rampant banditry and the flowering of culture. October 7, 2017 (in Ukrainian). <https://dumskaya.net/news/odessa-1917-meshochniki-ukrainskiy-vopros-razgul-079103/>
- [15] Preservation of Ukrainian cultural heritage online <https://www.sucho.org/> (in Ukrainian)
- [16] Reconstruction of lost monuments of art <http://art-con.ru/node/871> (in Russian)
- [17] Remarque E. M. The black Obelisk. (1998) Published by Random House Trade Paperbacks 448 p. https://www.goodreads.com/book/show/1297123.The_Black_Obelisk
- [18] Roerich N. (1931). Hello to Peace banner Conference. Bruges Conference <https://yasko.livejournal.com/1849856.html>
- [19] State Archive DAOO.-F.G-2238.-Op.1-Sp.20-Arc.2, Arc.5, Arc.8
- [20] Saving the cultural heritage of Ukraine. May 11, 2022 (in Russian). <https://www.golosameriki.com/a/saving-ukraine-culture/6565932.html>
- [21] The invaders are trying to destroy the Ukrainian cultural heritage: what cultural heritage of Ukraine was destroyed by the invaders during the war (in Russian) <https://1plus1.ua/ru/snidanok-z-1-1/novyny/okupanti-namagautsa-sterti-ukrainsku-kulturnu-spadsinu-aki-kulturni-pamatki-ukraini-zrujnuvali-zagarbniki-pid-cas-vijni> (in Russian)

[22] The man who changed the world. April 14, 2020 <https://versia.ru/85-let-nazad-byl-podpisan-pakt-rerixa-dokument-prizvannyj-zashhitit-mirovoe-kulturnoe-nasledie> (in Russian)

[23] Timofienko V. (2009) Renaissance of Odessa: architectural and historical essay. Kyiv. 225 p. (in Ukrainian)

[24] Win and save: how monuments are protected from war in Ukraine April 20, 2022 (in Ukrainian) <https://discover.ua/inspiration/peremohty-i-zberehty-yak-v-ukrayini-zakhyshchayut-pamyatky-vid-viyny>

[25] Yeksarova N., Yeksarov V. (2018) Genesis of the formation of the cultural and social core of Odessa. *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability* / Universitat Politècnica de València. Vol 3, No 2. p.66-77. <https://polipapers.upv.es/index.php/vitruvio/article/view/11018/10937>

[26] Yeksarova N., Yeksarov V. (2018) The dialectic of the revival of the ruined churches of Odessa. ReUSO'2018. *Documentación, Conservación y Reutilización del Patrimonio Arquitectónico y Paisajístico*. Messina. p. 2381-2390

Patrimonio architettonico e conflitti armati. I bombardamenti a Potenza in Basilicata del 1943

Enza Tolla – Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia, enza.tolla@unibas.it

Giuseppe Damone – Università degli Studi della Basilicata, Potenza, Italia, giuseppe.damone@unibas.it

Abstract: In September 1943 the city of Potenza was hit by a destructive bombing which caused death and devastation. Many historic buildings, such as the cathedral, are severely damaged. Whole neighborhoods are demolished by bombs and the reconstruction, in some parts of the city, will initiate a process of building replacement. By studying the documents preserved in various archives in the city of Potenza, it was possible to grasp all the 'strategies' put in place for the defense of the architectural and artistic heritage, reconstruct the hours of the bombings, the damage caused and the reconstruction of the city.

Keywords: patrimoni artistici, architettura, conflitti armati, ricostruzione.

1. Introduzione [Enza Tolla]

Cosa c'è di più terrificante e traumatico di un bombardamento? L'allarme che suona, la fuga nella notte in cerca di un rifugio che possa sembrare sicuro e poi l'attesa, l'attesa che tutto passi e che si possa uscire vivi da quell'incubo.

La notte dell'8 Settembre del 1943, tutto questo è toccato alla città di Potenza e ai suoi cittadini. La mattina dopo, al primo bombardamento ne seguì un secondo, altrettanto violento ed esteso. I danni, riportati in più punti, furono notevoli e molte le vittime.

Eventi traumatici e improvvisi, come un bombardamento o un terremoto, segnano profondamente e per sempre la vita di quanti lo hanno vissuto.

Al di là della morte e delle tragedie individuali, la perdita improvvisa da parte di una intera collettività di una porzione del proprio habitat e del proprio spazio sociale porta ad una condizione di disagio non facile da sanare.

Tutto questo, da un lato accelera i tempi delle decisioni, dall'altro impone nuove regole, offre opportunità di cambiamento e chiarisce volontà e schieramenti.

La ricostruzione che segue, assume tuttavia, molto spesso, carattere di provvisorietà e l'occasione per un più ampio ripensamento sulle parti danneggiate e sulla città più in generale, è spesso perduta.

Il pericolo sempre presente, dopo questi eventi, è che si possa procedere con operazioni di restauro sommarie e con la demolizione di molti degli edifici anche solo in parte danneggiati.

Il valore storico e sociale di case, strade, vicoli e piazze, di quella scena urbana che gli abitanti hanno contribuito a costruire nei secoli, viene smarrito e il trauma determinato dall'evento finisce per lasciare ferite destinate a durare negli anni.

I danni subiti dalla città di Potenza con i bombardamenti, si sommano a quelli, anche di più importanti, determinati dai molti terremoti che l'hanno colpita e l'attuale assetto urbano,

soprattutto nella sua parte storica, ce li racconta tutti. È possibile, a fronte di eventi improvvisi e violenti, coniugare l'urgenza di ripristinare condizioni abitative e di vivibilità degli spazi urbani, con la necessità di procedere con interventi pensati per quei luoghi e che, delle peculiarità dei luoghi hanno consapevolezza e rispetto? Le trasformazioni operate in un tessuto urbano sono destinate a durare negli anni e dovrebbero tener conto della storia e delle peculiarità degli spazi urbani in cui vengono realizzate. Risposte rapide ma meditate possono aiutare a cancellare il dolore e i traumi che derivano sempre da questi eventi ma a anche mantenere inalterato il rapporto tra i cittadini e la loro città.

2. La ricostruzione dell'immagine di Potenza danneggiata dai bombardamenti

[Giuseppe Damone]

«La città di Potenza appariva chiaramente illuminata nella notte al bagliore di questa improvvisa luce che squarciava il buio. Subito iniziarono ad udirsi le prime esplosioni delle bombe che la colpivano e che continuarono a cadere per qualche ora ad intervalli» (Luccioni 1993, p.81).

Nella notte dell'8 settembre 1943 inizia un devastante bombardamento sulla città di Potenza operato dalle forze alleate. Diverse bombe incendiarie sono sganciate in più punti della città: sono colpiti alcuni fabbricati in via del Popolo, a Portasalza e, in maniera importante, il rione Addone, posto nella parte orientale del tessuto storico della città.

«[...] si poteva osservare che le due estremità della città, Rione S. Luca e Portasalza bruciavano ed erano diventati improvvisamente due enormi falò» (Marsico 1957, p.50).

Verosimilmente le unità della RAF inglese (Royal Air Force) miravano a colpire le scuole elementari 'Rosa Maltoni Mussolini', sull'attuale Piazza 18 agosto, dove si trovavano le unità della Settima armata, l'ex sede dell'Ospedale San Carlo, posto al margine orientale di via Pretoria, che ospitava anch'esso gruppi di militari e Palazzo Loffredo dove erano presenti unità della Milizia fascista e il nucleo operativo dell'UNPA per la difesa aerea (Luccioni 1993, p.83). Ma, a causa dell'imprecisione con cui è operato il bombardamento, sono colpiti moltissimi edifici civili e vanno a fuoco la cattedrale di San Gerardo e i contigui palazzo vescovile e seminario. La cattedrale, infatti, si trova in una posizione prospiciente Palazzo Loffredo e poco distante dal sito dove sorgeva l'ex Ospedale San Carlo, entrambi obiettivi sensibili che però resteranno poco danneggiati il primo e indenne il secondo.

L'indomani, verso le 10:00, inizia un secondo e più distruttivo bombardamento sulla città, operato con quadrimotori della forza aerea americana, seguito da mitragliamenti con cacciabombardieri sempre americani (Luccioni 1993, p.84).

Al termine delle operazioni militari Potenza si presenta come uno scenario di morte e distruzione. Le vittime, tra civili e militari, sono oltre un centinaio e tanti sono gli edifici distrutti. In modo particolare è il rione Santa Maria a pagare il prezzo più alto nel secondo bombardamento: la volontà di colpire il presidio militare della 'Caserma Lucania' avrà come conseguenza la distruzione di molte delle palazzine presenti nelle sue immediate vicinanze [1], del Museo Provinciale e dell'Ospedale San Carlo.

«Della bella Caserma Lucana che era stata prima sede del glorioso 29° Fanteria e poi della magnifica Scuola di Artiglieria, non restavano che le mura perimetrali [...]. Andando più su aspettava il desolante spettacolo dell'Ospedale S. Carlo colpito in pieno dalle bombe, come tanti altri fabbricati, nonostante i visibili segni della neutralità, dipinti a colori chiarissimi sul tetto e sullo spazio retrostante. Qui la tragedia appariva più evidente e più

sconsolante: un ammasso di macerie e nient'altro che macerie. Restavano indenni soltanto le ali laterali (Marsico 1957, pp.52-53).

All'interno della città sono anche danneggiati il Palazzo degli Uffici Governativi, le scuole elementari di Piazza 18 agosto, Piazza Prefettura, Villa Janfolla (dove al suo posto sarà poi realizzata la Casa della Divina Provvidenza), il deposito della 48° Fanteria, nonché la galleria ferroviaria Rivisco (Luccioni 1993, p.84) [2].

La disamina del materiale archivistico ha permesso di mettere in luce alcuni interventi finalizzati alla protezione della popolazione e del patrimonio artistico della città di Potenza. Ma, la parziale esecuzione degli interventi auspicati per la difesa degli oggetti d'arte, avrà come epilogo la perdita di molte testimonianze artistiche del passato distrutte sotto i bombardamenti.

Nel luglio del 1940, con nota n.329 del Ministero dell'interno, è autorizzata la spesa di lire 76.000 per la realizzazione del progetto finalizzato all'adattamento di alcuni locali della città di Potenza a ricoveri antiaerei.



Figura 1. I ricoveri antiaerei realizzati nel porticato del teatro 'Francesco Stabile' in Potenza (Luccioni 1993).

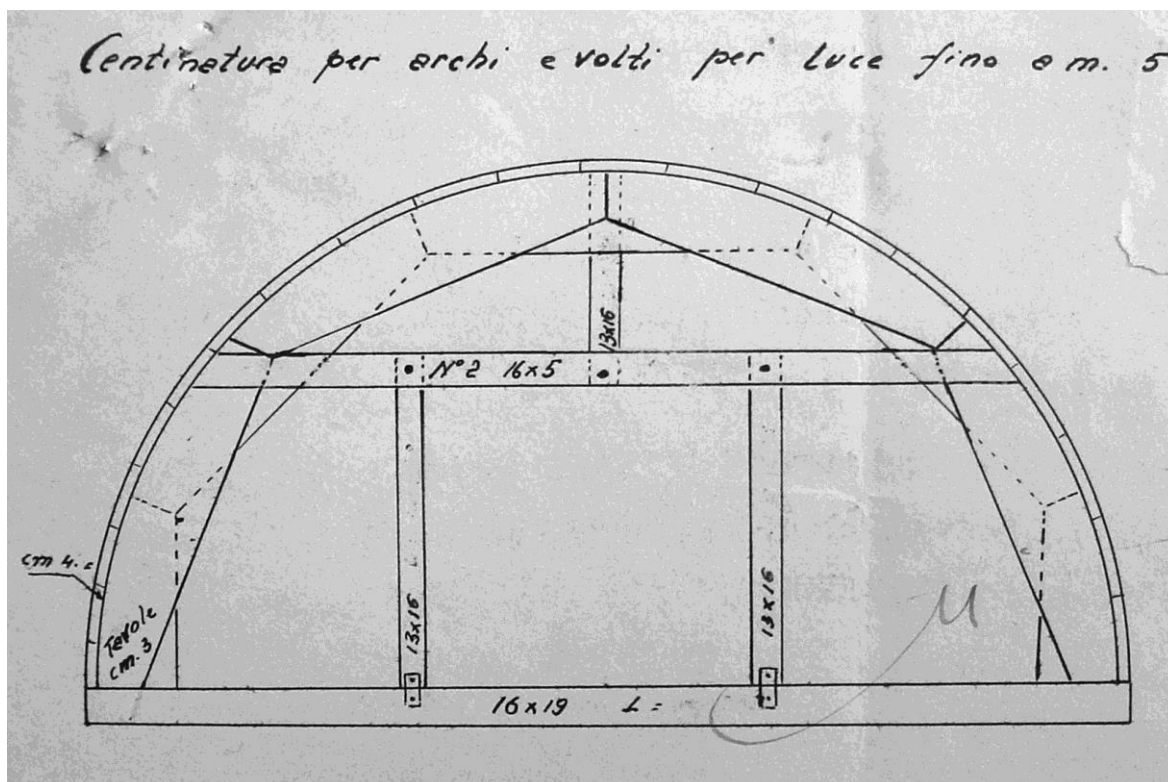


Figura 2. Disegno di progetto per la realizzazione di «Centinatura di archi e volti per luce a m.5», per ricoveri antiaerei, impresa F. Panetta, Potenza (ASPZ, *Prefettura di Potenza, Atti amministrativi (1933-1952)*, b.905).

Il progetto, redatto dell'ingegnere Alfeo Ciarlo del Genio civile di Potenza, dall'ingegnere Mario Andreoli dell'amministrazione provinciale e dall'ingegnere Binetti del Comune della città, prevede lavori principalmente consistenti nel puntellamento per rinforzo di solai piani, nella centinatura di archi e volte, nonché nella realizzazione di pareti con sacchi di terra rivestiti da un tavolato, ai piani seminterrati e pianterreno di diversi edifici cittadini (fig.2).

È quanto previsto, per esempio, per i locali al piano terra della scuola elementare 'Rosa Maltoni Mussolini', oggi 'Francesco Torraca' [3], dove nel 1943 sono anche realizzate delle opere in muratura di mattoni per l'adattamento dei locali a ricovero antiaereo, poi demolite nel 1947 [4].

I porticati della caserma 'Mario Pagano', al termine di via Pretoria, e del teatro 'Francesco Stabile'(fig.1), nella piazza principale, sono invece tamponati ricorrendo a sacchi di terra e tavolati di protezione [5], mentre nel Palazzo del Governo sono realizzati dei rinforzi con strutture murarie in cinque ambienti adibiti a deposito [6]. Questi ultimi lavori sono autorizzati il 20 novembre 1942 [7].

In diversi punti della città si procede, invece, alla realizzazione di «Ricoveri antiaerei pubblici in galleria [...]» [8], molti dei quali rimarranno incompleti con il sopraggiungere dei bombardamenti nel settembre 1943. Questi erano ubicati alle spalle del seminario e della cattedrale sotto la strada Estramurale (oggi via Vescovado), a Portasalza, sotto corso Garibaldi nelle vicinanze di Palazzo La Vecchia, in via Crispi, in prossimità del Palazzo degli Uffici a fianco di Palazzo Arrigucci, vicino la fornace di mattoni Ierace, oggi non più esistente, e lungo via Mazzini.

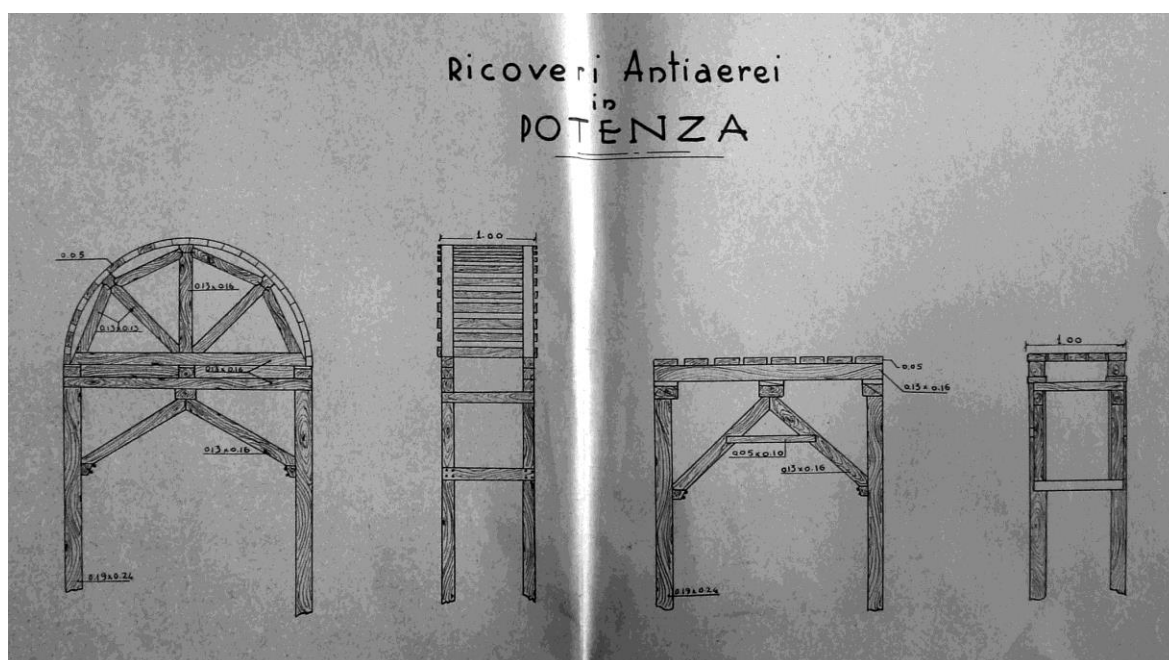


Figura 3. Disegni di progetto per la realizzazione delle carpenterie lignee per i ricoveri antiaerei (ASPZ, Prefettura di Potenza, Atti amministrativi (1933-1952), b.905).

Poche settimane prima dei bombardamenti che colpiranno la città capoluogo, il direttore del Museo Provinciale di Potenza, Concetto Valente, in un'accurata lettera chiede che siano presi provvedimenti «in difesa delle opere d'arte raccolte nel museo» [9], trovandosi lo stesso a pochi metri di distanza dal deposito di munizioni del 48° reggimento fanteria, nel rione di Santa Maria. Un incendio e un'esplosione del detto deposito, in caso di assedio, sarebbero causa di molti danni alle collezioni artistiche e archeologiche. È quindi auspicabile che tutte le opere siano trasferite altrove o sistemate in grosse casse di legno da collocare nei sotterranei del museo.

Quest'ultimo 'appello di soccorso' è la reiterazione di altre richieste d'intervento in difesa del patrimonio artistico lucano che Concetto Valente compie da qualche mese. Infatti, lo stesso, denunciando che l'opera di protezione del patrimonio artistico nella provincia di Potenza è stata meno intensa che in altre regioni italiane, il 22 maggio 1943 invia una lunga lettera al prefetto di Potenza in cui elenca minuziosamente i manufatti da tutelare, ricorrendo a un loro trasferimento in luoghi più sicuri rispetto alle chiese che li conservano. Non potendo proteggere interamente chiese e cattedrali, secondo Valente, è opportuno mettere in salvo le opere mobili più significative e salvaguardare *in situ* quelle parti degli edifici (portali, sarcofagi, altari, etc.) storicamente e artisticamente più importanti [10].

Già nel giugno del 1940 era stato ordinato, dal Ministero dell'Educazione pubblica, di raccogliere i dipinti e le sculture più importanti delle chiese della provincia e di sistemarli nei sotterranei del 'Covo degli Arditi', una lunga galleria di servizio facente parte del 'Progetto Ophelia', o del museo di Potenza. Un'ispezione dei luoghi però aveva rivelato inadatto il detto 'Covo degli Arditi' poiché la sua volta di copertura si trovava a meno di un metro dal piano di campagna, caratteristica che lo rendeva molto vulnerabile in caso di bombardamenti. Inoltre, i dipinti esposti nella sala d'arte medievale e moderna del museo, secondo quanto si legge nei documenti, sono in precarie condizioni a causa dei danni subiti dagli stessi con i terremoti del 1857 e del 1930 e, pertanto, è necessario proteggerli *in situ* con tavolati e sacchi di terra che li garantiranno da eventuali schegge e macerie.

Secondo il direttore Valente è fondamentale trasportare in un luogo sicuro alcune opere di Melfi, Venosa, Sant'Arcangelo e Muro Lucano, nonché il sarcofago romano presente nella cappella di San Gerardo nella cattedrale potentina, i busti lignei seicenteschi di santi sistemati nel coro sempre della cattedrale e il ritratto del vescovo Andrea Serraio presente nella segreteria del duomo di Potenza. Dalla chiesa di San Michele, ubicata nel centro storico del capoluogo, è necessario mettere al sicuro la predella cinquecentesca raffigurante Cristo fra gli apostoli, opera di Simone da Firenze, mentre dalla chiesa della Trinità, poco distante dalla precedente, la lunetta dell'Annunciazione realizzata da Antonio Stabile nel XVI secolo. Dalla chiesa di Santa Maria del Sepolcro, attigua alla 'Caserma Lucania', è necessario trasferire le tavole del polittico smembrato di Simone da Firenze, il dipinto su tavola dell'Immacolata tra i santi Francesco e Rocco del XVI secolo, unitamente alla tela del 'Passaggio nel Mar Rosso', attribuita a Luca Giordano (XVII secolo), che invece è conservata nel convento attiguo alla menzionata chiesa [11].

Non tutti gli interventi auspicati dal direttore Valente si concretizzeranno e, la distruzione del Museo Provinciale e della cattedrale cittadina, saranno la causa della perdita di diversi oggetti d'arte, nonché di parte dell'archivio diocesano.

Il detto museo è colpito più volte (fig.4): una prima bomba cade sulla torretta con l'ingresso e il vano scale dell'edificio, danneggiando una parte limitata dei sotterranei dove si trovava riposto molto del materiale archeologico. Più tardi sono colpiti i due saloni superiori a sud dove erano esposti alcuni dei reperti archeologici più rappresentativi del museo (le terrecotte architettoniche e il kouros di Metaponto, insieme al Tempio marmoreo di Garaguso). È anche colpito il giardino, causando altri danni ai sotterranei [12] (Valente 1989, p.271). Con l'incendio della cattedrale e dell'episcopio andranno invece distrutte molte opere sacre [13].



Figura 4. Il Museo Provinciale di Potenza dopo i bombardamenti (Ierace 1998).

Per avere un quadro più esaustivo dei danni sul patrimonio costruito provocati dai bombardamenti del 1943 diventa di fondamentale importanza l'analisi dei documenti relativi ai lavori di restauro, manutenzione e ricostruzione dei manufatti coinvolti nelle operazioni belliche. Infatti, se i documenti relativi alle perizie redatte all'indomani dei bombardamenti sono pochi e frammentari, più importante è la documentazione riguardante gli interventi operati all'indomani della guerra.

Con le «Istruzioni sull'applicazione dei decreti luogotenenziali 17/11/1944 n.366, e 18/1/1945 n.4 recanti norme per la concessione di benefici per la riparazione di fabbricati danneggiati dalla guerra» [14], inviate il 25 gennaio 1945, sono stabiliti i primi provvedimenti da mettere in campo sugli edifici danneggiati, seppur relativi ai soli lavori di pronto soccorso e di estrema urgenza indispensabili per il ricovero dei senza tetto o di quanti in possesso di un alloggio inadeguato. Pertanto, secondo quanto stabilito, è necessario riparare prima tutti quegli edifici che richiedono un minor numero di interventi e, dunque, sono riparabili con ridotta spesa e con limitata quantità di materiali, preferibilmente da recuperare nelle macerie. I lavori dovranno essere circoscritti al ripristino delle murature esterne e interne, dei pavimenti, degli infissi e degli impianti igienici. Sono esclusi gli intonaci esterni, i soffitti, le carte da parati, le verniciature, fatta eccezione gli infissi, le persiane, mentre gli impianti di illuminazione devono ridursi a una sola lampada. I vetri alle finestre dovranno limitarsi a uno solo con una superficie non superiore a venti centimetri quadrati, mentre i restanti riquadri degli infissi dovranno essere chiusi con fogli di compensato, lamierini o cartoni catramati.

Nei comuni con un notevole numero di edifici danneggiati per azioni belliche è istituito un comitato per le riparazioni edilizie composto dal sindaco o da un suo delegato, e da altri due membri scelti, dalla Giunta municipale, uno fra i senza tetto e l'altro tra i proprietari di immobili. Sarà compito del detto comitato, assistito dal segretario e dal tecnico comunale, stilare l'elenco dei fabbricati riparabili con poca spesa secondo i criteri prima elencati. Il 27 marzo 1945 anche a Potenza è costituito il detto organo e nel settembre dello stesso anno sono censite centotredici case riparabili [15].

Terminata la guerra molti sono gli interventi di ricostruzione della città, sia nell'area del centro storico, sia nel rione Santa Maria che, come prima detto, è significativamente danneggiato dai bombardamenti.

A Palazzo Loffredo, ospitante già prima della guerra il convitto nazionale 'Salvator Rosa', sono realizzati lavori finalizzati al rinforzo statico delle strutture murarie e al ripristino degli ultimi due piani [16], mentre il vicino Palazzo Addone è demolito per essere ricostruito nello stesso sito in cemento armato, su progetto redatto nel 1960 dell'ingegnere Vittorio Addone, prevedendo la conservazione dello stesso volume, del carattere architettonico e la riproposizione degli elementi decorativi non danneggiati dell'edificio storico che si andava a sostituire (Lacava et al. 2006, pp.142-143).

Il palazzo vescovile è riedificato, la cattedrale della città restaurata ed è ricostruito l'ultimo registro del campanile secondo il disegno di progetto dell'ingegnere Vincenzo Guerrizio del 1 dicembre 1954 [17]. L'architetto Aldo Bartuli disegna, invece, nel 1949 il progetto per la ricostruzione del seminario diocesano, posto alle spalle della cattedrale, essendo andato completamente distrutto l'edificio precedente.

Sono eseguiti lavori di restauro nelle chiese della Trinità [18], dell'Annunziata [19] e di Santa Maria del Sepolcro [20], e lavori di riparazioni in alcuni fabbricati ubicati nei rioni Tavolaro [21], Francioso e Santa Croce [22], nel Palazzo degli uffici giudiziari [23] e nel campo sportivo 'Italia' (oggi Viviani) [24]. Sono altresì stanziati lire 5.500.000 per il

completamento delle riparazioni all'edificio della Scuola industriale, nel rione Santa Maria, e alla canonica della cattedrale [25].

Tra i lavori che prendono avvio nell'immediato dopoguerra, segnando l'inizio dei cantieri di ricostruzione della città, troviamo gli interventi eseguiti sulle palazzine del rione Santa Maria, così come si desume dalle autorizzazioni alla liquidazione delle spettanze al geometra De Mascellis, rilasciate dall'Amministrazione della Provincia di Potenza, per la direzione dei lavori e la tenuta della contabilità svolti dalla stesso [26]. Il 7 giugno 1946 sono anche deliberati dalla Deputazione provinciale di Potenza interventi, per un importo di lire 4652, al tetto della cappella situata al centro del rione che è danneggiato in più punti [27].

Un'idea dei danni causati dalle bombe agli edifici non direttamente colpiti, e quindi non distrutti completamente o parzialmente, ci è fornita dalla lettura della relazione compilata dall'ingegnere del Genio civile di Potenza il 14 giugno 1946 e relativa all'edificio adibito a laboratorio di igiene e profilassi, ubicato nel rione Santa Maria. In questa si legge che, essendo cadute due bombe a poca distanza dal fabbricato, per effetto dello spostamento d'aria e delle schegge dovute all'esplosione il manto di copertura si presenta completamente sconvolto, si sono fratturati i vetri e deformati gli infissi, il prospetto esterno si presenta stonacato, così come il solaio del piano terra, sono ravvisati danni all'impianto elettrico e idrico e sono presenti lesioni interne, specie nei solai in corrispondenza del loro perimetro [28].

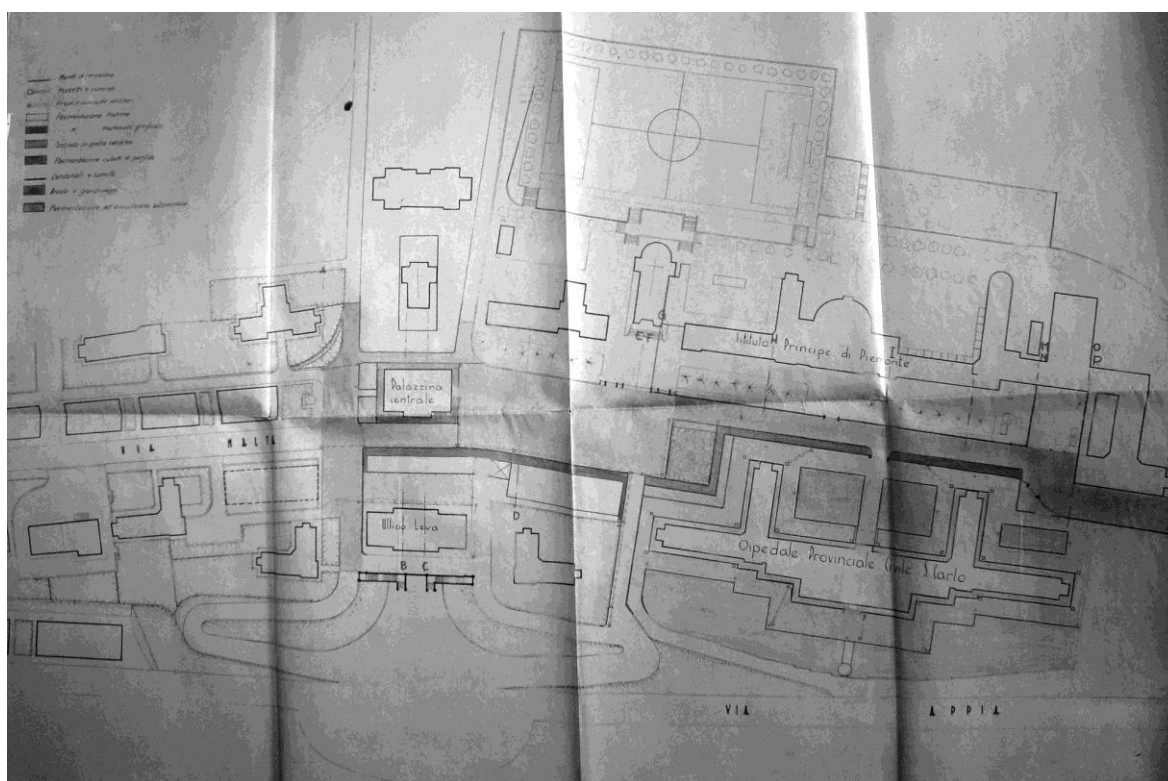


Figura 5. 1949 - progetto per i lavori di riparazione di danni bellici nell'area, di proprietà dell'Amministrazione provinciale, circostante l'Ospedale San Carlo nel rione Santa Maria in Potenza (ASPZ, *Provveditorato alle opere pubbliche*, b.308).

«Il rione S. Maria della città di Potenza, durante le azioni belliche del settembre 1943 venne particolarmente provato dai bombardamenti aerei e subì molte distruzioni e danni, oltre che ai fabbricati anche alle strade interne che restarono sconvolte tanto alla superficie,

nel piano viabile, nelle rampe di accesso ai giardini pubblici, nei marciapiedi, quanto in profondità negli impianti di distribuzione idrica e in quelli di fognatura bianca e nera» [29]. Per queste ragioni sono pertanto elaborati alcuni progetti finalizzati al ripristino di strade e aree circostanti gli edifici nel rione Santa Maria (fig.5) [30].

Con decreto ministeriale del 6 agosto 1946 Potenza è inclusa fra le città danneggiate dalla guerra per le quali è autorizzata la costruzione di case destinate ai senza tetto a causa delle azioni belliche. Nel capoluogo lucano è quindi prevista la costruzione di dodici nuovi fabbricati: cinque nel rione Santa Maria per complessivi quarantacinque alloggi, altri due, sempre nel detto rione, per quaranta alloggi totali e cinque nel rione Libertà con quarantacinque unità abitative complessive [31].

Nel dicembre del 1946 è anche conferito, dal Ministero dei Lavori pubblici, l'incarico all'ingegnere Vittorio Addone per la redazione del piano di ricostruzione della città, poi adottato con deliberazione del Consiglio comunale del 31 luglio 1947 [32]. Dalla lettura della relazione allegata si evince come tra i quartieri maggiormente colpiti dai ripetuti bombardamenti del 1943 troviamo proprio il menzionato rione Addone, già attenzionato nel piano regolatore generale del 1934 per un suo completo risanamento. Prima della guerra si era proceduto all'espropriazione e successiva demolizione di due lotti di case e, nelle aree liberate, erano stati costruiti i palazzi delle Poste e dell'INCIS. Per il completamento del progetto di risanamento, interrotto dalla guerra, restava da operare la demolizione di un terzo lotto che sarà significativamente distrutto con i bombardamenti. Il piano di ricostruzione prevederà quindi per il rione Addone, ormai completamente liberato da tutta quell'edilizia minore che si voleva demolire, la realizzazione di diversi grandi isolati, compresi tra il duomo, Palazzo Loffredo, la caserma dei Carabinieri e l'edificio non più esistente sede dell'Ospedale San Carlo, all'interno dei quali prevedere anche un edificio scolastico e un'area per il mercato. Il rione Libertà è, invece, indicato nel piano di ricostruzione come l'area più idonea per l'espansione della città in cui realizzare palazzine da destinare ai danneggiati della guerra.

4. Conclusioni

I bombardamenti del settembre 1943, come visto, sono la causa di ingenti danni al patrimonio costruito della città di Potenza: intere aree del centro storico e delle zone di espansione della città, ubicate immediatamente all'esterno del primitivo impianto medievale o a nord della città storica, sono distrutte. Oltre all'edilizia minore sono anche rasi al suolo o danneggiati in maniera significativa edifici monumentali storici o parte di questi.

Prende così l'avvio il processo di ricostruzione della città che porterà a rifacimenti e sostituzioni che avranno come epilogo, in alcune parti del tessuto edilizio, la 'cancellazione' della città più antica, perseguendo quel disegno di ammodernamento del centro storico già iniziato, seppur ricorrendo a un linguaggio architettonico differente, nel XIX secolo.

Note

- [1] Molte delle palazzine danneggiate nel rione Santa Maria facevano parte dell'importante 'Progetto Ophelia' firmato, a inizio XX secolo, dell'ingegnere Giuseppe Quaroni e dell'architetto Marcello Piacentini. La quasi totalità dei padiglioni che dovevano comporre l'ospedale psichiatrico della città, una volta abbandonata l'idea di completamento del progetto, erano stati trasformati in civili abitazioni. Sul Progetto Ophelia, tra gli altri, si veda: Bixio et al. (2019).

- [2] Potenza non è l'unica città a essere danneggiata dalle forze alleate nel settembre del 1943. Queste ultime, partite da Nova Siri, proseguono per Rotondella e, risalendo la valle dell'Agri, raggiungono Sant'Arcangelo, Armento, Corleto e, quindi, Laurenzana, per poi proseguire verso Potenza. Arrivati al ponte sulla fiumara di Anzi, paese che sarà occupato il 19 settembre, i Tedeschi per rallentare l'avanza degli alleati fanno saltare il detto ponte. Molti dei centri appena elencati registreranno danni, ma è sicuramente Corleto il paese che sarà maggiormente distrutto poiché bombardato dai RAF inglesi: Luccioni (1993), pp.102-103.
- [3] Archivio di Stato di Potenza, d'ora in poi ASPZ, *Prefettura di Basilicata, Atti Amministrativi (1933-1952)*, b.905: atto di cottimo fiduciario del 14 agosto 1940.
- [4] *Ibid.*, b.144, fasc.998: minuta del prefetto di Potenza del 9 luglio 1947.
- [5] *Ibid.*, b.905: lettera all'ingegnere Alfeo Ciarlo del Genio civile di Potenza s.d..
- [6] *Ibid.*, b.144, fasc.998: lettera al prefetto di Potenza del 27 aprile 1946.
- [7] *Ibid.*, b.905: lettera al prefetto di Potenza del 26 dicembre 1945.
- [8] *Ibid.*: lettera del provveditore alle Opere pubbliche Giuseppe Piergianni inviata al Ministero dell'interno, Direzione generale antincendi, il 3 aprile 1946.
- [9] Archivio Storico della Provincia di Potenza, b. 304: lettera del 22 agosto 1943.
- [10] *Ibid.*: lettera al prefetto di Potenza del 22 maggio 1943.
- [11] *Ibidem*.
- [12] Nei giorni seguenti ai bombardamenti il direttore del museo, con l'aiuto di familiari e amici, trasporta tutto il materiale archeologico negli scantinati del 'Palazzo degli Ufficiali' ubicato nel rione Santa Maria, a eccezione degli oggetti più pesanti e ingombranti. In questo modo il materiale è messo in salvo all'interno di casse: «Il Direttore del Museo fa rilevare che a seguito di un complesso di provvedimenti a salvaguardia del patrimonio artistico del Museo Provinciale di Potenza, quasi tutto il materiale archeologico fu salvato [...]». Sono andati invece distrutti «[...] poche decine di dischi monetari bronzei bizantini, [...] alcune terracotte votive di Garaguso, di Pandosia di tipo arcaico, alcune statuette muliebri in terracotta di Monticchio, circa cinquanta ceramiche italo-greche di scarso interesse (su un migliaio di prodotti vascolari), un anello e orecchino di Metaponto, una statuetta votiva di dea madre proveniente da Matera, un alabastron fenicio di massa vitrea di Lavello, alcune coppe fittili di Lavello ed alcuni vasi di Armento e di S. Mauro Forte» (Valente 1989, p.272). Si è anche salvata la maggior parte dei dipinti della pinacoteca, a eccezione di alcuni minori danneggiati e di quelli che si trovavano esposti nelle scale e nella direzione, ambienti colpiti dai bombardamenti del 9 settembre, andati distrutti completamente o gravemente danneggiati (*ibidem*).
- [13] Tra le opere andate distrutte si annovera il busto d'argento di San Gerardo, patrono della città. Riutilizzando 12,631 chilogrammi di argento, ottenuti dalla fusione di *rottami d'argento*, verrà realizzato un nuovo busto su imitazione del precedente: Archivio storico diocesano di Potenza, serie 26, b.1: lettera a mons. Calliope Rossini del 2 maggio 1952.
- [14] Archivio Storico comunale di Potenza, cat.VIII, cls.5, b.1252, fasc.2.
- [15] *Ibid.*, fasc.3: lettera all'Ispettorato centrale per le riparazioni edilizie inviata dal commissario prefettizio di Potenza il 24 settembre 1945.
- [16] ASPZ, *Prefettura di Basilicata, Atti Amministrativi (1933-1952)*, b.65, fasc.308: lettera scritta dall'ingegnere Franco del Genio civile di Potenza il 9 maggio 1952.
- [17] Archivio storico diocesano di Potenza, serie 26, b.1: «Lavori di ricostruzione del V piano del campanile della cattedrale di Potenza distrutto dai bombardamenti aerei del settembre 1943».
- [18] La perizia di progetto degli interventi necessari è redatta l'8 novembre 1952 e sono previsti sei mesi di lavori: ASPZ, *Provveditorato alle Opere Pubbliche*, b.291, fasc.187: lettera inviata al Provveditorato regionale per le opere pubbliche il 19 novembre 1954.
- [19] Il contratto per i lavori è stipulato il 4 settembre 1947 e gli stessi sono eseguiti dalla cooperativa 'La ricostruzione': *ibid.*: scheda per la contabilità finale dei lavori.
- [20] I lavori, per un importo di lire 2.193.000, sono eseguiti dalla cooperativa 'Ideale': *ibid.*, *Prefettura di Basilicata, Atti Amministrativi (1933-1952)*, b.53, fasc.260: lettera al prefetto di Potenza del 25 ottobre 1948.

- [21] Il contratto per i lavori è stipulato il 26 luglio 1947 e gli stessi sono eseguiti dalla cooperativa 'Il progresso': *ibid.*, *Provveditorato alle Opere Pubbliche*, b.291, fasc.187: scheda per la contabilità finale dei lavori.
- [22] Il contratto per i lavori nei rioni Francioso e Santa Croce è redatto il 18 maggio 1951 con l'impresa 'Martinelli Raffaele': *ibid.*: lettera inviata al Provveditorato regione per le opere pubbliche il 26 gennaio 1955.
- [23] Il progetto per i lavori di completamento delle riparazioni necessarie al Palazzo degli uffici giudiziari è redatto dal Genio civile il 30 giugno 1951 e i lavori, per i quali è stipulato un contratto il 10 settembre successivo, sono eseguiti dall'impresa 'Russiello Lorenzo'. *Ibid.*: «Relazione, verbale di visita, certificato di collaudo».
- [24] Il contratto per i lavori è stipulato il 31 ottobre 1947 e gli stessi sono eseguiti dall'impresa 'Marella Vincenzo': *Ibid.*: scheda per la contabilità finale dei lavori.
- [25] *Ibid.*, *Prefettura di Basilicata, Atti Amministrativi (1933-1952)*, b.144: lettera al provveditore alle Opere pubbliche di Potenza del 21 maggio 1948.
- [26] *Ibid.*, b.127, fasc.876.
- [27] *Ibid.*: deliberazione della Deputazione provinciale di Potenza del 7 giugno 1946.
- [28] *Ibid.*, *Provveditorato alle Opere Pubbliche*, b.308.
- [29] *Ibid.*: Relazione al «Progetto riparazione danni bellici alle aree di proprietà dell'Amministrazione provinciale circostanti la scuola industriale, la scuola elementare, il Museo provinciale, l'ex deposito militare del 48° e l'edificio degli Uffici comunali nel rione Santa Maria di Potenza».
- [30] *Ibid.*: «Lavori di riparazione di danni bellici alle aree di proprietà dell'Amministrazione provinciale, circostanti l'Ospedale civile S. Carlo nel Rione S. Maria di Potenza», progetto del 18 giugno 1949, perizia suppletiva del 18 ottobre 1949, impresa 'Geometra Antonio Pizzo'; «Lavori di riparazione danni bellici delle aree di proprietà dell'Amministrazione provinciale, comprese fra l'Ospedale S. Carlo, l'Ufficio Leva e la Palazzina centrale nel rione S. Maria in Potenza», perizia dell'ufficio del Genio civile di Potenza del 17 luglio 1950, impresa 'Geometra Antonio Pizzo'; «Lavori di riparazione danni bellici alle aree di proprietà dell'Amministrazione provinciale circostanti la scuola industriale, la scuola elementare, il Museo provinciale, l'ex deposito militare del 48° e l'edificio degli Uffici comunali nel rione Santa Maria di Potenza», progetto del 6 giugno 1949, impresa 'Natale Gaetano'.
- [31] *Ibid.*, b.315: relazione al «Progetto per la costruzione del fabbricato n°9 per ricovero dei senza tetto al rione Libertà in Potenza» del 5 novembre 1948.
- [32] Per le tavole del piano di ricostruzione dell'ingegnere Addone si veda: Buccaro 1997, p.119.

Bibliografia

- Bixio A., Tolla E., Damone G. (2019), *Il modello virtuale per la conoscenza. L'immagine interrotta del «Progetto Ophelia» a Potenza*, in Conte A., Guida A. (a cura di), *Patrimoni in divenire. Conoscere, valorizzare, abitare*. Atti del 6° convegno internazionale sulla documentazione, conservazione e recupero del patrimonio architettonico e sulla tutela paesaggistica, Matera (Italy), 23 - 26 Ottobre 2019, Gangemi, Roma, pp. 241-252.
- Buccaro A. (1997) (a cura di), *Potenza*, Edizioni Laterza, Bari-Roma.
- Ierace L. (1998), *La storia*, in *Museo Archeologico Provinciale di Potenza*, Tipografia Olita, Potenza, pp.14-15.
- Lacava L., Varisco A., Martorano G., De Fino C., Guida F.(2006), *L'esperienza dell'abitare. Progetti e realizzazioni in Provincia di Potenza*, Libria, Melfi.
- Luccioni L. (1993), *Frammenti di cronache e ricordi. (Potenza 1939-1944)*, Congedo Editore, Galatina (Lecce).

Marsico V. (1957), *L'Ospedale S. Carlo di Potenza nella storia di ieri e di oggi*, Tipografia Mario Armento, Potenza.

Murgante B. (2005), *Le vicende urbanistiche di Potenza*, EditricErmens, Potenza.

Tolla E.. Bixio A. (2012), *Un laboratorio per il rilievo*, Edizioni Cues, Fisciano (Salerno).

Valente C. (1989), *La mia Basilicata*, G. Valente (a cura di), Serilito, Sambuceto (Chieti).

La guerra ieri e oggi. La documentazione delle distruzioni e dei danni sugli edifici storico-monumentali attraverso il racconto e la testimonianza dei mass media

War, yesterday and today. Documentation of the destruction of and damage to historic-monumental buildings through testimony and recounting by the mass media

Maria Giovanna Putzu – SAAD Università di Camerino, Italia, e-mail: mariagiovanna.putzu@unicam.it

Fabrizio Oddi – Sapienza Università di Roma, Italia, e-mail: oddifabrizio@gmail.com

Abstract: Monuments, according to the word's etymology, are memories, witness-bearers, some born involuntarily and recognized as such by the time that has assigned them this role, and others clearly conceived, designed, and built as a "stone manifesto" to communicate a political, social, and religious programme – being, in fact, the expression of a civilization and a given historic moment. Conversely, their destruction is seen as destruction of the collective memory with which a people identifies. War, and armed conflicts generally, in the lucid madness whose goal is devastation and annihilation, sometimes destroys everything in its path – even targeting the historic monuments and constructions themselves. Again, memory is linked to communication. Over time, even as increasingly sophisticated means of destruction evolve, the aims remain unchanged. When rereading a newspaper published during World War II (*L'Osservatore Romano*), and the documentation offered by today's journalism as well as online documentation, we see the same atrocities – although in the latter the difference lies in information speed and the abundant details and images travelling in real time. The research examines the mass media's role in recounting and documenting the devastations – considered actual war crimes by the 1954 Hague protocol – of historic-monumental buildings, underscoring how these media have changed over time and stressing their importance for conservation.

Keywords: War, mass media, historic buildings, monuments, conservation.

1. Introduzione

In un momento storico in cui, purtroppo, le tematiche legate alla guerra, nella complessità delle problematiche che ne derivano, sono più che mai attuali, lo studio intende evidenziare il compito gravoso e al tempo stesso imprescindibile svolto dai mezzi di comunicazione, sia per quanto concerne l'informazione sia per quanto riguarda la documentazione di ciò che, in alcuni casi, può e deve risorgere dalle macerie. Basti pensare alle «ingenti e numerose distruzioni e devastazioni perpetrate di recente in alcuni dei siti monumentali più importanti al mondo, quali Palmira, Aleppo, Damasco e, sfortunatamente, tanti altri ancora dove più che mai si ripropone il problema di come e quanto risollevarlo, ricomporre e reintegrare» [1]. L'arco temporale, preso in considerazione nello studio in oggetto, va dagli anni Quaranta del XX secolo fino ai giorni nostri. Per quanto concerne in particolare la Seconda Guerra mondiale si è scelto di eseguire uno spoglio sistematico di un quotidiano che, tra i tanti, può essere considerato emblematico ed esemplificativo del clima culturale del periodo, ovvero *L'Osservatore Romano*, per arrivare ai giorni nostri dove, attraverso le testate giornalistiche

internazionali, sono state analizzate le più recenti distruzioni attuate nel conflitto in Medio Oriente.

2. Mass media e Seconda Guerra Mondiale: L'Osservatore Romano. Quotidiano politico – religioso della città del Vaticano (M.G. P.)

L'Osservatore Romano, così come enunciato nel titolo stesso, nasce come quotidiano ufficiale dello Stato Pontificio con il fine principale di creare un mezzo di divulgazione dei principi cattolici e di difesa e affermazione delle proprie posizioni religiose e politiche, muovendosi, dunque, secondo una linea editoriale ben definita e precisa [2].

Il quotidiano (fig. 1) pur volgendo uno sguardo particolare alla situazione della città del Vaticano e della provincia romana, presta attenzione alle sorti di tutti i paesi coinvolti dal secondo conflitto mondiale, documentando i tristi avvenimenti che ne hanno segnato la storia.

Lo spoglio degli articoli del presente studio, abbracciando l'arco temporale tra la guerra e gli anni immediatamente successivi la sua conclusione (periodo compreso dal gennaio 1943 al dicembre 1947), ha permesso di cogliere uno spaccato della realtà e della temperie culturale contemporanea, nella delicata fase in cui, mentre ancora si contavano i danni e non si conosceva la stima esatta degli immani disastri, si dava comunque inizio all'opera di ricostruzione. Dalle sue pagine emerge con chiarezza che sul piano morale e psicologico, il secondo conflitto mondiale generò una nuova consapevolezza delle possibilità e delle dimensioni che la guerra poteva raggiungere, non solo per la “quantità” di vite umane spezzate, ma anche per la sua sconvolgente e del tutto nuova “qualità”: i bombardamenti indiscriminati sulle città, la violazione di ogni etica o regola morale, lo sviluppo dei mezzi di distruzione di massa.



Figura 1. L'Osservatore Romano. La prima pagina del quotidiano del 12 febbraio 1944 e la terza pagina del 9-10 dicembre 1944.

Viene così data notizia di un numero ingente di manufatti di straordinario interesse distrutti, in parte o del tutto, come nel caso del bombardamento effettuato dai tedeschi al Museo delle navi di Nemi [3], sorte che toccò anche a tanti campanili e torri delle città dell'Italia centrale (come ad esempio: Empoli, Borgo San Sepolcro, San Miniato, Fano, Forlì). Tali distruzioni avevano «lo scopo di ostruire strade e principalmente di togliere alle truppe alleate la possibilità di servirsene come osservatori» [4-6], così come accadde a numerosi ponti, tra i più famosi dei quali figurano il Ponte di Castelvecchio a Verona [7, 8], il ponte di Santa Trinita a Firenze [9], ma anche a biblioteche, come la Biblioteca della Società Reale di Napoli [10-12], a numerose chiese, palazzi e ad interi quartieri come, solo per citare un esempio emblematico fra tutti, il caso di Varsavia, dove «dei monumenti che abbellivano la capitale polacca, non sono rimaste che le rovine. Quelli che non furono distrutti dai bombardamenti aerei, furono abbattuti dalle truppe tedesche» [13].

Altri monumenti furono distrutti parzialmente ma comunque in modo grave come l'Ospedale Maggiore [14] e le chiese di Sant'Ambrogio e di Santa Maria delle Grazie a Milano [14-17], il camposanto di Pisa [18-21], la chiesa di San Lorenzo fuori le mura a Roma [22-29], la chiesa e il convento di Santa Chiara a Napoli [30] e così tanti altri; ma sicuramente, fra tutti gli avvenimenti documentati, un interessamento particolare fu riservato al complesso monumentale di Montecassino [31-40], dove alcune parti vennero completamente distrutte e altre pesantemente danneggiate tanto da assurgere a simbolo della desolazione e della devastazione della guerra: «chi viaggia da Roma a Cassino e leva gli occhi verso la cima di Montecassino ha già una prima visione del disastro; le linee poderose e nette della badia sono sconvolte. Ai piedi della montagna la città di Cassino è ormai una palude malarica, rotta da cumuli di macerie. Sui fianchi del monte sorgono i tronchi scheletrici delle elci e delle querce e più su si aprono crateri di bombe pieni di acqua fangosa» [31].

Ma mentre scorrono i titoli degli avvenimenti bellici che hanno coinvolto il mondo intero, si intravedono contemporaneamente i primi segnali di ripresa, e quanto più appare grave la distruzione tanto più si avverte la necessità di ricostruire e di risorgere dalle macerie.

Il quotidiano si occupò di tutti gli aspetti della ricostruzione, a partire da quelli di carattere etico-morale e religioso, socio-economico e politico, per arrivare a quelli più prettamente e necessariamente materiali, toccando tematiche in merito all'individuazione e definizione degli ambiti di specifica competenza degli enti preposti alla ricostruzione [41], alla riorganizzazione dell'amministrazione delle Belle Arti [42-44], alle modalità, metodologie e alla tempistica della "ricostruzione" dei monumenti e, non ultimo, al reperimento delle materie prime e dei fondi necessari [45, 46].

Al di là del profondo rammarico e dello stato d'impotenza che si avverte quando la perdita è totale, si scorge la volontà e la necessità di cogliere gli aspetti positivi e una "logica" anche nelle distruzioni perpetrate senza logica alcuna, se non quella della distruzione stessa.

In alcuni casi, dei quali è sintomatico l'esempio di Palestrina, le demolizioni rimisero in luce strutture più antiche, che prontamente si decise di valorizzare [47]; in altri casi si pensò di ricostruire le case demolite in aree attigue al centro storico, cercando di risolvere i problemi igienici, dell'approvvigionamento idrico e delle comunicazioni.

Nel 1945 si diede inizio ad una prima fase di lavori che, sia a Roma che in tutta Italia, fu interamente dedicata a interventi di prima necessità, che principalmente prevedevano la realizzazione di coperture negli edifici scoperti e/o sventrati.

Nel 1946, si diede inizio alla seconda fase dei lavori per il restauro dei monumenti danneggiati dalla guerra che riguardarono numerose città italiane, dove furono alacremente portati avanti i lavori per garantire una rapida ripresa.

Nelle pagine del giornale, come precedentemente accennato, si dà notizia dello stato di avanzamento dei lavori prioritariamente in Italia, ma volgendo uno sguardo anche alla situazione internazionale. Vengono documentati numerosi interventi come quelli attuati nella basilica di San Lorenzo a Roma [22-29], i restauri degli affreschi eseguiti dall'Istituto Centrale del Restauro nella Cappella Mazzatosta del Tempio di Santa Maria della Verità di Viterbo e nel Camposanto di Pisa [18, 20, 21, 48-50], e ancora la ricostruzione dei ponti di Firenze [9], i restauri della chiesa di Santa Maria delle Grazie a Milano [15, 16], per arrivare agli interventi eseguiti nella chiesa di Santo Stefano di Vienna [51] e nella cattedrale di Friburgo [52] e così di seguito.

Dalle pagine del quotidiano emergono molte componenti delle problematiche al centro del ricco dibattito, iniziato già in piena guerra, condotto da architetti, ingegneri, urbanisti, archeologi, storici dell'arte, funzionari dei vari enti e quanti si trovarono a vario titolo coinvolti nella difficile opera della ricostruzione. A partire dai problemi rilevabili a scala urbana - nelle città in cui la guerra aveva sconvolto le dinamiche interne e gli assetti originari, la soluzione dei quali, come sottolinea l'autore che si firma Alfa, nell'articolo *Per la ricostruzione* [53], si sarebbe potuta attuare solo studiando, piani regolatori che tenessero conto della conformazione e della storia di ciascuna città - per arrivare ai problemi che riguardano la consistenza materica del monumento.

La testata giornalistica documenta i casi in cui il restauro comportò una vera e propria ricostruzione, operazione talvolta favorita dal tipo di tecnica costruttiva adottata, come per le strutture realizzate in pietra da taglio che poterono essere ricomposte per anastilosi, intervento eseguito ad esempio per la ricostruzione del Ponte Santa Trinita a Firenze: «la Sovrintendenza alla Belle Arti ha dato annuncio del rintraccio della testa della «Primavera», una delle mirabili statue del Ponte di Santa Trinita. Questo rinvenimento, che si aggiunge a quello di altri preziosi frammenti effettuato negli scorsi giorni, fa parte della complessa opera di ricupero dei materiali del Ponte (...). Quanto alla ricostruzione del Ponte, si apprende che la Sovrintendenza è in possesso di elementi precisi che permettevano di eseguire il rifacimento secondo le sue linee originali. Tra l'altro, si conserva un prezioso libretto di appunti dei fratelli Parigi, gli architetti del Ponte, contenente misurazioni e disegni. Il progetto del Ponte è opera, come è noto di Bartolomeo Ammannati» [9]. Vengono inoltre documentati i casi in cui, come nella chiesa di Santa Chiara a Napoli, si preferì recuperare l'aspetto più antico del monumento sacrificando i resti delle stratificazioni storiche successive.

Tanti interventi di restauro eseguiti in quegli anni sui monumenti vengono menzionati nel quotidiano solo per informare dell'inizio dei lavori o della loro felice conclusione, senza però entrare in merito alle metodologie e ai criteri adottati, mentre particolare attenzione è riservata agli interventi condotti dall'Istituto Centrale del Restauro sotto la direzione di Cesare Brandi, dei quali R. A. Squadrilli descrive la procedura seguita per recuperare e catalogare i frammenti e le tecniche utilizzate per la reintegrazione delle lacune pittoriche. Risulta inoltre documentato lo scrupoloso e competente operato delle Soprintendenze Regionali che, talvolta grazie a interventi preventivi, riuscirono a evitare la catastrofe [30, 54-56] e talaltra intervennero prontamente per limitare i danni e salvare il salvabile [16, 57].

Non manca infine uno speciale riconoscimento e ringraziamento al Sommo Pontefice, che nel 1943 creò la Pontificia Commissione Centrale per l'Arte Sacra, e alla Pontificia Commissione Centrale stessa che si prodigò sia nella realizzazione di interventi preventivi di protezione [58] e sia per «il ripristino degli edifici di culto, e conseguentemente dei monumenti che costituiscono la parte più cospicua del patrimonio d'arte nazionale» [58, 59].

L'Osservatore Romano offre, dunque, uno spaccato significativo della temperie culturale degli anni a cavallo tra la fine della Seconda guerra mondiale e gli anni del dopoguerra; in esso è possibile individuare i principi, le problematiche e i "compromessi" con i quali si dovettero confrontare quanti si trovarono ad intervenire sugli effetti della guerra, nella ferma convinzione e, al tempo stesso, nella necessità di dover conservare e tramandare qualcosa di più delle sole rovine.

3. Rapporto tra conflitto e informazione (F. O.)

I conflitti che ciclicamente interessano numerose aree del pianeta, con vari livelli di gravità ed estensione, oltre all'evidente e primaria minaccia per le popolazioni coinvolte, recano grave rischio anche ai patrimoni artistici e culturali delle zone di guerra. Giova ricordare che durante qualsiasi conflitto armato, la distruzione dei beni storico-culturali, è da considerarsi a pieno titolo un crimine di guerra, come chiaramente afferma il Protocollo dell'Aia del 1954, proprio riguardo alla protezione dei beni culturali. Sovente però anche con l'ampliamento di tale e condivisa definizione di bene culturale, consentita dagli strumenti normativi successivi come le convenzioni UNESCO del 1970 e 1972, si assiste a sistematiche distruzioni in aperta violazione delle convenzioni internazionali; purtroppo, se risulta complesso in periodo di pace preservare i beni culturali dal degrado, da furti e saccheggi, tale difficoltà assume caratteri drammatici nel corso di una guerra, quando gli asti, i fanatismi e lo stato di indigenza, inducono le parti ad azioni aberranti, in pieno contrasto con il vigente diritto umanitario.

Poter disporre quindi di informazioni tempestive, circa le azioni in corso nelle aree di interesse ed immediata contezza dei danni inflitti, diviene fondamentale per pianificare interventi di tutela, dove possibile, rendendo pubblico lo scempio in atto.

Ciò detto, e come intuibile, il rapporto diretto tra mezzi di comunicazione di massa e la guerra è stato, fin dalla nascita dei primi strumenti d'informazione, caratterizzato da un crescente ed intenso legame di reciproca dipendenza; lo sviluppo e le innovazioni nel settore della comunicazione risultano così, di volta in volta, funzionali alla progressione delle operazioni e dei conflitti armati trovando, nel contempo, un settore di sperimentazione e sviluppo delle proprie potenzialità proprio negli eventi bellici.

Tale processo, iniziato con l'avvento del telegrafo ottico nel 1793, affronta una svolta proprio nella Guerra del Vietnam, il primo evento bellico ad essere *narrato* dalla televisione divenuta uno strumento di propaganda; con la Prima Guerra Mondiale, tutte le nazioni coinvolte, seppur in forme diverse, crearono strutture di controllo dell'informazione, con funzioni di censura e creazione di informazione. Accanto alla stampa, poteva ora essere sfruttato il cinema un altro grande mezzo di comunicazione di massa; strumenti fondamentali per raggiungere anche le masse non alfabetizzate, i cinegiornali e i film di guerra costituirono uno strumento essenziale per raccogliere consensi essendo divenuta necessaria, per la gestione della guerra, la mobilitazione delle opinioni.

Nella Seconda Guerra Mondiale gli apparati politici e militari ben compresero le enormi potenzialità di uno strumento, come la radio, che per la prima volta avrebbe potuto raggiungere le grandi masse ed indirizzare l'opinione pubblica, tentando di usarlo come strumento di controllo sociale. Solo più tardi il sistema informativo di massa, ormai svincolato dal recinto della funzione propagandistica salvo alcune totalitaristiche eccezioni, ha contribuito a spostare buona parte dell'opinione pubblica su posizioni critiche, con riflessi inevitabili anche sull'andamento dei singoli conflitti, fornendo la reale percezione di quanto in corso.

In ogni caso una strumentalizzazione, più o meno prevista e costruita, risulta spesso inevitabile nella diffusione dell'informazione di guerra, soprattutto da parte dei media direttamente dipendenti e controllati dalle fazioni in campo.

I più recenti conflitti in Medio Oriente hanno riportato drammaticamente alla coscienza collettiva la piena consapevolezza che non solo il patrimonio umano, ma anche quello monumentale, rischia di essere distrutto se non adeguatamente tutelato confermando il nostro ruolo di custodi, mai proprietari, dei beni artistici e dei monumenti a noi trasmessi.

Particolarmente eloquenti risultano le distruzioni attuate in Siria dal 2011, da parte dello stato Islamico d'Iraq e Siria (ISIS), a danno dell'antichissimo patrimonio storico-artistico dello Stato siriano, costituente importante testimonianza della natura multietnica della società e delle numerose civiltà che nel corso dei secoli hanno dominato la Siria tra i quali seleucidi, romani, sasanidi e omayyadi.

Tra il 2015 e il 2017 lo Stato Islamico ha conquistato il sito archeologico siriano di Palmira operando una devastante distruzione di rovine di età romana come il Tempio di Bel, dedicato al dio Bel (Giove per i romani), il Tempio di Baalshamin (fig. 2) e l'Arco di Trionfo edificato dall'imperatore Settimio Severo; fortunatamente alcuni dei tesori architettonici di Palmira furono trasferiti per tempo nei musei di altri Stati del mondo per essere protetti dal conflitto.

Oltre a Palmira subirono danni anche altri tesori artistici del Paese come, nel 2015, il Monastero di Mar Elian risalente al quinto secolo d.C., e costituente importante testimonianza della religione cristiana in Siria; il monastero era dedicato a San Ellian, ucciso dai romani nel 285, e la cui tomba si trovava all'interno del monastero prima della profanazione dei miliziani fondamentalisti che ne hanno rimosso il corpo per poi distruggere l'intero complesso, che era stato restaurato nel 2000, con escavatori e buldozzer.

Dichiarata dall'UNESCO patrimonio mondiale dell'umanità nel 1986, anche la città di Aleppo, ha subito ingenti danni al suo patrimonio storico; tra i monumenti della città seriamente danneggiati si ricordano in particolare la Grande Moschea degli Omayyadi, costruita nel 715 d.C. e oggi completamente distrutta. Fortunatamente la Grande Moschea Omayyade di Damasco non ha subito la sorte toccata all'omonima moschea di Aleppo, ovvero la completa distruzione, ma ne è stato seriamente danneggiato il grande mosaico che orna la facciata principale, per i colpi di mortaio inferti dalle truppe ribelli. Analoga sorte ha investito il sito assiro di Nimrud, l'antica Kalkhu, fondata da Salmanassar I (1273-1244 a.C.) e scelta poi da Assurnazirpal II (883-859) come nuova capitale. Gli attacchi mostrati dai media nei video propagandistici dell'11 aprile 2015 e del 7 giugno 2016 evidenziavano l'esplosione del palazzo nord-ovest di Assurnasirpal II e quella del tempio di Nabu dell'età di Adad-nirari III (810-783 a.C.) e della regina Sammuamat. Successivi reportage hanno documentato i resti in macerie dei grandi *lamassu*, leoni alati androcefali (fig. 3), di guardia alle porte di ingresso della sala del trono del palazzo nord-ovest e i muri crollati con i resti degli ortostati con il ciclo dei geni alati e dell'albero sacro delle sale nell'area del *bitanu*, la parte cerimoniale più privata della reggia.



Figura 2. Palmira- distruzione del tempio di Baal (<https://archeologiavocidalpassato.com/tag/distruzione-sito-di-nimrud/>).



Figura 3. Iraq Nimrud- distruzione del lamassu (<https://archeologiavocidalpassato.com/tag/distruzione-sito-di-nimrud/>).

Oltre alla distruzione perpetrata i mass media hanno documentato un massiccio fenomeno di espoliazione e saccheggio; nel giugno del 2019 un articolo del *The Syrian Observer*, riprendendo fonti anonime di attivisti siriani e media dell'opposizione al regime siriano, denuncia saccheggi da parte delle milizie iraniane: “*L’Organizzazione umanitaria iraniana al-Mehdi ha ottenuto il permesso dal generale Javad al-Ghaffari, capo delle forze iraniane ad Aleppo, di scavare aree della città vecchia di Aleppo...controllate dalla Guardia Rivoluzionaria iraniana (IRGC)*” [60].

Quindi, se da un lato per i miliziani ogni distruzione pubblica significò un passo avanti verso il proprio folle progetto di cancellare un intero patrimonio nazionale per privare un popolo

dei propri simboli, dall'altro non nasce solo dall'azione di fanatici irrazionali, ma è parte di un'agenda metodica e predeterminata. L'iconoclastia così concepita, motivata o meno dalla volontà di fare pulizia culturale, o da scopi propagandistici, è gestita in maniera professionale e riesce a conquistare le prime pagine, ma non è la più importante causa delle operate distruzioni; al contrario, invece, i saccheggi alla base del commercio di antichità sembrano essere un fattore molto più significativo. Trasformare le antichità o porzioni di esse in reperti, e convertire il materiale archeologico in feticci d'arte decontestualizzata, risulta così essenziale per creare un mercato, mentre internet e la liberalizzazione del mercato globale creano un'efficace infrastruttura per commerci e pagamenti.

Emerge quindi un altro inquietante aspetto: sono venduti i reperti che è possibile smerciare e si distruggono quelli che non hanno mercato, secondo una logica contraddittoria che obbedisce a criteri di convenienza economica più che ideologica. Questo segnò nel conflitto siriano-iracheno, la sorte di grandi monumenti come il *lamassu* il genio che vegliava, come detto, sui portali delle regge assire e che, non essendo trasportabile, non avevano valore commerciale.

Al di fuori poi dei campi del conflitto i mass media hanno assunto un ruolo fondamentale nel riportare ogni singolo fotogramma della guerra siriana all'attenzione del pubblico globale, fornendo prospettive diverse, spesso contrastanti, sugli scontri e le dinamiche che caratterizzano il conflitto. D'altronde, la massiccia presenza di video online e dei sempre presenti social media, ha consentito una grande e costante documentazione degli eventi.

L'informazione è un'arma estremamente potente e il suo controllo può risultare determinante in un conflitto estremo come quello siriano riportato. Analizzando le fonti, si può infatti notare che quelle considerate ufficiali e quindi attendibili sono in realtà caratterizzate dalle contraddizioni più evidenti; diventa quindi imprescindibile, per formare un quadro realistico della situazione, confrontare costantemente le varie informazioni e versioni fornite effettuando un'analisi critica dei fatti riportati, sempre senza perdere di vista il quadro nel suo complesso. Per il patrimonio culturale ed i danni ai monumenti diventa fondamentale la costante informazione disponibile, sia per avere informazioni in tempo reale dei danni causati, sia per poter programmare le possibili azioni di tutela, diretta o indiretta, per la salvaguardia dei beni, laddove attuabile e possibile.

4. Conclusioni

Dalla disamina delle testate giornalistiche e dei reportage di guerra emerge il ruolo imprescindibile tanto dell'informazione sugli eventi, che nel tempo è diventata sempre più variegata e completa, quanto della documentazione, anche fotografica, dello stato dei luoghi e, in particolare, dei monumenti e degli edifici storici prima e dopo la loro spietata e inaccettabile distruzione. Proprio la documentazione minuziosa e circostanziata, mirabilmente raccolta da tecnici delle soprintendenze, operatori, giornalisti e quanti a vario titolo si trovarono a dover lavorare in emergenza, oltre che la volontà e la necessità di dover tramandare qualcosa di più delle sole macerie, sono state la base e il volano per la ricostruzione delle nostre città lacerate dai bombardamenti della Seconda Guerra mondiale. Grazie al mirabile lavoro svolto instancabilmente in un momento in cui «le teorie del restauro caute ed equilibrate, da pochi anni entrate nella pratica dei restauratori subivano un grave colpo, mentre si faceva drammatico il problema della conservazione delle vecchie città e dell'ambiente storico tradizionale» [61], così come chiaramente si evince anche dalle testate giornalistiche dell'epoca, e con un continuo e progressivo affinamento perseguito nei decenni successivi, si approdò alle moderne teorie del restauro; quelle teorie che con coscienza e lungimiranza dovranno guidare anche gli interventi sulle città colpite dalle

devastazioni delle guerre recenti, talune ancora in corso, delle quali si è dato cenno nel presente articolo, rinnovando la «speranza che tutto questo non debba ripetersi mai più, in nessun paese del mondo» [61].

Riferimenti

- [1] Putzu M.G. (2021) Dall’anastilosi alla ricostruzione. Il caso dei Fori Imperiali a Roma e raffronti in ambito nazionale e internazionale, Mancini R., Dal Mas R. M., Putzu M.G. (a cura di), Architetture per il restauro: l’anastilosi, Sapienza Università Editrice, Roma.
- [2] Putzu M.G. (2008) “L’Osservatore Romano”, Treccani G.P. (a cura di), Monumenti alla guerra. Città, danni bellici e ricostruzione nel secondo dopoguerra, «Storia Urbana», 1578.15, pp. 331-336.
- [3] Sulle navi di Nemi (1944) «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 9-10 dicembre 1944, n. 289, p. 4.
- [4] Campanili distrutti nell’Italia Centrale (1944) «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 28 settembre 1944, n. 228, p. 2.
- [5] La situazione di Forlì (1944) «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 17 novembre 1944, n. 270, p. 2.
- [6] Bartocetti C. (1944) La strage dei campanili, «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 21 dicembre 1944, n. 298, p. 1.
- [7] Danni ad opere d’arte in Lombardia e nel Veneto (1945) «L’Osservatore Romano», anno LXXXV, 5 maggio 1945, n. 103, p. 2.
- [8] I lavori di ricostruzione a Verona (1947), «L’Osservatore Romano», anno LXXXVII, 7 agosto 1947, n. 182, p. 4.
- [9] La ricostruzione del Ponte a Santa Trinita (1944) «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 11 ottobre 1944, n. 239, p. 1.
- [10] De Gregori L. (1944) I pericoli e lo scampo delle biblioteche italiane nella guerra, «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 15 ottobre 1944, n. 243, p. 3.
- [11] Squadrilli, R. A. (1945) Gli enormi danni delle biblioteche provinciali d’Italia, «L’Osservatore Romano», anno LXXXV, 4 febbraio 1945, n. 23, p. 3.
- [12] Gallo A. (1947) Fuochi di guerra in biblioteca, «L’Osservatore Romano», anno LXXXVII, 24 agosto 1947, n. 195, p. 3.
- [13] Monumenti di Varsavia distrutti (1946) «L’Osservatore Romano», anno LXXXVI, 9 gennaio 1946, n. 7, p. 1.
- [14] La ricostruzione a Pavia e a Milano (1945) «L’Osservatore Romano», anno LXXXV, 23-24 luglio 1945, n. 168, p. 2.
- [15] La chiesa delle Grazie a Milano riaperta al pubblico (1945) «L’Osservatore Romano», anno LXXXV, 2-3 luglio 1945, n. 150, p. 1.
- [16] Gengaro M. L. (1947) A proposito del restauro delle Grazie di Milano, «L’Osservatore Romano», anno LXXXVII, 16 marzo 1947, n.63, p. 3.
- [17] Sant’Ambrogio a Milano (1945) «L’Osservatore Romano», anno LXXXV, 8 dicembre 1945, n. 284, p. 4.
- [18] I danni al Camposanto Vecchio di Pisa (1944), «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 22 settembre 1944, n. 223, p. 1.
- [19] Le condizioni di Pisa (1944) «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 7 ottobre 1944, n. 236, p. 2.
- [20] Squadrilli R. A. (1944) Il restauro degli affreschi bombardati, «L’Osservatore Romano», anno LXXXIV, 9-10 dicembre 1944, n. 289, p. 3.
- [21] Gli affreschi del Camposanto di Pisa saranno restaurati a Roma (1945) «L’Osservatore Romano», anno LXXXV, 16 marzo 1945, n. 62, p. 2.

- [22] Il Santo Padre tra i fedeli della Sua Diocesi di Roma colpiti dall'incursione aerea, (1943) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIII, 21 luglio 1943, n. 162, p. 1.
- [23] Una lettera del Sommo Pontefice al Cardinale Vicario in Roma, (1943) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIII, 22 luglio 1943, n. 163, p. 1.
- [24] C.R. (1943) La Patriarcale Basilica di San Lorenzo extra moenia. I lavori del passato secolo – La munificenza di Pio IX, «L'Osservatore Romano», anno LXXXIII, 9-10 agosto 1943, n. 184, p. 2.
- [25] Consacrazione di stabili (1944) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 31 marzo 1944, n.77, p. 2.
- [26] San Lorenzo risorge (1944) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 13 agosto 1944, n.190, p. 3.
- [27] Per i restauri di San Lorenzo al Verano (1946) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 18-19 marzo 1946, n. 66, p. 2.
- [28] Josi E., I restauri in San Lorenzo al Verano e le sue decorazioni (1946) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 18 luglio 1946, n.166, p. 2.
- [29] I lavori nella basilica di San Lorenzo (1946), «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 8 agosto 1946, n.184, p. 2.
- [30] Squadrilli R. A. (1945) La guerra attuale e i monumenti d'Italia, «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 25 marzo 1945, n. 69, p. 3.
- [31] Montecassino (1944) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 20 dicembre 1944, n. 297, p. 2.
- [32] Cosa resta di Montecassino (1944) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 30 dicembre 1944, n. 306, p. 2.
- [33] Per la ricostruzione di Montecassino (1945) «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 9 febbraio 1945, n. 32, p. 2.
- [34] Pennacchini E. (1945) Desolazione di Cassino, «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 25 febbraio 1945, n. 46, p. 2.
- [35] Verso la resurrezione dell'Abbazia di Montecassino (1945) «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 17 marzo 1945, n. 63, pp. 1, 2.
- [36] Per la ricostruzione della Badia di Montecassino (1945) «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 16-17 aprile 1945, n. 88, p. 2.
- [37] I lavori di ricostruzione a Montecassino (1945), «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 19 Agosto 1945, n. 190, p. 4.
- [38] Ispezione ai lavori di Montecassino (1946) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 31 luglio 1946, n.177, p. 2.
- [39] Iniziative per la ricostruzione a Montecassino (1946) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 25 agosto 1946, n.198, p. 2.
- [40] Il terzo anniversario della distruzione di Montecassino (1947), «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 16 febbraio 1947, n. 39, p. 2.
- [41] Squadrilli R. A. (1945) La ricostruzione delle chiese d'Italia, «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 11 novembre 1945, n. 261, p. 3.
- [42] Commissione consultiva per le antichità e Belle Arti (1944), «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 21 ottobre 1944, n. 248, p. 2.
- [43] La commissione “Storia e Arte” del comune di Roma (1945) «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 25 gennaio 1945, n. 19, p. 2.
- [44] La competenza dei lavori pubblici devoluta al Ministero dei LLPP (1945) «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 12-13 febbraio 1945, n. 35, p. 1.
- [45] Fondi per i monumenti danneggiati dalla guerra (1945), «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 22 febbraio 1945, n. 43, p. 2.

- [46] La ricostruzione a carico dello stato dei beni danneggiati dalla guerra (1947) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 23 marzo 1947, n. 68, pp. 3, 4.
- [47] Le bombe e il tempio della Fortuna Prenestina (1944) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 8 settembre 1944, n. 211, p. 2.
- [48] Restauri nei principali monumenti di Viterbo danneggiati dalla guerra (1944) «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 6 dicembre 1944, n. 286, p. 2.
- [49] Squadrilli R.A. (1946) La mostra dei restauri di Lorenzo da Viterbo, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 24 maggio 1946, n.122, p. 2.
- [50] ARI (1947) Un capolavoro del restauro, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 26 giugno 1947, n. 146, p. 2.
- [51] ARI (1946) Santo Stefano di Vienna restaurato da una donna, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 12 gennaio 1946, n. 10, p. 1.
- [52] C.I.P. (1946) La salvezza della cattedrale di Friburgo dovuto all'aiuto svizzero, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 11 aprile 1946, n. 85, p. 4.
- [53] Alfa (1944) Per la ricostruzione, «L'Osservatore Romano», anno LXXXIV, 9 novembre 1944, n. 263, p. 1.
- [54] Chimenton C. (1947) Danni di guerra e restauri nella cattedrale di Treviso, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 26 ottobre 1947, n. 249, p. 3.
- [55] Chimenton C. (1947) La cattedrale di Treviso. Come si è salvata la cappella dell'Annunziata, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 2 marzo 1947, n. 51, pp. 3, 4.
- [56] Preziosi dipinti tornano a Venezia (1946) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVI, 15 maggio 1946, n. 114, p. 2.
- [57] Biagetti B. (1947) La cupola di Loreto restaurata, «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 22 maggio 1947, n. 117, p. 4.
- [58] Lavori nelle catacombe romane (1945) «L'Osservatore Romano», anno LXXXV, 6 aprile 1945, n. 79, p. 2.
- [59] La ricostruzione del patrimonio sacro in Italia (1947) «L'Osservatore Romano», anno LXXXVII, 2 marzo 1947, n. 51, pp. 2.
- [60] Zaman Al Wasl sul The Syrian Observer (2019) <https://www.archeologiaviva.it/18125/afghanistan-yemen-siria-iraq-aggiornamenti-sul-patrimonio-culturale-in-guerra/>.
- [61] Ceschi C. (1970), Teoria e storia del restauro, Mario Bulzoni Editore, Roma.

The Fairground of Lebanon in Tripoli between pre-war and post-war period. Events, Meanings and Future

Albani Francesca – Department of Architecture and Urban Studies, Politecnico di Milano, Milano, Italy,
francesca.albani@polimi.it

Zaatar Joe – Ph.D. program in Preservation of the Architectural Heritage, Department of Architecture and Urban Studies, Politecnico di Milano, Italy, joe.zaatar@polimi.it / joe.zaatar@hotmail.com

Abstract: The famous Fairground of Lebanon in Tripoli, designed by architect Oscar Niemeyer in collaboration with many Lebanese architects and engineers, was built from 1963 to 1975 and never completed. It was occupied by armed forces and then by a foreign army during the “civil” war (1975-1989) until it was abandoned around 1995. Since such information is sensitive, it is not easy to find or gain access to documentation about the wartime period. The rare traces of the military occupation can be found in the documentation preserved in the basement of the Fair, in some feasibility studies held by former politicians, in visible traces on concrete walls, and in some interviews. These sources confirm that this unique utopian place was used for a considerable time for violent actions. The paper aims to investigate what happened during these years (1975-1995).

Recently, the high interest from abroad stimulated the promulgation of a law in March 2022 for its reorganisation. A knowledge of events during this period could contribute to defining the strategy for the future of this architectural complex, as an outstanding example of Lebanese Modernism in architecture.

Keywords: Lebanon, Modernism, Oscar Niemeyer, War, Conservation

1. Introduction

In March 1957, the Government of the Republic of Lebanon was studying the idea of building a trade fair site like the ones in the developed West. The idea was to promote trade and commerce with the world. Given Lebanon’s liberal structure, economic motivations were on the agenda of the central government. With the Ministry of Plan, a study was undertaken for a Trade Fair in the modern Capital of Beirut [1]. Back then, after the Second World War, the Lebanese economy was closely related to that of the international developed countries, mainly for imports and less for exports. In July 1957, the local newspaper *Le Commerce du Levant* published a short article which stated: “At the end of a series of meetings during which measures likely to develop Lebanon’s economy were reviewed, the Exhibitions Commission of the Ministry of Plan proposed to the Government to organise on one of the plots of the former Bir-Hassan airport, an international exhibition that would be called the ‘PERMANENT FAIR OF BEIRUT’. This project, the implementation of which requires significant bank credits, will be examined by the Council of Ministers over the next week” [2]. In the 1950s and 1960s, during the cold war, Lebanon was not officially allied to either of the fronts. From 1958 to 1961, Syria was a more powerful radical Arab State governed by the Egyptian President Abdel Nasser and an ally of the U.S.S.R., which conflicted with the economic liberalism system adopted in smaller Lebanon [3]. In the Middle East, following the withdrawal of the colonial powers, many Arab countries were governed by dictatorships. At the same time, Lebanon was a Republic open to outward services-oriented sectors (between the West and the Arab world). This freedom attracted the

elite, enduring nationalisation in many Arab countries, and encouraged them to move to Lebanon, which improved the economy during the so-called golden age. In 1957, the journalist Kesrouan Labaki's writings clearly explained the process: "Because, in the almost general uncertainty of the situation in the region, Lebanon conveys the comforting spectacle of a balanced country. Because Lebanon refuses adventures and remains faithful to its destiny, it increasingly appears the only haven of true peace in the Arab world. Everything that flees all around us today comes first to us and often settles in our homes. Everything, meaning, people, goods, and capital" [4]. In the past, many studies have dealt with the Fair, its conception, design, and implementation, but very few have looked at its use during the "civil war". This place has acquired different meanings in opposition to what it was meant to be. It is critical to investigate more closely to understand the Fair's different roles within Lebanon's political history.

2. Project and Construction

2.1 The program of the Fair

On 4 January 1958, the Chamoun government communicated the continuation of the Fair's program [5]. The International Fair project in Beirut was under study with a "Commission for the international fair of Beirut" at the Ministry of Planning. Charles Tyan was its President with eight members, Edmond Téhini, Paul Khlat, Moustapha Nsouli, Francis Ishac, Abdel Wahab Rifai, Abdallah Nourallah, Jean Ziadé, Rached Fakhry. The purpose of this commission was to prepare the necessary studies for creating an International Fair in Beirut starting in 1959. In addition, the members of the committee would have to deal with the following eight issues: 1-To establish the internal status of this Fair; 2-Decide where it would be built; 3-Submit an estimate of the costs that such a project would require; 4-Open the necessary credits to realise this project in collaboration with the Ministry of Finance; 5-Propose the appointment of a committee to develop the project; 6-Control all agreements that will have to be respected; 7-Set the opening date; 8-Make all the necessary proposals for this Fair's smooth running and success. Between March and June 1958, conflict started to break out in several parts of Lebanon. In Tripoli, the Arabists, supported by the political changes in Syria, led an armed conflict against President Chamoun's decision to run for election again. When a coup in Iraq led by Arab nationalists was successful and destabilised the country, the Lebanese President required immediate Western assistance. The "Lebanonists" with a decisive intervention of the US Marines, stopped the opponents to his government. At the Annual Economic Congress of Lebanon, the Tripoli Chamber of Commerce urged the Ministry of Planning to carry out the project for the Lebanese International Fair and its headquarters in Tripoli. But for the following six months, until the end of the Chamoun government, the new Minister of the Plan, Joseph Chader, pursued the program of the Fair but also to favour the Capital Beirut. He worked on a general reorganisation plan with an ad-hoc committee in the Ministry of Plan to realise that international event to benefit Beirut, which he called "the ideal city for a global exhibition" [6]. The first armed conflict in the Republic of Lebanon ended in September 1958 with the conclusion of Chamoun's mandate and the election of a new President, Fouad Chehab, accepted also by the opposition. This former General, who had previously modernised the Lebanese army [7], became the new President with a six years mandate. The country was divided into religious rather than secular communities: Christians (Maronites, Orthodox, and Catholics), Muslims (Sunnites and Shiites), and the Druze, who ever since the Ottoman period had lived in "strongholds", while the modern capital Beirut and its suburban area progressively became cosmopolitan and multireligious (including many Jews). During this period, the region of central Lebanon, with its capital Beirut, was privileged compared to the

other less favoured Lebanese urban and rural zones in the north, east, and south of the country [8]. President Chehab took decentralised decisions during his mandate from September 1958 until September 1964. In architecture, Modernism was the architectural language of the time, spreading to the young independent nation's underdeveloped regions, cities and towns.

Bringing Modernism first to Tripoli, the second biggest city of Lebanon, was a response to the request from the most significant number of Sunnites in Lebanon. Second, placing it in the North of Lebanon, far from the growing conflict with Israel, mainly in the South, was a safer decision. Third, distributing State wealth in the hopes of bringing a modern economy to a territory that had lacked prosperity since the beginning of the 20th century (the Ottoman Empire had elevated Beirut to the status of an essential chief town called Elayet, making it independent from Damascus at the end of 19th century), would help overcome the long crisis of stagnation in the millennial city of Tripoli. Finally, applying this propaganda in a new Lebanese context would realistically rebuild a trusted relationship with the State and make it their unique referent for all Tripolitans from then on.

2.2 Location of the Fair

Newspaper titles started introducing the name of Tripoli beside Beirut when mentioning the Fair's location. Pierre Gemayel, the new Minister of Public Works, submitted his project to the Council of Ministers to create a Permanent International Exhibition in Lebanon. Given the importance of the project, the Council decided to hold a special meeting in December 1958. Again, the Economic bureau for the renaissance of North Lebanon sent telegrams to the competent authorities requesting that the International Fair, whose organisation was being studied in Beirut, should be located in Tripoli. On Christmas Eve 1958, the local journal specialising in commerce reported on its front page words that reveal a complex situation. This not only dealt with its location in a small country but also considered the uneasy relationship with Syria. The title started with "For a Decentralised Fair" and ended with "Pavilions can be set up in Tripoli, Saida, and Zahlé" [9]. The article referred to the subjects discussed by the Council of Ministers during the preliminary draft of the project. It appears that the Council of Ministers had several formulas to study. It gave attention during the meeting to a decentralised Fair set in a certain number of pavilions in the three Capitals of the Mohafazats (a term coming from the Ottoman period meaning Regions) of Tripoli, Saida and Zahlé. They put the following arguments forward: the distances between the Capital and the three main cities are relatively small compared to larger countries; the decentralised Fair will benefit each Lebanese region, not just the capital and its suburban area, hotels would be modernised and stay open all year round at Zahlé and Saida, instead of in the summer period only. Plans would follow to build a grand hotel in Tripoli. Besides the location, the usefulness of the Fair was again recalled, pointing out textually: "Are we to repeat that the Damascus Fair should not prevent us from organising a Fair in Lebanon?" We cannot wonder if the journalist refers to the competition between the two Fairs as commercial attractions or something else. Probably the rest of his message clarifies this. He added: "Almost two years ago, on 2 March 1957, we addressed the same subject: 1- Damascus is neither Saida nor Tripoli. And the Lebanese leaders do not have to refrain from organising a Fair in Beirut to save the Fair of the Syrian Capital. The Damascus Fair offers only a discreet relative utility to our exhibitors in the current state of Syrian-Lebanese relations. 2- We had, in previous years, the opportunity to visit the Damascus Fair. And we must point out that this event has gone into regression. It is, therefore, likely sooner or later to close. 3- The Lebanese Pavilion at the Damascus Fair has always been miserable. All

visitors agree that it is better not to be represented at any event than in these conditions.
4- With the economic *dirigisme* in force in Syria, Damascus is not ideal for an international

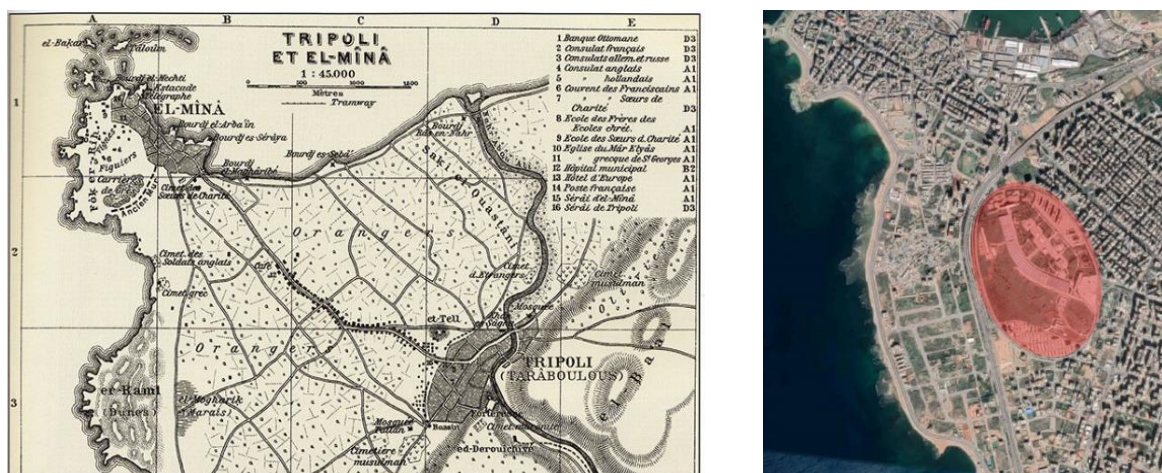


Figure 1. Tripoli with El-Mina,1906 by Baedeker travel guides, and position of the Fairground in 2019 (google maps)

exhibition. This is not the case in Beirut, which has become the financial and primarily commercial capital of the countries of the Fertile Crescent, Iran, Saudi Arabia, and the Principalities of the Persian Gulf. 5- Beirut is equipped with its port and airfield for a Fair. Suppose this Fair is organised, for example, on the site of the former quarantine district. In that case, the exhibited material can be transported easily to the various pavilions. If this material is to be shipped again, it will also be done under favourable conditions. Transport costs will be, in any case, minimal. 6- In a more general way, with all the liberal laws in force in Lebanon, with the free zone of the Port of Beirut, with everything that makes Lebanon the only major centre of wealth redistribution in the Near and Middle East, the whole country is already a huge permanent fair. For all these reasons, we are convinced that an exhibition is assured, at home, of the greatest success". The mere announcement of the upcoming organisation of a Permanent Fair in Lebanon had have an excellent psychological effect. It emphasised that Lebanon had regained its stability and was determined to avoid political adventures.

2.3 The role of C.E.G.P.

In 1960, after the inauguration of Brasilia in Brazil, where the Lebanese diaspora and Government had contributed to its realisation, a dedicated Presidential brochure revealed a close relationship between the diaspora and the Brazilian President Juscelino. In 1961, President Chehab, like his Brazilian counterpart, wanted the famous architect Oscar Niemeyer to design the most significant public project that Lebanon was going to undertake. In 1962, the International and Permanent Fairground for Lebanon in Tripoli started to take shape in study models and papers [10]. In 1963, the first stone was laid by Prime Minister Rachid Karamé, representing the President of the Lebanese Republic [11]. In 1964, the construction site was operational before the end of Chehab's mandate. Delays, a shortage of funds, the Intra Bank crisis, wars or alliances with Israel, conflicts or unions with Syria, conflicts or alliances with the Palestine Liberation Organisation, a shortage of primary materials, and many other factors kept postponing the inauguration until work was almost

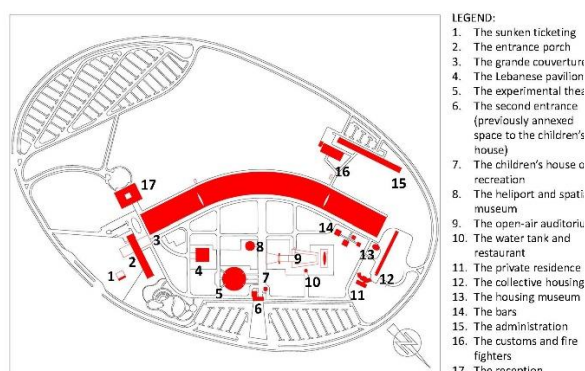


Figure 2. Complex of the fairground and aerial view under construction, 1967. Sources: Masterplan edited by Joe Zaatar and picture from Maud Khlat / archive Emil Khlat

completed around 1975. In May 1973, the Brazilian-born Lebanese director of the Fair, Amado Chalhoub, sent a letter to the Ministry of Economy to ask about the procedure to follow for the handover from the C.E.G.P. (Conseil Executif des Grands Projets) as current custodian of its construction, to the Fair's personnel. The team made up of an appointed board of commissioners, chairman, director, and staff would be in charge of the funds and operativity after the completion of works. He received an answer from the head of the Trade department, Hamda El-Hajj, who suggested starting with the implementation of the decree 6247/1961, which had been put on hold by the law 10479/1962 after the resignation of the first board [12]. In the early 1960s, the C.E.G.P. became the guardian of the Fair's funds and construction, because the first board was unable to cope with the complex studies and construction work for this monumental project.

3. "Civil" War

3.1 The Mini Fair

The Fair's inauguration, planned for June 1976, was suspended because in 1975 war broke out and would last almost 15 years. This notice was drafted in two official minutes of the meeting, one in French and another in Arabic, both signed on 19 May 1975 by Amado Chalhoub. The people present in this meeting were Nouredine El-Ghaziri (architect member of the C.E.G.P.), Adib Mohamed (Head of the Buildings Management Service B.M.S.), Francois Salha (engineer-architect in charge of the Fair project), Hamda El-Hajj (Head of the Trade Department at the Ministry of National Economy) and Amado Chalhoub the key-man in the organisation of the Fair. The primary purpose of this meeting organised by C.E.G.P. was to inform the Ministry of National Economy about the completion of works. Since the war had started in Beirut and tension was rising in all of Lebanon, they needed to take the necessary measures in time to constitute a board with one chairman and six members ready with the employees to operate, manage, and administer the Fair (as per Law 6247/1961) [13]. Before 1967, Allen E. Beach from the International Executive Service Corps (I.E.S.C.) presented production and financial study recommendations for the C.E.G.P. concerning the *Lebanese International Fair at Tripoli* for an inauguration in the next 12 months, meaning in 1968. In March 1967, Robert Warner from the same American company continued his colleague's initial work and completed his report with managerial strategies toward an economic opportunity customised for the Fair. His study took the delays of the uncompleted highway seriously and shifted the inauguration of the Fairground to the predicted arrival date of 1970-1971, meaning three more years at least. The highway did not

reach the Fair in those years [14]. In 1975, before the war, an exchange between Amado Chalhoub and Roger Weber (Secrétaire General de l'Union des Foires) revealed the name of the architect and founder of the Luxembourg Fair to assist in the new launching of the Fair. On 26 February 1975, Jemp Michels (or Jean-Pierre Michels) received an invitation from the C.E.G.P. He visited the Fair for the first time on 1 March 1975 (before the war) to establish a report on what part of Oscar Niemeyer's buildings and landscape would need to be renewed. On 12 March 1975 he submitted a report with annexed plans for the necessary works that required modifications and changes to certain functions, such as the experimental theatre. The intention was to open the Fair by June 1976. On 31 July 1975 (during the war), he revisited the Fair for 15 days, where he presented a couple of brief reports and complaints about the unsigned future assignments. Four years later, in November 1979 (during the war and the Syrian presence), architect Jemp Michels visited the Fair for the last time to update his previous study in a project called the "Mini Fair". The inauguration would be in June 1982. In February 1980, Roger Weber (Secrétaire General de l'Union des Foires) again met the C.E.G.P. and give his endorsement for the "Mini Fair" [15].

3.2 Physical Traces of the War

In 1976, the war halted work, since the Arab Deterrent Force (a coalition of Arab forces, of which over 90% were from the Syrian army and under the direct command of the Syrian regime) took possession of the Fairground and used it as a military base for its soldiers for a couple of years. Later, the Syrian army replaced them and remained in the Fair until the mid-1990s. (The Syrian army, however, remained physically in Lebanon until 2005. Their military presence came to an end after the assassination of Prime Minister Rafic Al-Hariri.) During the presence of both armies, some employees of the Fair were able to work on the Porch Entrance building and for a shorter period in the reception building and private residence. During that difficult period, Amado Chalhoub kept writing brief and precise reports to the chairman of the Fair about the ongoing contacts, works, interventions, and suggestions valuable for the Fair's existence, until his death around 1978 [16]. Some physical traces of the war are still visible in the Fair. One example is the graffiti in Arabic in black on the internal reinforced concrete wall of the customs and firefighters building, praising the Syrian army's presence at the Fair. Another is the traces of bullets and minor explosions on the south side wall of the administration building. Both architectures in the north-west part of the Fair are in the zones least exposed to public view. Another speciality of the occupiers during their physical presence in Lebanon was looting. They stripped materials from the buildings they seized in Lebanon took them back to their own country (toilet cabinets, ceramic tiles, marble, tiled roofs, wooden windows, etc.). No one can say where and how many architectural elements were lost, but at least one bulky piece has left traces in a report. On 2 September 1977, Amado Chalhoub wrote a letter to the Command of the Arab Deterrence Forces (northern division). It was hand-delivered to Captain Ali Cheib (علي شعيب), asking for the return of the "huge" electrical generator for the Fair that was held in Homs by the Syrian government [17]. We did not find a written reply to the letter in the Fair's archive. In the underground archive room of the Fairground, inside the folder *C.C.I.B. Le président* (Chamber of Commerce and Industry in Beirut), we found some first-hand technical reports and photocopies. The various files are written in French or English and cover the period between 1967 and 1981. During these years, four foreign consultants were involved in different periods, visiting Niemeyer's Fair and proposing studies for relaunching the Fair (or part of it).

On 18 November 1977, a description of the conditions of the Fair was typed in a document



Figure 3. A graffiti on the wall of the customs and firefighters building saying Arab Syrian shield forces



Figure 4. A series of bullets on the administration building wall where people were shot, assassinated (interview with artist Knut Asdam in 2019).

in Arabic by the head of the B.M.S. Adib Al-Mohamed. He noted the poor state of the Fair and what needed to be done to revive it. He mentioned the damage done “during the events” of 1976 and 1977. He quantified the cost in Lebanese Liras and recorded the governmental funds available for the Fair. He proposed a program of intervention for the following years. At the end, he pointed out the need to evacuate the Arab Deterrent Force from the Fairground. This to-do list was essential to inaugurate the Fair by June 1982. In his report, Al-Mohamed was keen to mention that looting had left the buildings looking like “concrete skeletons, likewise damaged” [18]. A few weeks later, a similar report to the one signed by Al-Mohammed was drafted in a different order and with slight modifications by the C.E.G.P. (Conseil Executif des Grands Projets). The Council was still the supervisor of the construction of the Fairground, though it had been unable to perform this function ever since its occupation in 1976 by the armed forces. The 11 pages listed the damage and looting, as

well as the repairs needed to complete the third phase of the work essential to move towards an opening date [19]. Interestingly, both studies contained detailed estimates of the cost of repairs based on the materials stripped from the buildings and the resultant damage to the structures and finishes. The Minister for Public works and Transportation, Amin El-Bizri, presented a final version of this report edited and reordered to the Council of Ministers. The content was the same, and the last recommendation stated: “Give the order to the Arab Deterrent Force present in the Fair’s ground and buildings to evacuate” [20]. This meeting probably occurred in December 1977 before the 26th of the same month, when the director of the Fair, Amado Chalhoub, wrote a report asking for the return of the permanent employees that were before the war: Moustafa Ziedé (accountant), Odass Najem (editor), Madeleine Rassi (writer), and two others.

3.3 Uses and Decay

Many reports from the 1980s are kept in another folder *Foire de Tripoli. Le Président*. In 1981, the Minister for the Economy Khaled Jumblatt expounded to the Council of Ministers the continuous collaboration of the C.E.G.P. with the board of the Fair and its employees. Again, the chairman of the Union of Fairs, Roger Weber, and the architect of the Fair of Luxembourg, Jemp Michels, were invited to Lebanon to update their reports and projects, which were submitted in 1975. In April 1981, Nazih Taleb, founder and owner of engineering firm Dar El-Handasah, was involved in the first phase of the construction of the Fair as a sub-consultant for Lot B during the 1960s. He also submitted a complementary study for the C.E.G.P. The Council remained in charge of the funds, while the Fair’s operativity was to the board. The accurate survey of Dar El-Handasah showed a detailed list of items looted between 1976 and 1977, estimated at a value of 15 million Lebanese Liras. The total amount to complete the restoration work, the fittings and finishes, the furnishings, the grounds, and the launching of the Fair, as per coordinated new projects, would reach the cost of 150 million Lebanese Liras. Between 1980 and 1982, the C.E.G.P. selected the vital interventions, and in 1982 they came up with the project called the “Mini Fair”. They again studied the proposals of the former European consultants to work on 40% of the total area of the Fair to restore some of the architecture and their grounds for a lower investment that would be more quickly achievable. The selected portion would include Lot B and have new access from the secondary entrance with parking for 1000 cars in the middle axis of the Dome (experimental theatre) and the outdoor theatre. The buildings chosen for restoration were the Pavilion of Lebanon, the reflecting pool, the outdoor theatre with 750 seats, the water tower, the private residence, and the bars. It was estimated the work could be done in six to eight months if a breakdown of security in Tripoli did not cause delays. In June 1982, the Israeli invasion of Lebanon and the Syrian army’s intervention against the P.L.O.’s intensive activities in Tripoli halted all ongoing repair work on the Fair. The Fair was still without a director and had been since 1978.

On 12 September 1983, the newly appointed director of the Fair, the former accountant Moustafa Iqbal Ziedé, started a new inspection of the Fair’s buildings. The ongoing war in Lebanon did not allow the government, through the Council of Ministers, to elect new directors for the different public institutions in the country, including the Fairground. The death of Amado Chalhoub, most probably in 1978, left his position vacant for some time. The four-page report written in Arabic by Ziedé to the chairman of the board of the Fair, Adnan Al-Kassar, describes the worsened situation inside the buildings and the reduced presence of foreign military personnel. He starts by revealing the state of the basements, filled with two to three meters of water. He says the infiltrations occurred many years before



Figure 5. Inauguration of the first exhibition at Rachid Karami Tripoli Fair, 1995. Source: Mustafa Dernaika

his recent visit, and the Municipality of Tripoli had tried to purge it after a neighbour's complaints of this "infectious swamp". The stagnant rainwater inside the basements of the buildings also damaged the floors and walls. He also reported the new conditions of the recently repaired reception building, which for a short period had hosted some employees, but the interior was completely wrecked. Thirdly, the conference hall, the reception building, the experimental theatre, and some outdoor areas had become stabling for cows and goats. Their imposed presence transformed an extensive area into a farm to serve the military personnel. Fourthly, the Arab Deterrent Force inside the Fair had become insignificant, because the Syrian army had replaced the former A.D.F. in 1979. Limited to the entrances, their number did not exceed 15 components. Minor problems were also reported too. However, the new director requested that preparations should be made to manage the Fair. He asked in the following order to assign a consultant firm to stop the infiltrations of water in the basements, carry out maintenance of the grounds and make repairs to the cracks, the implementation of the gardens and playgrounds, construction of the helicopter landing pad, and newly setting up the reception building for rental, and the organisation of new offices for the employees. He would call in the former security guards employed by the Fair to receive their assignments in coordination with the Arab Deterrent Force. Lastly, the open-air theatre and the conference rooms would need new equipment (the previous seating had been stolen). Ziedé reconstructed a brief history of the decrees issued for the Fair and specified that the most recent one, 10764/1975, was actuated in October, with Article 2 appointing the board and establishing its mission. He added the C.E.G.P. has also been informed in 1975 of the future inauguration, and since then, the Fair, in his opinion, was no longer a place to be built but a place to be organised and managed. Finally, he invited the chairman and the board to take a suitable decision to implement his legal and operative points [21]. C.E.G.P.'s opinion was against Ziedé's vision. They had even requested the return to the former decrees when it was the only guarantor of the Fair and the removal of the appointed director of the Fair for an "authentic and free one" [22].

4. End of the War

4.1 Taef agreement and the Fair

In 1989, the war ended in Lebanon, and the different parties reached an agreement in 1990. The Taef Agreement made the Prime Minister head of State, not the President. The whole country, and, in particular, Beirut, was like a vast work site. The Syrian army still occupied the Fair designed by Oscar Niemeyer. In 1991, the C.E.G.P., merged into the Council of Development and Reconstruction C.D.R., employed a local consulting firm to “reactivate” the Fair. In 1993, The new Prime Minister Rafic Al-Hariri, with the endorsement of the President of the Republic, appointed Mustafa Dernaika chairman of Tripoli’s Fairground, replacing Adnan Al-Kassar after he had held the post for 20 years. He accepted this challenge, asking in exchange from the politicians to make the Fair the only place to host international exhibitions. Someone had to negotiate with the occupiers of the Fair, the Syrian army. We do not know what deal was concluded, but before the inauguration of the first exhibition at the Fair, the consulting firm did an inspection and photographic survey. People in uniform escorted the personnel, and military vehicles belonging to the foreign army were parked inside the premises too. In 1994, the board, with the chairman, inaugurated the first exhibition with a minimum intervention on a small part of the Grande Couverture building. In November 1995, decree 86/1995 gave exclusivity to the Fair for all international exhibitions in Lebanon. The case for exclusivity seemed solid, and the new chairman was confident international investors could be found to launch the Fair as he called it “a centre second to none in the whole region” [23]. The Build, Operate, and Transfer (B.O.T.) system was intended to attract the private sector to join the public sector in investing in trade and commerce in the Fair site. Thought was given to running the Fair with a consortium for exhibitions in different sectors and cultural events. A few months later, the agreement with the Government fell through with the inauguration in Beirut of the BIEL Fair [24]. The various companies in the consortium quit, then the chairman and board resigned.

4.2 National and International Interest in the Tripoli Fair

Many proposals and projects have followed. In the last 15 years, there has been high interest from abroad in the Fair’s architecture (17 buildings designed by Oscar Niemeyer), status (mostly ruined or in need of preservation), its commercial potential (as a prime real estate location) or strategic advantage (facing the Mediterranean Sea and a seaport), and much else. The rush to reuse the buildings has undoubtedly led to unauthorised work inside the Fair, like transforming the collective habitat into a hotel. Other projects have been less aggressive, like restoring the reception building to host a contemporary Minjara (an Arabic word for wooden carpentry). Many architectural works in the fair remain in ruins. In 2006, then around 2018-2019, representatives of the Chinese Government visited Lebanese strategic partners at the site and proposed a masterplan project to transform the Fair into a Free Trade Zone for commercial products. Local companies connected to politicians are eager to transform the existing architecture wholly or partly and speculatively develop it. Since October 2019 and during the unprecedented Lebanese economic crisis, these ideas seem to be on hold. In 2018, a global institution like UNESCO commissioned the Getty Foundation Keeping it Modern initiative to study a Conservation Management Plan for the architecture [25]. All this interest from West and East recently stirred the curiosity of the current Lebanese governing class, which issued a law in March 2022 for the *Reorganisation of the Fair*. The Fair, consisting of a concentration of Modernist architecture, is still seen as a commodity rather than a Cultural Heritage.

5. Conclusion

During its conception, a similar Fair did not exist “between Italy and Japan”. Designed by the renowned architect Oscar Niemeyer and built in a single phase (with highs and lows), the Fair had all it needed to host many visitors and workers from the beginning. The Fair was intended for trade, commerce, and exchanges, but Lebanon and the region have changed. In 2006, the International and Permanent Fair of Lebanon in Tripoli was included by the non-profit organisation World Monuments Fund in a list dedicated to one hundred monumental sites at risk of conservation. In 2019, the international competition for the design of the Knowledge Innovation Centre was launched by the Tripoli Special Economic Zone, the Lebanese government, the Lebanese Order of Engineers and Architects, with the endorsement of the International Union of Architects (UIA) and the Union of Mediterranean Architects (UMAR) for the creation of a technological development hub in the area of the customs, firefighters and administration buildings in the Fair, with the aim of attracting investment to Tripoli. The on-off war in Syria, the tragic explosion in Beirut and the destruction of a large part of its port may perhaps shift the balance of trade towards Tripoli. We know it has already entered the interests of major investors including China. In all these processes, the local community is still excluded. The values and meanings of this complex go far beyond its architectural qualities and the political and commercial purpose for which it was conceived. This place, the image of different societies (before and after the war), is a record of how Lebanon's political, economic, and cultural goals have changed. To highlight the multiple meanings of which the built heritage is the messenger, it is necessary to investigate even the most painful phases of our past, which we often want to forget, especially the recent past. Erasing the traces and signs of that evidence may be a first consolatory effort, but the elaboration of a painful past and the process of reconciliation with it, is long, and involves a broad discussion on the architectural heritage (from any period). The debate on the conservation and reuse of the Fair, which has now acquired an international dimension, should involve this reflection linked to the troubled memory of the events that took place here during the war. The internationally known strategies, not only commercial, but also cultural and socially inclusive, would contribute positively to the internal peace process, which has become crucial at this time and in this part of Lebanon. The knowledge and awareness of the values and their meanings (positive and negative) of which this complex is part, can contribute, within the divided community of Tripoli to the beginning of a process of reappropriation of these places and achieving reconciliation with the painful past, to preserve a unique architectural complex.

References

- [1] Labaki K, Actualité de la Foire. *Le Commerce du Levant*; 2nd March 1957, p. 1.
- [2] Unknown author, Une Foire Permanente à Beyrouth?. *Le Commerce du Levant*; 14th September 1957.
- [3] Salibi KS, *The modern history of Lebanon*. London: Weidenfeld & Nicolson LTD; 1965, p. 197-198.
- [4] Labaki K, La crise du Proche-Orient accélère l'expansion libanaise. *Le Commerce du Levant*; September 1957, p. 1-2.
- [5] Unknown author, Le projet de Foire Internationale à Beyrouth en voie de réalisation. *Le Commerce du Levant*; 4th January 1958, p. 24.
- [6] Dami, Le Ministère du Plan à l'heure de Chader. *Le Commerce du Levant*; 7th May 1958, p. 1.
- [7] Malsagne, L'armée libanaise de 1945 à 1975 : Du socle national à l'effritement. *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*; October-December 2014;124, p. 15-31.

- [8] Zaatar J, A modern neighborhood for prosperity. The case of the international and permanent fair of Lebanon in Tripoli by Oscar Niemeyer. In Hadda L, Mecca S, Pancani G, Carta M, Fratini F, Galassi S, Pittaluga D, editors, Villages et quartiers à risque d'abandon. Stratégies pour la connaissance, la valorisation et la restauration, Firenze: Firenze University Press; 2022, p. 389-397.
- [9] Labaki K, Pour une Foire décentralisée. Le Liban étant un tout petit pays, des pavillons pourront être aménagés à Tripoli, Saida et Zahlé. Le Commerce du Levant, 24th December 1958, p. 1.
- [10] Unknown author, Niemeyer Soumet au chef de l'Etat les plans de la Foire de Tripoli. L'Orient, 2nd September 1962, p. 2.
- [11] Niemeyer O, Feira Internacional e Permanente do Libano em Tripoli". Modulo, Rio de Janeiro, 1962: 30, p. 1-33.
- [12] Chalhoub A, Letter in Arabic sent to the head of the Trade Department at the Ministry of National Economy of the Republic of Lebanon Mr. Hamda El-Hajj, Archive Fairground, Entrance Porch building, 10th May 1973.
- [13] Chalhoub, Minutes meeting in Arabic and French written in the offices of the C.E.G.P. meant to the Ministry of National Economy of the Republic of Lebanon", Archive Fairground, Entrance Porch building, 19th May 1975.
- [14] Beach AE from I.E.S.C. Production and financial study recommendation for the Lebanese International Fair at Tripoli, Report in French and English, Archive Fairground, Entrance Porch building, before March 1967.
- [15] Warner R from I.E.S.C., Foire Internationale Libanaise de Tripoli", Report in French Archive Fairground, Entrance Porch building, 14th March 1967.
- [16] Moukbel Malak A, Introduction mentioning the death of former Director Amado Chalhoub part of Jemp Michels' report translated in Arabic to the Fair's chairman Adnan El-Kassar", Archive Fairground, Entrance Porch building, November 1979.
- [17] Chalhoub A, Photocopy with the stamp conformed copy of the letter that was handed to the Syrian captain of the Arab Deterrent Forces northern division Mr. Ali Cheib requesting the return of the generator", Archive Fairground, Entrance Porch building, 20th September 1977.
- [18] Al-Mohamed A, First version of the survey report written in Arabic about the damages in each building and outdoors and quantification in Lebanese Liras for future restoration", Archive Fairground, Entrance Porch building, 18th November 1977.
- [19] Conseil Executif des Grands Projets C.E.G.P., Second version of the survey report written in Arabic about the damages in each building and outdoors with annexed map and quantification in Lebanese Liras for future restoration", Archive Fairground, Entrance Porch building, end of 1977.
- [20] El-Bizri A, Final version of the survey report written in Arabic about the damages in each building and outdoors and quantification in Lebanese Liras for future restoration and presented to the Council of Ministers", Archive Fairground, Entrance Porch building, probably end of December 1977.
- [21] Iqbal Ziedé M, Report written in Arabic about the damages and the reception proposal of the Fair's buildings to the chairman Adnan El-Kassar", Archive Fairground, Entrance Porch building, 12th September 1983.
- [22] Mokbel Malak or Moukbel Malak, Letter entitled the relationship between the board of the Fair and the C.E.G.P. referring to the official complaints from the Council against the transfer of custody and the actual Fair's director", 7th December 1982, Archive Fairground, Entrance Porch building, p. 3.
- [23] Unknown author, Rashid Karami venue gets official backing. Lebanon towards 2000, 1995, p. 2
- [24] J. Zaatar, Local Modernism in danger until this day. The case of the Lebanese Pavilion in the International Permanent Fair of Lebanon in Tripoli by Oscar Niemeyer. In Tostôes A, Yamana Y, editors, Inheritable Resilience: Sharing Values of Global Modernities, volume 3, Global/Local Modernities, Docomomo International, 2022, p 924-929.
- [25] UNESCO website, <https://en.unesco.org/fieldoffice/beirut/RKIF-CMP>

The renovation of the urban space of the industrial areas discontinued after the second world war. The case of the Costantino cotton factory in Bari

Chiarantoni Carla – Polytechnic university of Bari, Bari, Italy, e-mail: carla.chiarantoni@poliba.it

Abstract: The article investigates an industrial area in the contemporary profile of environmental and settlement sustainability. Industrial sites within the urban reality can have different origins and can differ in spatial and functional organisation, with significant impacts also on adjacent urban systems. The different levels of interference with the social and spatial dynamics of the urban systems to which they are connected turn them into extremely interesting models for their potential influence on the transformation and restoration processes of contemporary cities. The long process of formal and social recovery that has involved many urban realities in recent decades has once again highlighted the extreme importance of these places seen as open laboratories for the experimentation of innovative settlement models. In this regard, some Italian realities have initiated significant transformation processes, triggering profound reflections on settlement sustainability that have significantly affected the local socio-economic fabric. Therefore, the hypothesis of a project scenario for the recovery of the disused industrial area, ex-Cotonificio Costantino, in the urban context of Bari emerges. The document is divided into three phases: analysis of the industrial context of the Apulian region, analysis of the case study and its urban context and, finally, formulation of the regeneration project.

Keywords: Functional regeneration, social housing; domestic space, regeneration of ex-industrial areas

1. Introduction

The image of an industrial shed surely constitutes the design archetype of a building or site of large size with great heights, but overall of a place with serious environmental problems. Repeating the thought of Bondonio

“[...] In our country, as well as elsewhere, the process of decentralisation and restoration of the productive system, the crisis of some industrial sectors, the loss of function of vast urbanised areas has made entire urban sectors available. Therefore, a debate has started on the future of these dismayed areas, on their potential, and the unique opportunity they represent for the relaunch and acquisition, by the community, of areas which have become strategic. This is both due to the quantity of surface available, and the difficulties great urban areas in industrialised countries face to find new spaces to grow and develop” [1]

In Italy, as in the rest of Europe, after the Industrial Revolution of the second half of the 1800, the sprawl of industries has progressively modified, together with the economic structures, the appearance of the territory and the urban landscape. However, the development of new centres of production did not occur uniformly within the peninsula, but the territory of settlement, the inspiring principles, and the method of use of the soil have notably differentiated the various industrial sites. It is especially in this period that the large gap between north and south started to manifest, caused by different conditions of the agricultural systems, the transportation systems, and the issues connected to the state funding and the institutes of credit. In Apulia, and in particular in the area of Bari municipality, the industrial construction started to expand in the first half of the 1900, despite the lack of a viable infrastructure within the region connecting Bari with the most important centres of

Apulian production, such as: Barletta, Trani, Monopoli, Brindisi, Gallipoli and Taranto. In contrast, the presence of somehow efficient ports, allowed a suitable connection with the northern markets, where both the agricultural and manufactured products were shipped. The presence of the first industries in the city of Bari contributed to its urban development, however it did not have the peculiar traits which marked other Italian urban realities. [2]

1.1. Bari and the industrial expansion in brief

The bases for the structuring of an industrial area in the city of Bari, trace back to the period between 1911 and 1913, in which possible areas of expansion of the productive and industrial areas started to be identified. These industrial areas included in the directions of the Veccia plan of 1918 were those in the west, within the area between “Marisabella” inlet and “San Cataldo” promontory. However, this was not sufficient to the birth of a proper industry in the municipal territory of Bari, as since the beginning there was unwillingness to create a strong labour class. This caused a hindrance to the realisation of a proper industrial estate, and as a consequence, of all the necessary infrastructure to its development. In the same years, the structuring of the city provided an additional obstacle, as priority was given to the realisation of institutional buildings of representative, administrative and also residential kind, completely neglecting the idea to realise an industrial citadel. As a consequence, the industries developed in a disordered and systematic way mainly along the southern periphery of the urban development or along the extramural axis not far from the great road arteries of the city. The two principal industrial hubs were those in the south-east and north-west, many of which arose spontaneously, were strongly self-referenced, and satisfied internal needs of every single enterprise and the opportunities given by the availability of economic means, often neglecting the environmental problems. Between the 20s and 30s, the additional birth of the industries west of the city, on the road to Modugno and the one to Valenzano, actually circumscribed the urban development. [3]



Figure 1. Bari city planning extension, Veccia 1931

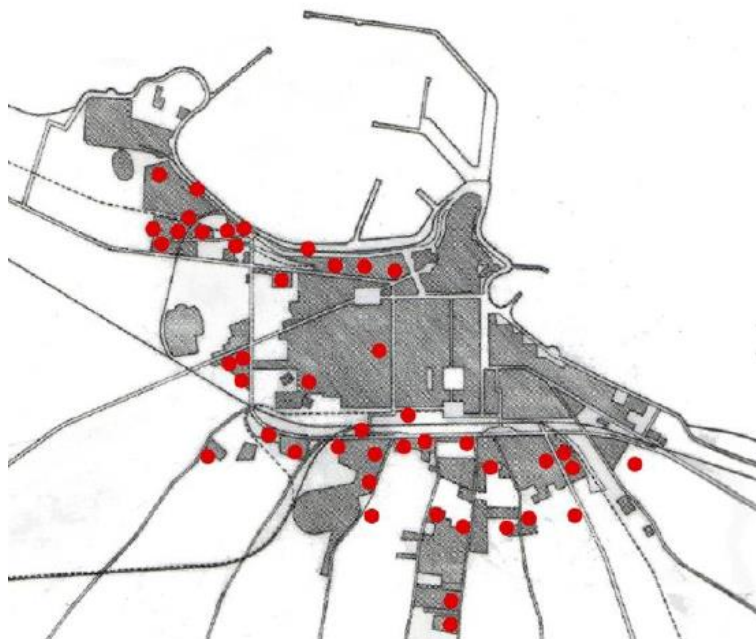


Figure 2. Industry distribution in the municipality of Bari in 1940

The expansion of the modern industrial area of the city of Bari occurred in the period of the great reconstruction post WWII. The identified area was that in the west of the municipal territory. An area in which the realisation of the new residential expansion, a great experiment of economic and popular housing called San Paolo, had already started. The consecration to industrial vocation of these areas will be established by the national law n. 637 of 1957, with which the Consorzi for the areas of industrial development were constructed (A.S.I.). The planning of the entire area was entrusted to the group guided by the architect Attilio Spaccarelli in 1965. The developmental hypotheses included in the plan have been realised only in part, also due to the economic crisis which affected the country in the years 1971-77, but especially because the hypothesis of industrialisation included in the ASI Plan was founded on typical models of already strongly developed areas, estranged to the social-economic situation of Bari. The plan, moreover, identified only the dimensional aspect, the localisation and the infrastructural connection between the various industrial complexes, but it did not manage to relate to the general urban aspects of the municipal area. The innovative aspect of the programme undoubtedly regarded the building methods. The great industrial buildings were realised under the innovative impulse of the building technologies, fundamentally characterised by the technique of prefabrication for standardised components. The technique applied notably reduced the times of realisation of various artefacts and allowed a rapid development of the area. [4]

2. The cotton factory Costantino

2.1. The urban context

The “Cotton Factory Constantino” was born in an urban area north-west of Bari municipality, originally peripheric and included between important busy road axes such as via F. Crispi, via M. Pagano and via Brigata Regina. These axes connect the area with the nearby industrial area called STANIC, with the urban centre on one side and the modern city on the other, as well as the bordering towns. Moreover, the area is enclosed by an important railway hub in the south, which still represents a significant barrier to the development of the whole area, despite providing interurban connection; in the east there is a long row of residential buildings. The

crucial elements which characterise the area are the Monumental Cemetery, which influenced the birth of small, dedicated industries to its service, and the presence of the penal and civil Court. Apart from these, in the area there is a middle school, several dilapidated shacks and artefacts in advanced state of decay, artisanal activities for wood stocking, as well as the flanders complex of the former Cotton Factory Costantino. Substantially, for its configuration, the area can be considered one of the urban access doors to the city. The following SWOT matrix has been run to highlight some structural aspects of the area in exam and how these could be profitably employed for a renovated logic of urban restoration. [3]

Table 1. SWOT Analysis

| | STRENGTHS | WEAKNESSES | OPPORTUNITIES | THREATS |
|-----------------------------|--|---|--|--|
| RELATIONSHIP WITH THE URBAN | <ul style="list-style-type: none"> • The area is located at the edge of the consolidated core, in an adjacent area, therefore far from the traffic characteristic of the city center | <ul style="list-style-type: none"> • The area is located at the edge of the consolidated core, in an adjacent area but contextually far from the related urban services | <ul style="list-style-type: none"> • Presence of numerous local services, mainly schools, churches, and markets, which favour the insertion of new residential areas | <ul style="list-style-type: none"> • Only point of access to the Monumental Cemetery of the city • Presence of the railway nearby the area, noisy area |
| SERVICES OF THE QUARTER | <ul style="list-style-type: none"> • Area equipped with several services as compulsory schools, markets, and churches | <ul style="list-style-type: none"> • The Monumental Cemetery can limit the introduction of diversified functions in contrast with its presence • Development of small industry and commerce exclusively at the service of the Cemetery | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction of new residential areas | <ul style="list-style-type: none"> • Commercial areas at exclusive use of the Cemetery premises |
| INFRASTRUCTURAL SYSTEM | <ul style="list-style-type: none"> • The area is located in a strategic point as delimited by two important road axes that connect the city with the nearby towns; these allow easy access to it • The area is connected with the city centre and with the area of modern expansion • Presence of the railway in the north-west | <ul style="list-style-type: none"> • Only paid parking areas are present • poor pedestrian viability of the great arteries • congested traffic at specific times • The presence of the Railway creates an important barrier for accessing the southern area | <ul style="list-style-type: none"> • Insertion of an underground car park to guarantee great capacity • can facilitate movement from and to the area • design footpaths that facilitate the access to the railway • Possibility to create an interchange area | <ul style="list-style-type: none"> • Highly congested road area • Inadequateness of public transports |
| BUILDINGS OF STRATEGIC | <ul style="list-style-type: none"> • Presence of the Civil and Penal Court • Presence of the historical cultural heritage, testimony of an industrial past • Presence of delapidated buildings | <ul style="list-style-type: none"> • Presence of historical, architectural, and cultural artefacts restricts the planning not allowing restoration strategies • Presence of areas and constructs in advanced state of decay | <ul style="list-style-type: none"> • Possibility to diversify the temporary residential offer to the service of the Court employees • Presence of areas and constructs in advanced state of decay allows mechanisms of requalification on a wider scale which involve the single architectural complexes as well as the context in which they are situated | <ul style="list-style-type: none"> • High fragmentation of the area with several owners |

From this analysis some observations can be made:

- **RELATIONSHIP WITH THE URBAN CONTEXT:** the area is easily accessible from the outside thanks to the presence of two important road axes connecting the city with the nearby towns. From the area, it is easy to reach the city centre through the two great arteries Via Dante and Via Brigata Regina. There are some services such as schools and a neighbourhood market, but the area is strongly affected by the presence of the adjacent city Monumental Cemetery.
- **QUARTER SERVICES:** there are several schools, churches and neighbourhood markets. However, the area does not present a low-traffic road structure allowing a neighbouring relationship and easy access to these services.
- **INFRASTRUCTURAL SYSTEM:** the presence of important road axes and the nearby railway can represent at the same time an opportunity for the creation of an important city hub, but if not well planned and organised, it can contextually represent strong division and further fragmentation of the area. An additional problem they generate regards the noise pollution that needs to be resolved for the nearby residential areas.
- **BUILDINGS OF STRATEGIC IMPORTANCE:** the presence of buildings devoted to the advanced tertiary (civil and penal court, minor court and “Procura della Repubblica”, only recently inserted in the area) can direct the planning towards the realisation of temporary residences which would host the citizens awaiting trial and their families. Contextually, the presence of numerous areas and constructs in advanced state of decay and the absence of green areas offer the opportunity to trigger mechanisms of requalification on a wider scale, which involve the entire urban context and involve the introduction of equipped green areas to the service of the whole quarter.

The general assessment of the district highlights the possibility to realise a new residential area favoured by the presence of local services (schools, churches, markets) and contextually with a diversified topological offer (studio apartments, apartments of different sizes) able to serve a wide range of users (single, students, families). Moreover, the presence of several courts favours the planning of a number of temporary residences in service of the employees.

The presence of two railway stations located within a 300 m radius and of two important road axes, make the area easily accessible from the outside. In contrast, however, the two stations are not connected at pedestrian level, with the area of operation. It becomes therefore necessary to plan paths that facilitate the access to the railway, apart from considering possible areas of interchange with the predisposition of underground car parks. The need that emerges is still the development of a wider plan of urban and housing restoration which involves a more extended area at quarter scale.

The restoration plan, moreover, sees its core in the artefacts of historical and architectural interest present in the area (Cotton Factory Costantino), in the planning of green areas at the service of the whole quarter which would improve the urban quality (given the total absence of green spaces at the moment).

The operation should try to reconnect, through pedestrian links, the area with the southern part of the city, overcoming the obstacle of the railway by realising new paths and/or improving the existing ones. The presence of the railway, moreover, requires the planning of anti-noise barriers achievable by means of rows of trees. In addition to the matters analysed so far, it is necessary to put in place forms of partnership involving the various owners of the fragments of which the area is composed.

Table 2. The residence

| | A | B |
|------------------------|---|-------------------------------|
| SUMMARY ACTIONS | Design temporary residences to be used by the various activities present in the area. | Design a new residential area |
| MACRO-ACTIONS | Realisation of a new residential area favoured by the presence of local services (schools, churches, markets). In order to follow the principle of Social Housing, it is necessary to create a diversified typologic offer (studio apartments, appartments of different sizes) able to serve a wide range of users (single, students, families). Moreover, the presence of several courts stimulates the realisation of temporary residences to their service | |

Table 3. The road system

| | A | B | C |
|------------------------|--|---|---|
| SUMMARY ACTIONS | Design an interchange hub which exploits the presence of the current infrastructural network and the new parking area | Design a multi-level underground car park | Design footpaths that facilitate access to the railway. |
| MACRO-ACTIONS | The area of operation is characterised by the presence of two railway stations located within 300 m and two important road axes; these make the area easily accessible from the outside. However, the two railway stations are not connected, at pedestrian level, with the area of operation. Therefore, it is necessary to include paths which would facilitate the access to the railway. Moreover, it is plausible to annex the current paid car parls in a single underground area, structured on many levels, so to liberate the current rest areas. Realisation of an interchange hub which facilitates the connections of the area of operation with the city. | | |

Table 4. The urban context

| | A | | | | B | | C |
|------------------------|--|---|------------------------------------|-----------------------------|--|---|---|
| SUMMARY ACTIONS | Think of a restoration plan which involves the entire triangle delimited by via Crispi, via Brigata Regina and the railway | Preserve the artefacts of historical architectural interest | Design vegetal anti-noise barriers | Design equipped green areas | Design footpaths connecting the area with the southern part of the city; wherever not possible, improve the existing ones. | Design the internal connections and the accesses to the areas so to avoid interferences with via Tommaso Fiore. | |
| MACRO-ACTIONS | Develop an urban restoration plan centred around the area object of analysis and involve a more extended area at quarter scale. | | | | | | |
| | The plan involves the retrieval of the artefact of historical architectural interest present in the area (Cotton Factory Constantine), in the design of green spaces to the service of the entire quarter which would improve the urban quality. The operation has the objective to reconnect, through pedestrian paths, the area with the southern part of the city, overcoming the obstacle of the railway, by realising new paths and/or improving the existing ones. | | | | | | |
| | In the design of the accesses to the area the interface with via Tommaso Fiore must be avoided, as it is the venue of a weekly market. Moreover, the presence of the railway requires the design of anti-noise barriers. On order to allow the operation to take place, it is necessary to employ forms of public –private paternariate of contractual kind, so to involve the various owners of the fragments of which the area is composed. | | | | | | |



Figure 3. Masterplan

2.2. The building core of the ex-Cotton Factory Constantino

The “Cotton Factory Costantino”, as highlighted before, was born in an urban area north-west of Bari municipality originally peripheral and comprised between important and busy road axes with such as via F. Crispi, via M. Pagano and via Brigata Regina. These axes connect the area with the nearby industrial area denominated STANIC, with the city centre on one side and with the modern city on the other, and moreover also with the bordering towns. Furthermore, the area is enclosed by an important railway hub in the south, which still constitutes a significant barrier to its full development, but which provides an interurban connection.

The Cotton Factory Costantino was built 1865 and became operational a few years later. It was cutting-edge for the time thanks to its level of industrialisation, transforming since 1900 into a mechanical cotton factory with annexed dyeing factory, 50 CV boilers, and 122 looms. The cotton factory employed about 150 workers and produced on flat canvasses with varying designs, a condition that allowed it to impose itself on the Italian commercial market and partly also on the foreign one. Not much is known of the history of the Cotton Factory as the documents were lost with the demolition of the two office buildings, nor are the causes which led to its closure. The cotton factory was dismayed around the 50s and then became the Bari branch of a warehouse for Dreher beer. Around the 60s there was the demolition of some building artefacts, which were replaced partly by residential housing and partly by small artisanal factories to the service of the nearby Monumental Cemetery. The substantial modifications which occurred during the years have caused the lot to maintain only the building devoted to production where the weaving looms were present. [fig 4]

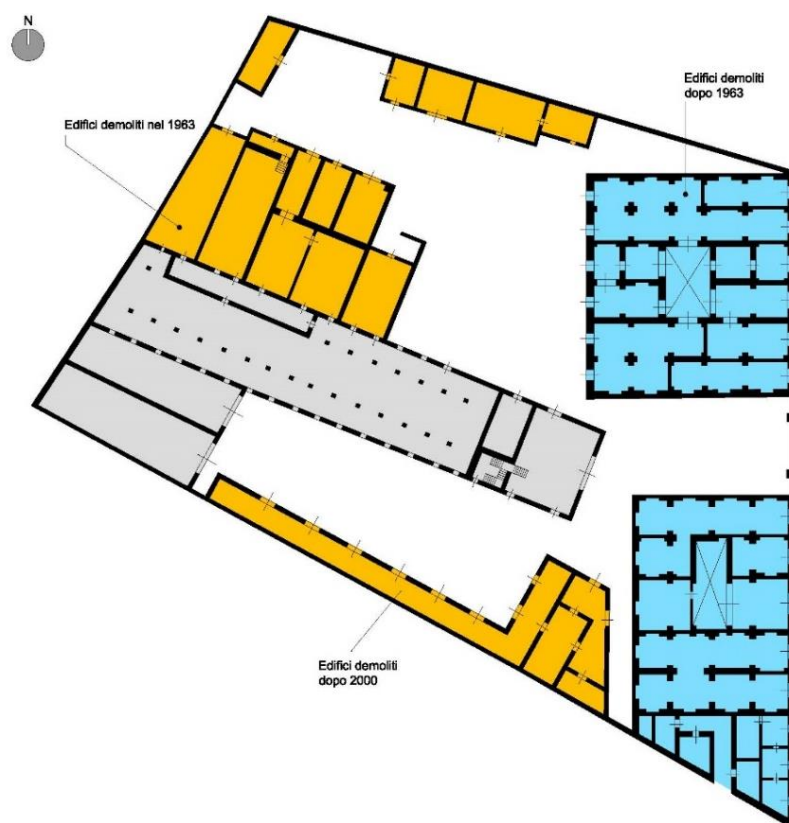


Figure 4. Ex Cottonificio Costantino - Plan from 1939 – Elaborated by Maggi C. and Ottaviano P.

The buildings of the former Cotton Factory Costantino do not overlook the streets which surround the lot but are inside it. The buildings involved in the restoration project are a warehouse with rectangular plan of 75.00 x 14.00 meters, articulated on two levels overground, whose intermediate wooden solarium is supported by 32 small cast iron columns, from the early 1900 and two adjacent single-storey buildings of more modest size, about 25.00 x 7.00. The substantial difference lays in the prospects. The longer building presents large openings of 3.5 sqm of surface (1.50 m x 2.4 m), typical of the industrial buildings of the beginning of the last century, which reoccur with the same interspace on all the prospects and at all levels; the two lower buildings present the same openings, but only on the shorter fronts. The long fronts are adjacent to one another and are dead ends, creating several problems for allocating the function inside them. The eaves height of building A is 11.50 meters, while the ceiling height is 13.5 meters. Buildings B and C have eaves heights of 3.55 meters and ceiling heights of 6.00 meters. The building envelope of all the constructs presents a state of high material decay and the internal structure of buildings B and C has completely collapsed. For building A, it can be noticed that only the cast iron structure of the first deck and the related supporting pillars remain.

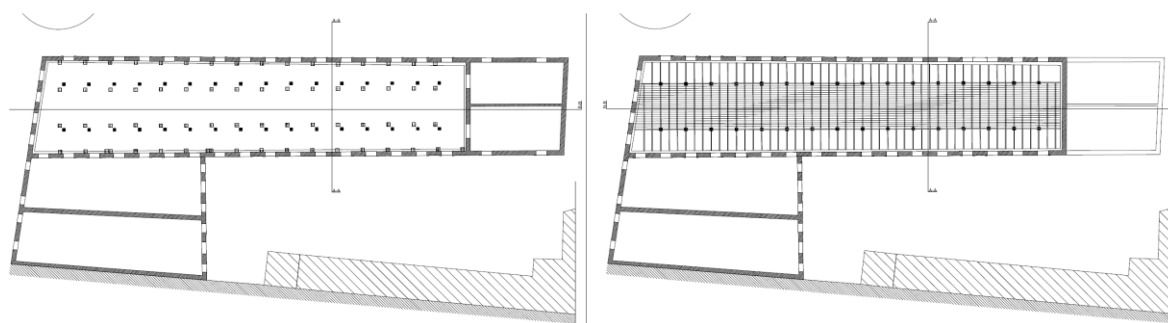


Figure 5. Planimetry_ state of the art

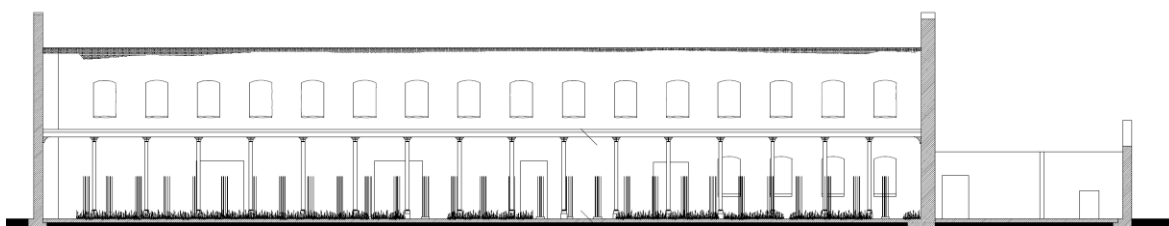


Figure 6. Longitudinal section_ degradation analysis



Figure 7-8. Longitudinal elevations_ degradation analysis

2.3. The restoration of the building core of the former Cotton Factory Costantino

The operation on the entire complex (buildings A, B and C), stems from the need to reach a substantial improvement of urban and social quality. The actions taken attempt to respond to the new social aspiration of contemporaneity through the inclusion of residential housing for small households and temporary residences (building A). This need comes from the increasingly more present fragmentation of families [5] and the subsequent formation of households composed of one or two members; apart from this, the important change in the world of work has led some categories of workers to spend part of the week in a city and part in their city of residence, causing therefore a temporary use of the city in which they work. Buildings B and C have been renovated considering activities for the quarter that could act as a bond and support for the community of the surrounding urban areas. A problem for the restoration of the whole complex has been the structural and functional obsolescence which affects it.

The willingness to maintain the identity of the places and the history of the artefacts has demanded significant conservation operations of the wall structure. With this objective, the technique “box in the box” has been adopted [6]. The design proposal for the requalification of building A, devoted to residence, has been made trying to exploit the height of the building as much as possible. The wide openings of each level have undoubtedly been a strength (ground floor and first floor of building A), which have allowed the addition of an area with a loft and therefore double the living space. The first floor is characterised by dwellings located transversally with respect to the building with alternated module according to the regularity of the openings, so that each dwelling is equipped with two points of light. The dwelling is organised with a living area and hygienic services at the lower floor and a loft area, overlooking the area below, in which the sleeping area is included as well as another hygienic service. The surfaces identified between the west side and the part of the building adjacent to volumes B and C do not allow the insertion of residences at the ground floor, due

to the absence of openings. These areas have been structured as a single environment taking air and light from the façade to the west and have been allocated residential and social functions for the whole area. The dwellings along the east side have a wider surface than the others and have been arranged longitudinally with respect to the building. They maintain the same layout on two levels with a loft, but in this case, they are also equipped with a small study. The second floor substantially follows the setting of the first except for the southwestern surfaces, which at this level see the inclusion of dwellings; a condition possible due to the presence of wide openings (buildings B and C stop only at the first level) and the absence of dwellings on the eastern side, since the height is of a single level only. For what regards buildings B and C, as they could only make use of the windows on the main prospects, they have been arranged as a single environment and destined to functions of service for the community and the nearby residence.

The restoration plan has maintained those industrial traits of the building highlighting the existing elements, the original spaces and construction logic. For this reason, the guideline of the project has been to use few materials, such as wood, steel and stone which would not betray the industrial nature of the artefact. The structural system of the plan evokes, as a consequence, the original punctual configuration of the cast iron columns, which supported the intermediate solarium also made of steel. It is important to underline how the cast iron columns present have been integrated in the plan as element of décor, a testimony of the industrial past of the former factory. The careful choice of materials together with the study of building particulars have been dictated by the willingness to realise an operation respectful of the past without abandoning a full contemporary language. The main structural system is made of steel with pillars composed of wood-steel and a solarium of mixed steel-concrete; the loft is entirely made of steel, while the cover has been obtained with a mixed structure of steel-wood. The choice of steel as main structure, apart from being dictated by compositional and formal reasons, is due to technical aspects stemming from the necessity to obtain light structures and with contained thickness to reach the minimum altitude of liveability of 2.70 meters imposed by the norms. The wooden-steel pillars, present a supporting cross-shaped steel, composed of four steel corner pieces paired with jacketing. Four wooden segments are connected to the cross-shaped core, their shape presenting an entasis at about 2/3 of the height, bolted through coach screws and refined with bands in coated aluminium. The form of the pillars and the use of wood have been conceived as reminiscent of a tree structure which ends opening with the branches supporting the covering. The arms/branches also have a steel structure and are connected through steel plates both to the pillar and the main beams connecting the coverage. The latter is realised with main beams of steel IPE 270, and secondary wooden beams. Moreover, it has been necessary to study with particular attention the junction between the beam and the supporting masonry: although the plan involves (as previously explained) a supporting structural system that does not statically involve the masonry, to avoid excessive buckling a unidirectional elastometric joint has been predisposed. Such bearing system also allows displacement according to the directions of the bearing plane in longitudinal direction with respect to the beam, fundamental in the specific case for the interaction of the two different materials, steel and masonry. The entrance to the second level lofts occurs through a steel platform with wooden finishings, a supporting structure with steel pillars HE/B and a solarium with steel grid. Using the orso-gril solarium had the double advantage of not overweighing the general structure of the constructs and allowing natural light through to the first level lofts.



Figure 9. Planimetry_ project



Figure 10. Longitudinal section_ project



Figure 11-12. Longitudinal elevations_ project

3. Conclusions

The complexity of the retrieval of industrial buildings of the first half of the 1800 and in particular of the complex object of study imposes a vision of wider restoration which involves not the single thematic area but a wider compartment. Despite being a symbol of the flourishing industrial past of Bari municipality, the former factory Costantino, has been long considered ruins of scarce value. In this hypothesis of restoration instead, the complex has been seen as a resource and has been the centre for the design of an urban restoration plan of the wide surrounding area also in decay, and almost exclusively used as rest area. Therefore, the philosophy at the basis of the project has been the retrieval of the building

fully respecting its architectural canons, trying not to intervene destructively, but on the contrary maintaining the pre-existing features and reaching a good level in the theme of energetic performances, thermal comfort and quality of the living space. Hence, the model saw a balanced relationship between the restoration of an urban space and the annexed buildings with specific social functions with the aim of returning these areas to the community and retrieving a historical artefact destined to social categories which are steadily growing in our society.

References

- [1] Bondonio, A., Callegari, G., Franco, C., & Gibello, L. (2005). *Stop & go: il riuso delle aree industriali dismesse in Italia: trenta casi studio*. Alinea editore, Firenze.
- [2] Bernardini, E., & Cascella, S. (2011). “La rigenerazione urbana nell’esperienza pugliese”. In: *Atti della XIV Conferenza Siu–Abitare l’Italia. Territori, economie, disuguaglianze*.
- [3] De Mattia, F., Verdoscia, C., (1999). *Bari Industriale. Documenti per una archeologia degli edifici produttivi del XIX secolo agli anni '40*. Adda Edizioni, Bari
- [4] Cucciolla, A. (1980). *Questione urbana e sviluppo edilizio*. La Nuova Italia, Roma.
- [5] ISTAT (2022). *Aspetti della vita quotidiana, Rapporto annuale 2022, Volume online, Capitolo 3 – Famiglie, stranieri e nuovi cittadini*. Retrived 18 October 2022, from <https://www.istat.it/it/archivio/271806>
- [6] Grecchi, M., Malighetti, L. (2008). *Ripensare il costruito il progetto di recupero e rifunzionalizzazione degli edifici*. Maggioli editore, Milano.

Computational 3D modeling supporting the preservation of historic timber roofs: the case of San Pietro's Cathedral in Bologna

Massafra Angelo, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna, Italy, angelo.massafra2@unibo.it

Davide Prati, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna, Italy, davide.prati5@unibo.it

Giorgia Predari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Bologna, Italy, giorgia.predari@unibo.it

Abstract: Preserving structural elements of heritage buildings is crucial for conserving their cultural value. Non-invasive diagnostic methods are required in restoration design to assess historic constructions without executing costly in-situ tests that could damage their architectural image. The recent spread of digital tools in the Cultural Heritage (CH) sector has shown innovative procedures for the knowledge of existing buildings based on different approaches from traditional methods. This paper presents the last update of a research project set up to evaluate the displacements and deformations of old timber trusses. It is based on geometrical data about the current state of trusses, which are surveyed by Terrestrial Laser Scanning (TLS) and processed by computational 3D modeling techniques. The research has been applied to several wooden roofs covering some masonry architectures built in Bologna (Italy) from the 16th to the 18th centuries. This latest step focuses on the roofing system of San Pietro's Cathedral. With a span of about 26 meters, its timber roof trusses are among the largest in Europe. The application of the proposed workflow allowed comprehending the behavior of the Cathedral's roof structures and suggesting some hypotheses for conscious maintenance and conservation.

Keywords: Cultural Heritage (CH), timber trusses, non-destructive structural analysis, Terrestrial Laser Scanning (TLS), computational 3D modeling

1. Introduction

This study analyzes the structural behaviour of historical roofs through an innovative non-destructive method to support their conscious maintenance and conservation. Starting from the case study of San Pietro's Cathedral in Bologna (Italy) - an impressive example of a 16th and 17th-century timber-framed roof preserved in all its authentic parts - this research aims to understand the causes and possible repercussions of structural deformations that timber trusses have undergone over their lifecycle and propose some criteria for their efficient preservation.

In the Construction History field, trusses are the structural systems primarily used in Italy to cover large spaces, such as church naves or theater halls. Since they may be subject to material degradation phenomena or affected by structural vulnerabilities proper of past construction techniques, interventions must be supported by adequate knowledge and evaluated from a critical point of view both to preserve their authenticity and ensure structural safety.

Timber trusses are still overlooked when designing restoration interventions to improve the conservation state of existing architectures. Since they are commonly hidden behind masonry vaults and therefore difficult to access, their strengthening is considered a significant issue only when damages are evident, such as in the case of the Municipal Theater of Bologna, whose roof was refurbished in 1980 [1].

However, gathering information about these structural systems is critical for three main issues. First, studying their history and the transformations they have undergone throughout the centuries is essential for comprehending their material culture [2] and holding their historical values. Secondly, knowing the current state of these objects is necessary for performing a conscious conservation design, planning maintenance and allowing the everyday use of buildings that they cover [3]. Thirdly, investigating and monitoring their conservation state can help get information about the health of the whole heritage buildings.

The method used for investigating the structural behavior of San Pietro's roof framing was based on a different approach from traditional Structural Mechanics, both from the instrumental and theoretical points of view. It mainly consists of archival studies, in-situ inspections, digital surveys, computational 3D modeling algorithms, and reverse engineering procedures. The method was applied, tested and validated by previous analyses that allowed acquiring and processing of consistent information about several wooden roofing systems in Bologna (Italy) [4–7], belonging to a set of remarkable historic churches and theaters from the 16th and 18th centuries. A structured workflow and a specific toolchain were set up to evaluate the hypothetical displacements and deformations experienced over time by these systems [4].

This paper illustrates the most recent update of this research. Since the assessment method is continuously under development, it has been extended for San Pietro's Cathedral in Bologna, whose trusses are the most complex among the previously examined in terms of structural type and size (about 26 meters in span).

2. State of the art

Wooden structures have constantly been used worldwide in historical constructions with different configurations and technologies depending on the local availability of materials, their conception, and the expertise of workers. So they may present complex configurations as well as various ways of assembling linear elements, cutting joints, and connecting metal brackets and, above all, beams with irregular cross-sections [8].

For this reason, the use of LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) and TLS (Terrestrial Laser Scanning) techniques spread in the Cultural Heritage (CH) field in the last decades due to their precision and accuracy in surveying the geometry of elements that compose structures in short periods [9]. While surveying methods are well-established in practice, the automatic transformation of laser-scanned point clouds into valuable information 3D models is still a recent issue. Visual Programming (VP) tools seem to be a leading technology to perform this issue since they require fewer programming skills than code programming; therefore, they are accessible also to experts in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) domain without specific programming expertise [10].

Several works moved in this direction in the last few years. In all of them, the role of 3D scanning tools is pivotal to in-depth knowing the precise and accurate geometrical data of structural elements in short times. Andriasyan et al. [11] made efforts to automatically reconstitute the geometry of heritage elements from data acquisition techniques such as TLS or Structure From Motion (SfM) into BIM (Building Information Modeling) models through computational 3D modeling algorithms. Moyano et al. [12] used the TLS as a technique to acquire accurate geometrical data of a historic portico. The TLS point cloud was converted into parametric 3D models, and the deviation between them was compared through VP algorithms to detect hypothetical structural deformations of columns. Santos et

al. [13] set up a method for analyzing the structural health of historic timber structures composed of elements with irregular sections by combining LIDAR data with non-destructive tests collected in HBIM (Heritage BIM) models. These models were then used for numerical analysis by finite element models (FEM). Wang et al. [14] set up a method for generating the regular axis from irregular column grids aimed at developing an automatic, repeatable, and transplantable workflow to transform point clouds in FEM models to enable numerical calculation. Finally, Youn et al. [15] scanned point-cloud data before dismantling a Korean wooden architecture and transformed them into parametric 3D models, including joints of the bracket set. These models were used to understand surface deformation and damage of wooden joints and store this information in HBIM models.

3. Materials and Methods

3.1. The case study

The presented case study, San Pietro's Cathedral in Bologna, is located on the city's main street in Via dell'Indipendenza, in the core of the old town.

The church layout is inscribed in a rectangular 49 meters wide and 60 meters long. Its interior space is composed of three naves with side chapels. The central nave has a width of about 25 meters and a height of 40 meters, while the side naves measure about 5 meters. The central nave is made up of five rectangular bays (named from A to E) covered with barrel vaults supported by 5-meter square brick pillars.

The origin of San Pietro's Cathedral probably dates back to the first decades of the 4th century, while its existence has been documented only since the first half of the 11th century [16]. In 1141 the church was destroyed by fire and rebuilt according to a three-nave triapsidal basilica layout [17]. In 1254 the bell tower was finished, and in 1570 the presbytery was designed and rebuilt by architect Domenico Tibaldi [18].

Subsequently, construction work was suspended, and it restarted only in 1613 when Bishop Niccolò Ludovisi finally approved Donati's design. The 16th-century antechorus and Romanesque naves were demolished, and a large hall for the faithful and two minor side naves were built, resulting in a five-nave church with central bays punctuated by square masonry pillars [19]. The completion of the new Cathedral occurred more than a century later. In 1734, the work promoted by Cardinal Prospero Lambertini began under the direction of architect Alfonso Torreggiani, and in 1744 the construction of the current Baroque facade finally started [20].

The Cathedral's timber roof covers the vaults of the central nave. Its first supporting structure consists of eighteen 26-meter-span timber trusses, and the second roof frame is composed of 36 purlins parallel to the nave direction that support wooden planks and shingles (Figure 1).

The long construction history of the building explains why not all the roof trusses are coeval. In fact, sixteen of them date back to the first decades of the 17th century, while the two at the main front of the church (TA1 and TA2) were made in the mid-18th century, following the enlargement of the church directed by Torreggiani. These latter show evident differences from the others, such as some cross-sections of the elements and peculiar joints between them.

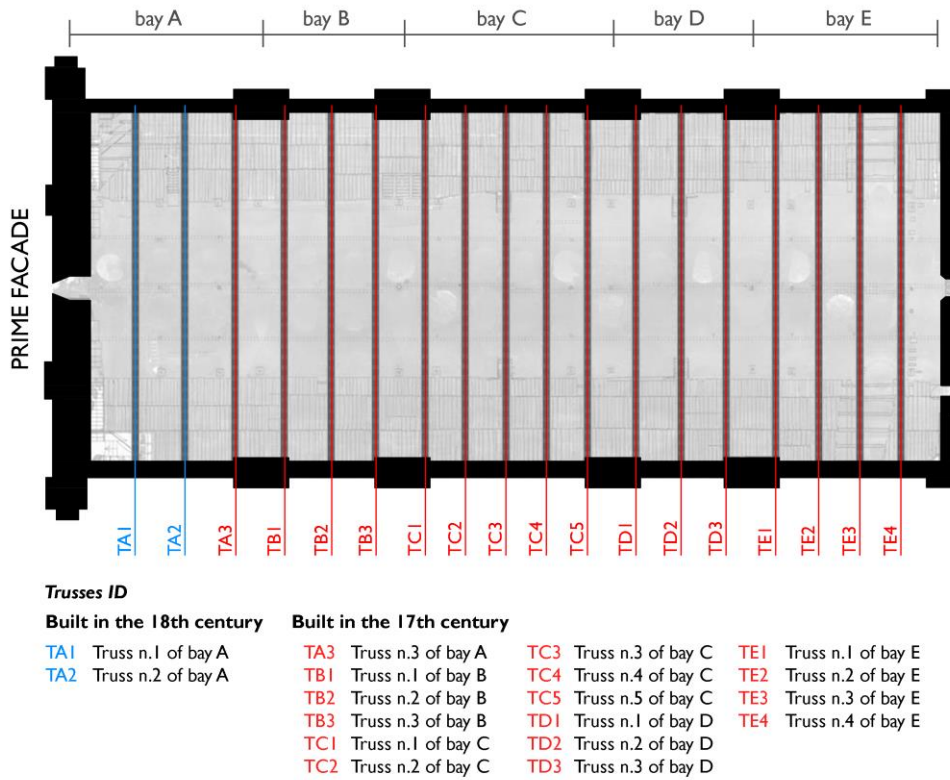


Figure 1. The roof plan of the church's nave identifies the investigated trusses.

San Pietro's trusses are unique among the other examples analyzed in the research project. They have an average span of 25.7 meters and a height of 5.6 meters and are spaced from 2.7 to 3.5 meters apart. While in the all other case studies, trusses are of the queen post truss type, with minor variations in the number and size of beams, supports, and joints, San Pietro's ones have an additional discharging arch system; the king post divides the straining beam into two parts, and the elements are slightly inclined towards the queen posts. In addition, each tie beam is supported by a supporting trestle that rests on the lateral walls (Figure 2).

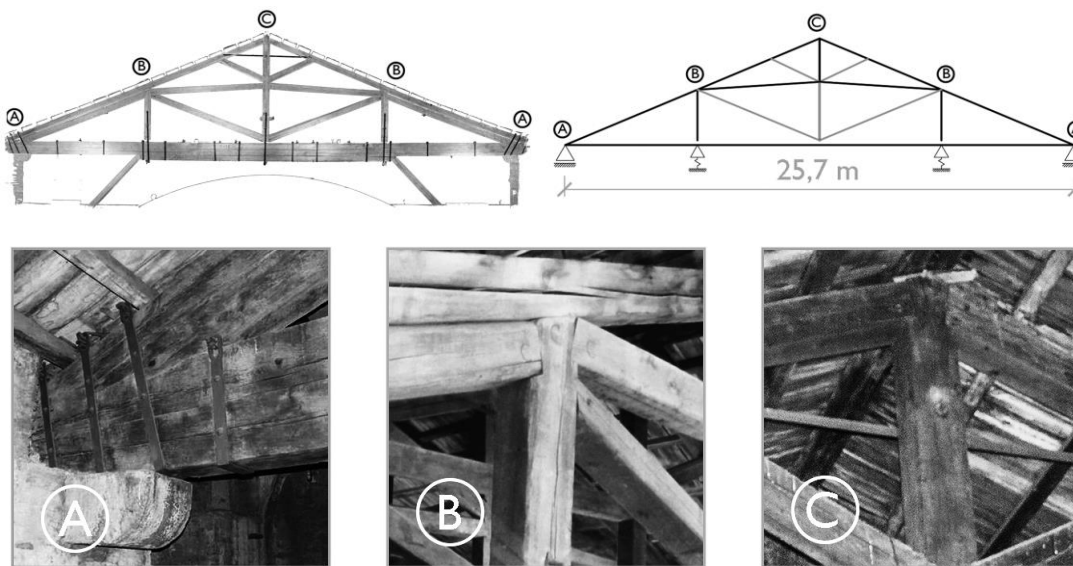


Figure 2. On the top, an orthophoto from the TLS point cloud and the typological scheme of a 17th-century timber truss. On the bottom, some photos of the main joints of the 17th-century trusses.

3.2. The investigation method

The presented method was previously applied to various case studies. Its continuous updates allowed systematizing tools and procedures to figure out displacements and deformations that timber trusses had hypothetically undergone over time.

The premise behind the method consists of taking advantage of the large amount and accuracy of spatial information produced by the TLS survey. These data are then used to enable a highly detailed analysis of timber trusses and, thus, to develop comparative information on their static behavior and preservation state. Moreover, the combination of processed geometrical data with historical research makes it possible to build up hypotheses on the structural behavior of the trusses.

The investigation method workflow follows four main steps: data collection, data modeling (or data rendering), data analysis, and results interpretation (Figure 3). In addition, a monitoring phase could be performed to control structural displacements or deterioration of elements over time or after accidental events, such as fires, windstorms, or earthquakes.

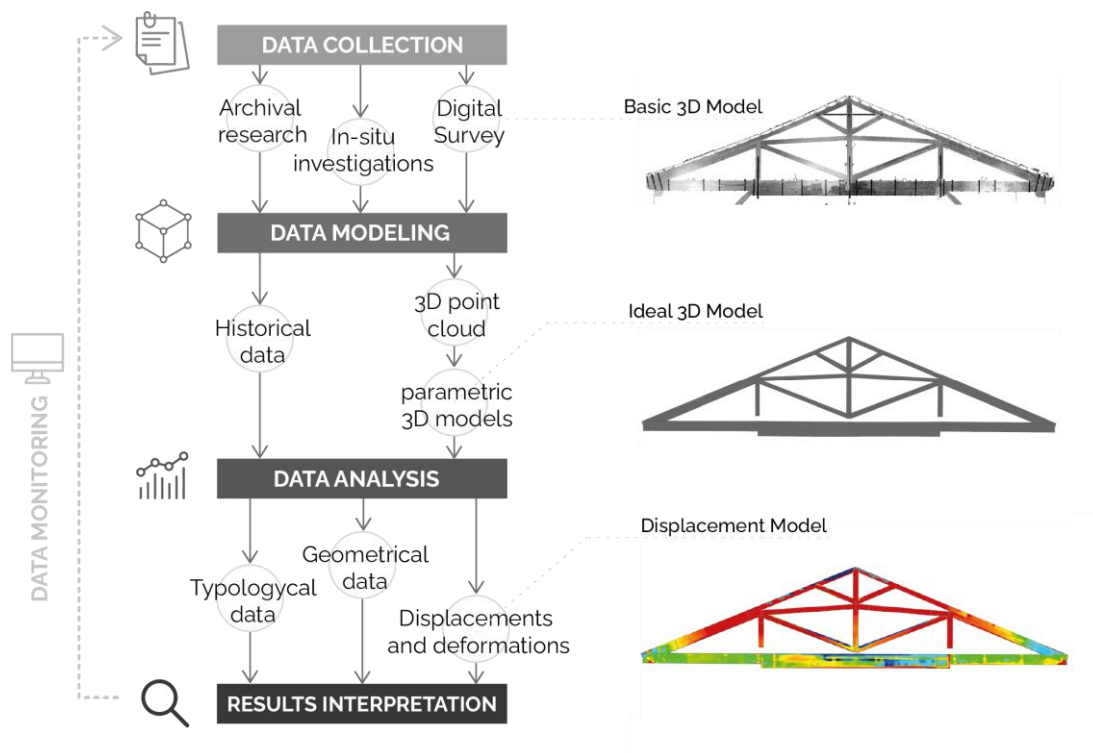


Figure 3. The investigation method (© 2022, authors' graphic elaboration).

3.2.1. Data collection

In this case study, geographical data capture was accomplished by a TLS survey using a FARO CAM2 FOCUS 3D® and a targetless strategy. The survey campaign required three days of effort to capture more than 100 scans. The alignment of scans was then performed in the back office using FARO SCENE® software and interactive cloud-to-cloud registration. Despite the roof's complexity and obstructions, highly accurate registration was possible. Parallel, historical-archival research was done to determine the typological and constructional aspects of the researched trusses and the entire structure.

3.2.2. Data modeling

The point cloud was converted into 3D models through Grasshopper® generative algorithms. The objective of the parametric modelling procedures was to build two separate models for each truss in a rapid and reproducible manner: the Basic 3D Model and the Ideal 3D Model. The former depicts the current condition of the trusses, while the latter seeks to portray the structure's hypothetical initial condition.

Based on a few theoretical assumptions on the in-situ behavior of timber trusses reported in earlier studies, the trusses' original deformation state was determined by removing both in- and out-of-plane displacements. The principal hypotheses accounted for the lateral bearings remaining in their original position, the projection of the centroidal axes of all beams onto the vertical plane of the truss, a slight bending deformation of the tie-beams, the inward translation and lowering of the joints between rafters and posts, the rotation of bottom rafters around the virtual center of the lateral bearings, and the absence of axial deformations of beams (Figure 4).

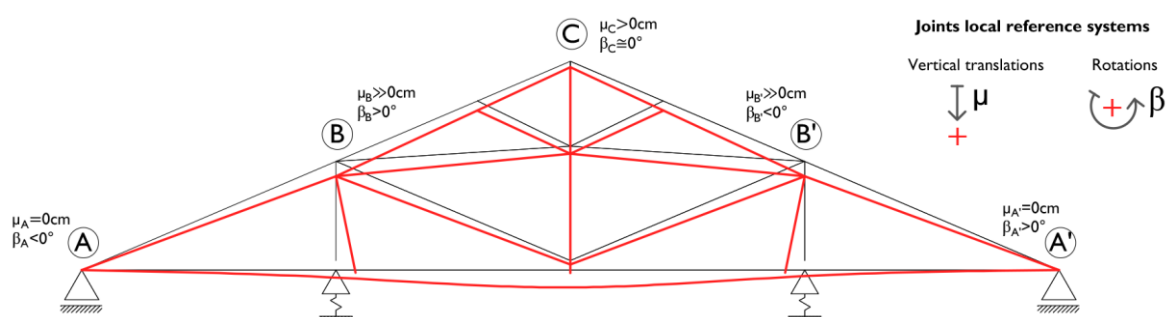


Figure 4. Standard deformation hypotheses assumed for the San Pietro's queen-post trusses. The deformation scale is qualitative and magnified to emphasize the displacements.

3.2.3. Data analysis

Compared to the original TLS point cloud, parametric models are required to assess displacements and deformation states. On the one hand, the comparison between the TLS point cloud and the Basic 3D Model offers information regarding the precision of the 3D modeling procedures. On the other, the comparison between the TLS point cloud and the Ideal 3D Model reveals the differences between the surveyed condition of the truss and its original undeformed condition. In other words, in the research, the geometrical deviations identified between the Basic 3D Model and the Ideal 3D Model represent the hypothetical deformations that timber elements have undergone over time. They are highlighted through a chromatic scale in the so-called Displacement Model.

Starting from the Displacement Model, the operator can do comparative analyses in a 3D space and on 2D projection planes, depending on the deviation types that need to be highlighted. Using Geomagic Control®, a comparative analysis was conducted on all 18 San Pietro's trusses. In Figure 5, the minimum and maximum reference criteria were established in the chromatic scale for each analyzed element to show better the magnitude of deviations between the surveyed and ideal configurations.

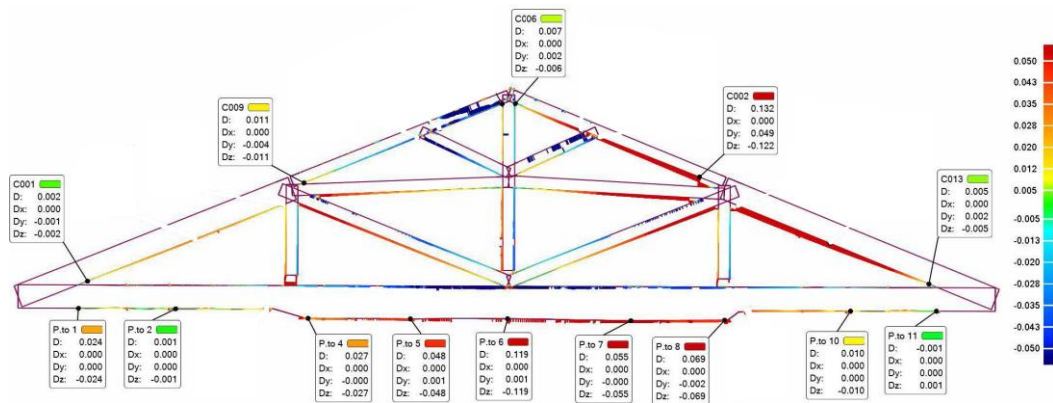


Figure 5. Geometrical comparison between the Basic 3D Model and the Ideal 3D Model for truss TE2.

4. Results

The results of the comparisons were exported in tabular form and transformed into graphs for each truss. The integration of the examined displacement analysis with information about the building construction characteristics and historical data, supported by in-situ inspections, enabled the formulation of interesting and consistent hypotheses regarding the behavior of the trusses. After qualitatively and quantitatively assessing the behavior of each truss, it was also possible to formulate considerations on the entire roof.

This combined interpretation provided valuable information regarding the state of preservation of the covering system and the entire structure. In addition, it can be considered a non-intrusive monitoring system and an informative support system for the future structural improvement of the building.

The only displacement analyses presented below are those in the vertical plane of the trusses, as the results of the out-of-plane displacement analyses proved insignificant.

4.1 Translations and rotations of the main joints

Table 1 reports the translations and rotations of the analyzed truss joints. The results of the deformation analysis concern six main parameters: the translations and the rotations of each of the three main joints, identified as joints B, C, and B' in Figure 2. For clarity, please note that Figure 1 depicts the identification of the examined trusses, whereas Figure 4 shows the reference system adopted to evaluate the displacements.

The analysis results show that it is possible to group the 18 trusses in three different clusters according to the behavior in their plane (Figure 6). Cluster A groups 13 trusses (TA3, TB1, TB2, TB3, TC1, TC2, TC3, TC5, TD1, TD2, TD3, TE1, and TE3) that have asymmetric behavior in their plane. For these trusses, the joints B present higher lowerings (10 cm on average) than joints C (3 cm on average) and joints B' (5 cm on average). The translations of the joints are generally related to slight counterclockwise rotations of left queen-posts (β_B), whose heads correspond to joints B, and evident clockwise rotations of king-posts and right queen-posts, corresponding to the rotations of joints C (β_C) and joints B' ($\beta_{B'}$). The asymmetric behavior is mostly emphasized for truss TA2, which registers the highest μ_B (about 13 cm), whereas it is less noticeable for truss TB3, which has median behavior among all the analyzed trusses. Cluster B regards truss TA2, the only one with symmetrical behavior in its plane. In this case, μ_B is approximately equal to $\mu_{B'}$, while μ_C is null. In addition, joints B and B' both rotate toward the center of the truss, as stated in the standard deformation assumptions (Figure 4). Finally, Cluster C includes the remaining

4 trusses (TA1, TC4, TE2, and TE4). These have asymmetrical behavior in their plane, opposite to the trusses in Cluster A. This means that, on average, μ_B is smaller than $\mu_{B'}$ and similar to μ_C . Again, the rotations are related to the lowerings. In fact, β_B and β_C are more pronounced than $\beta_{B'}$. In this case, the asymmetric behavior is more evident for trusses TA1 and TE2, whereas it is less pronounced for trusses TC4 and TE4.

Table 1. Hypothetical vertical translation and rotation of the principal joints.

| Truss ID | Vertical translation [m] | | | Rotation [°] | | |
|----------|--------------------------|---------|------------|--------------|-----------|--------------|
| | Joint B | Joint C | Joint B' | Joint B | Joint C | Joint B' |
| | μ_B | μ_C | $\mu_{B'}$ | β_B | β_C | $\beta_{B'}$ |
| TA1 | 0,00 m | 0,01 m | 0,09 m | +0,83° | +0,24° | -0,25° |
| TA2 | 0,07 m | 0,00 m | 0,08 m | +1,53° | +0,51° | -0,87° |
| TA3 | 0,13 m | 0,00 m | 0,01 m | -0,29° | +2,81° | +3,07° |
| TB1 | 0,10 m | 0,06 m | 0,04 m | -0,33° | +1,96° | +2,16° |
| TB2 | 0,10 m | 0,05 m | 0,04 m | -0,33° | +1,98° | +1,78° |
| TB3 | 0,08 m | 0,06 m | 0,04 m | -0,62° | +2,20° | +1,66° |
| TC1 | 0,10 m | 0,06 m | 0,03 m | -0,29° | +1,80° | +2,07° |
| TC2 | 0,11 m | 0,05 m | 0,03 m | -0,33° | +1,92° | +1,49° |
| TC3 | 0,07 m | 0,00 m | 0,02 m | +0,12° | +1,78° | +2,41° |
| TC4 | 0,02 m | 0,04 m | 0,07 m | +3,84° | +1,54° | +1,37° |
| TC5 | 0,11 m | 0,08 m | 0,04 m | +0,21° | +2,44° | +2,24° |
| TD1 | 0,10 m | 0,02 m | 0,03 m | +0,25° | +2,20° | +2,28° |
| TD2 | 0,12 m | 0,06 m | 0,02 m | -0,29° | +2,22° | +1,45° |
| TD3 | 0,11 m | 0,07 m | 0,04 m | -0,17° | +2,44° | +2,32° |
| TE1 | 0,09 m | 0,06 m | 0,05 m | +0,25° | +1,98° | +1,95° |
| TE2 | 0,01 m | 0,00 m | 0,13 m | +2,48° | +2,71° | +3,73° |
| TE3 | 0,10 m | 0,06 m | 0,06 m | -0,41° | +2,02° | +1,74° |
| TE4 | 0,03 m | 0,00 m | 0,06 m | +1,78° | +1,09° | -0,46° |

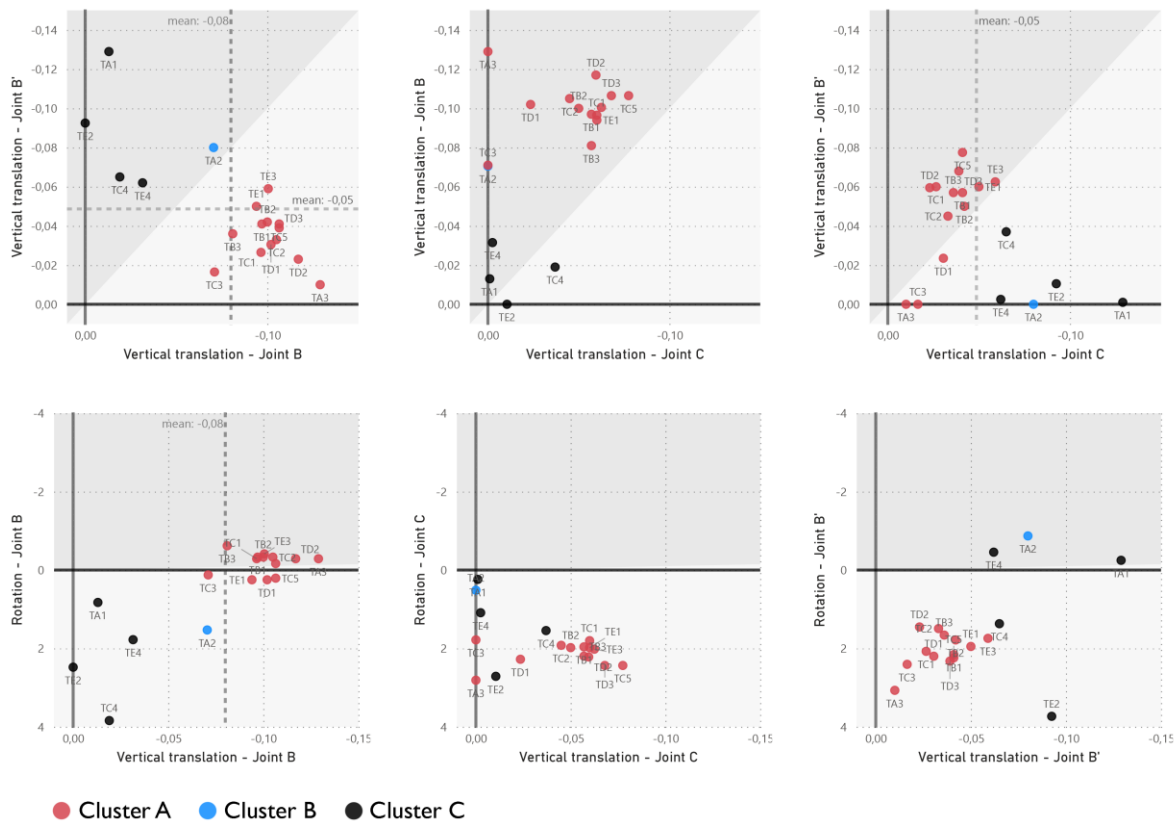


Figure 6. Scatterplot matrix and clustering of trusses according to μ_B , μ_C , $\mu_{B'}$, β_B , β_C , $\beta_{B'}$ values.

4.2 Deformations of the tie-beams

The analysis of tie-beam deformations concerns nine parameters corresponding to the vertical translations of nine control points along the axis of the elements.

Results show that, in general, the lowerings of the control points gradually increase from the lateral supports to the middle cross-section of the tie beams, as was assumed in the initial assumptions. The maximum lowering is registered for trusses TA3 and TB2, amounting to about 12 cm. It is important to note that the displacements registered for San Pietro's trusses are limited compared to those of other case studies, above all if related to the truss span. This is because all the San Pietro's tie-beams are supported by timber trestles resting on the perimetral masonry walls of the church.

The deformations of the tie-beams are not related to that of the upper elements; therefore, the tie-beams behavior can not be clusterized according to the groups illustrated above. However, all investigated tie-beams exhibit qualitatively similar behavior, except for the truss TA1 and TA2, the most recent trusses dated back to the 18th century. In fact, the tie-beams of newer trusses, made with a better construction technique, are less deformed than older ones (Figure 7).

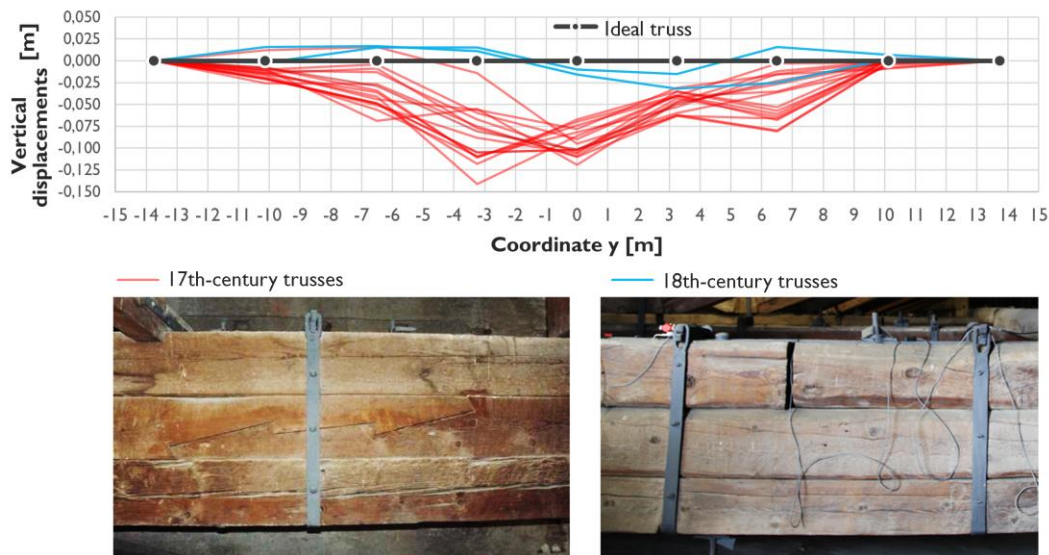


Figure 7. On the top, vertical displacements of the tie-beams. On the bottom, photos of the different construction techniques used for San Pietro's tie-beams.

4.3 Discussion

The analyses conducted on the Cathedral's trusses have shown that most of the trusses have similar structural behavior in terms of hypothetical deformations undergone since their original state.

As described in previous passages, 13 out of 18 trusses exhibit an asymmetrical behavior characterized by higher lowering of joints B (positioned at the North-facing roof pitch) than joints B' (placed instead at the South-facing roof pitch). Anomalous behavior was instead highlighted for 4 out of 18 trusses, implying that further research into these building areas is required. These trusses are not different from the others in terms of typology or construction characteristics; thus, the anomalies may be most likely due to local factors rather than typological issues.

The maximum hypothetical vertical translation documented for the primary joints is equal to 13 centimeters. These deformations are modest considering that all the trusses cover a

span of about 26 meters and comparing them with other case studies. These low displacements are probably related to the unique structural scheme of the San Pietro's trusses, as well as to their exemplary construction technique.

Nevertheless, the asymmetrical behavior of the roof must not be disregarded. Non-symmetrical loads on the roofing system could be provoked, for example, by the persistence of snow on the North-facing pitch after heavy snowfall. Non-symmetrical loads could trigger kinematics for which the trusses cannot respond (Figure 8), causing unexpected tension changes in the elements or excessive displacements of joints that could cause the loss of connection between the elements. Such a phenomenon may arise in queen-post trusses. As a result of loads of excessive intensity, the trusses could collapse, causing the entire roof to ruin.

It is fair to note that such asymmetrical behavior could also have been caused by initial design and construction errors that could have caused the structure to malfunction, forcing stresses to be concentrated in specific elements or taking away from the contacts between elements. All of these issues, which could have influenced the trusses' behavior, may have significant repercussions on the state of health of the whole structure if not cared.

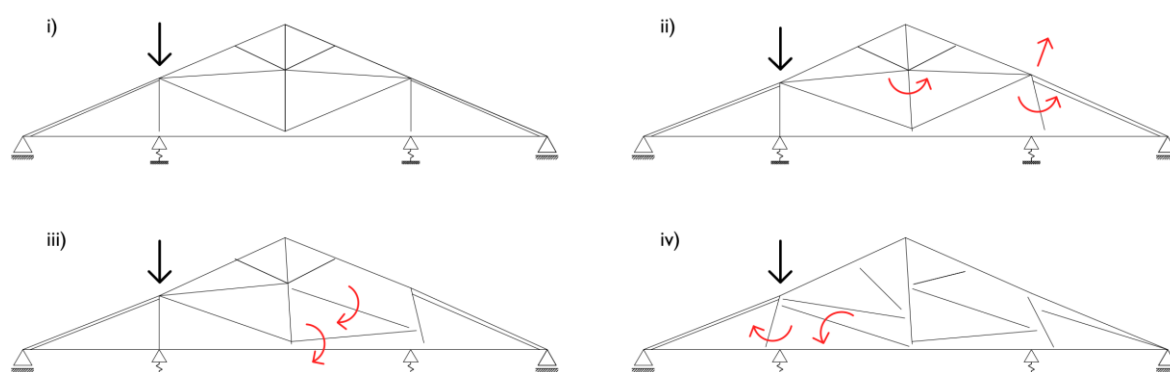


Figure 8. Collapse kinematics of queen-post trusses due to asymmetrical loads.

As already demonstrated in other studies, the results confirmed that the structural behavior of tie-beams depends on the construction technique rather than the deformations of the upper beams. Correlations were not found between the translations and rotations of joints B, C, and B' and the bending deformations of the tie-beams.

Tie-beam deformations are also modest. The limited deformations are optimal indicators of the tension state of these elements; generally, if tie beams are slightly deformed, they are adequately tensioned thus they properly fulfill their structural task. This finding indicates a good construction technique and is related to the presence of timber trestles that support tie-beams throughout the depth of the nave. In order to understand whether these trestles are effective, an experimental assessment of the dynamic behavior of San Pietro's tie-beams has been performed using single-station and multichannel triaxial portable seismometers (Tromino[®] and SoilSpy from MoHo Ltd., respectively). On the one hand, the measurements highlighted that the eigen-modes of the trusses modestly depend on their tensional state rather than on thermal effects. On the other hand, in the microtremor regime, the additional support guaranteed by the timber trestle practically halves the free span of the truss, as the higher eigenfrequency demonstrates [21].

In conclusion, it would be appropriate to insert metallic straps connecting the primary truss beams, such as rafters, straining beams, tie beams, and posts, inhibiting the structure's vulnerability to non-symmetrical loads, and increasing the degree of the constraint of joints and notches. On the one hand, these minimal and reversible interventions are strictly

necessary to preserve the cultural values of these fascinating construction systems and ensure the safety of the building. On the other hand, programmatic maintenance and monitoring of the wooden roof are required to keep the state of preservation of trusses under control, suggesting timely intervention and preventing deterioration phenomena from spreading to the collapse of the structures.

5. Conclusions

Applying the parametric 3D modeling method to the San Pietro's roof trusses gave interesting information about the structural behavior of these particular timber systems. First, the research method application provided information that is usually challenging to know in-depth through traditional approaches. The reverse engineering approach based on the combined use of TLS and VP procedures showed advantages not only for modeling in 3D the geometries of Cultural Heritage objects with high precision and accuracy, but also for getting specific insights about their deformation state and identifying their critical issues. Secondly, this new study clarified the behavior of many trusses, expanding previously presented results and producing new knowledge about these construction systems.

Results show that, although their age and their size, San Pietro's trusses have undergone lower deformations than those belonging to other case studies. This is probably due to their typological uniqueness and their structural scheme. Although the detected movements do not threaten the current state of the building, the identified non-symmetrical behavior of the roof could hide structural vulnerabilities when loaded under non-symmetrical weights. For this reason, monitoring actions are suggested over time or after unforeseen windstorms or snowfalls as well as maintenance and minimal interventions are respectively required to preserve wood from material degradation and improve the connection between truss timber beams. The investigation detected some anomalies in the behavior of a few trusses. Further investigation of the trusses grouped into Cluster C will be carried out. It would be appropriate studying the building behavior in correspondence to these trusses, many of which are near the main facades of the building. For instance, since the analysis revealed that all 18 trusses present a rotation outside their plane towards the main façade, it would be significant to study its deformation state through a similar method to evaluate its out-of-plane displacements [22].

Finally, experimenting with the method in a further case study contributed to the maturity of the whole process, testing it in terms of generalization on various truss types and standardization of tools and procedures. This is the basis of future typological comparisons between similar construction systems belonging to different buildings and dating back from different periods.

References

- [1] P. Pozzati, P. P. Diotallevi, F. Zarri (1982) Teatro Comunale di Bologna: Consolidamento della copertura e del sottotetto della grande sala, *Ing. Arch. Costr. Mens. Tec. Inf.*, Volume 37, 1982, Pages 95–108.
- [2] T. Mannoni, E. Giannichedda (2011) *Archeologia della produzione*. Torino: Einaudi.
- [3] U. Barbisan, F. Laner (2000) *Capriate e tetti in legno: progetto e recupero: tipologie, esempi di dimensionamento, particolari costruttivi, criteri e tecnologie per il recupero, manti di copertura*. Milano: F. Angeli.

- [4] A. Massafra, D. Prati, G. Predari, R. Gulli (2020) Wooden Truss Analysis, Preservation Strategies, and Digital Documentation through Parametric 3D Modeling and HBIM Workflow, *Sustainability*, Volume 12, June, 2020, Pages 4975. doi:10.3390/su12124975.
- [5] D. Prati, G. Zuppella, G. Mochi, L. Guardigli, R. Gulli, (2019) Wooden Trusses Reconstruction and Analysis Through Parametric 3D Modeling, *ISPRS - Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, Volume XLII-2/W9, January 2019, Pages 623–629. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-623-2019.
- [6] D. Prati, L. Guardigli, G. Mochi (2021) Displacement and deformation assessment of timber roof trusses through parametric modelling. The case of San Salvatore's church in Bologna, *Tema*, Volume 7(1), Feb. 2021. doi: 10.30682/tema0701c.
- [7] D. Prati, I. Rrapaj, G. Mochi (2018) Contribution of parametric modeling in the interpretation of deformations and displacements of wooden trusses, *SCIRES-IT - Sci. Res. Inf. Technol.*, Volume 8(1), July 2018. doi:10.2423/i22394303v8n1p105.
- [8] P. B. Lourenço, H. S. Sousa, R. D. Brites, L. C. Neves (2013). In situ measured cross section geometry of old timber structures and its influence on structural safety, *Mater. Struct.*, Volume 46(7), July 2013, Pages 1193–1208. doi: 10.1617/s11527-012-9964-5.
- [9] J. Markiewicz, A. Tobiasz, P. Kot, M. Muradov, A. Shaw, A. Al-Shammaa (2019) Review of Surveying Devices for Structural Health Monitoring of Cultural Heritage Buildings, in 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE), Kazan, Russia, October 2019, Pages 597–601. doi: 10.1109/DeSE.2019.00113.
- [10] J. Collao, F. Lozano-Galant, J. A. Lozano-Galant, J. Turmo (2021) BIM Visual Programming Tools Applications in Infrastructure Projects: A State-of-the-Art Review, *Applied Sciences*, Volume 11(8), September 2021. Pages 8343. doi: 10.3390/app11188343.
- [11] M. Andriasyan, J. Moyano, J. E. Nieto-Julián, D. Antón (2020) From Point Cloud Data to Building Information Modelling: An Automatic Parametric Workflow for Heritage, *Remote Sensing*, Volume 12(7), March 2020, Pages 1094. doi: 10.3390/rs12071094.
- [12] J. Moyano, I. Gil-Arizón, J. E. Nieto-Julián, D. Marín-García (2022) Analysis and management of structural deformations through parametric models and HBIM workflow in architectural heritage, *Journal of Building Engineering*, Volume 45, January 2021, Pages 103274.
- [13] D. Santos, M. Cabaleiro, H. S. Sousa, J. M. Branco (2022) Apparent and resistant section parametric modelling of timber structures in HBIM, *Journal of Building Engineering*, Volume 49, May 2022, Pages 103990. doi: 10.1016/j.jobe.2022.103990.
- [14] X. Wang, C. Wu, C. Bai (2022) Generating the Regular Axis from Irregular Column Grids through Genetic Algorithm, *Applied Sciences*, Volume 12(4), February 2022, Pages 2109. doi: 10.3390/app12042109.
- [15] H.-C. Youn, J.-S. Yoon, S.-L. Ryoo (2021) HBIM for the Characteristics of Korean Traditional Wooden Architecture: Bracket Set Modelling Based on 3D Scanning, *Buildings*, Volume 11(11), October 2021, Pages 506. doi: 10.3390/buildings11110506.
- [16] R. Terra, D. Benati (1997) *La Cattedrale di San Pietro in Bologna*. Cinisello Balsamo (Milano): Silvana.
- [17] M. Medica, S. Battistini (2003) *La cattedrale scolpita: il romanico in San Pietro a Bologna*. Ferrara: Edisai.
- [18] F. Ceccarelli, D. Lenzi (2011) *Domenico e Pellegrino Tibaldi: architettura e arte a Bologna nel secondo Cinquecento*. Venezia: Marsilio.
- [19] M. Fanti, C. Degli Esposti (1995) *La chiesa cattedrale e metropolitana di San Pietro in Bologna: guida a vedere e a comprendere*. Firenze: Vallecchi.
- [20] R. Terra (2008) *Benedetto XIV e la facciata della Cattedrale di Bologna: storia, documentazione e restauro*. Ferrara: Edisai.
- [21] S. Castellaro S (2019) *Deduzioni sul comportamento statico delle capriate della Cattedrale di San Pietro (BO) a partire dalla misura del comportamento dinamico*. Master's Degree Thesis, Alma Mater Studiorum - University of Bologna.
- [22] A. Massafra, C. Costantino, D. Prati, G. Predari, R. Gulli (2021) Digital survey and parametric 3D modelling for the vulnerability assessment of masonry heritage. The Basilica of San Domenico in Siena, Italy, in *Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XVII*, Southampton, WIT Press, 2021, August 2021, Pages 173 – 184. doi: 10.2495/STR210151.

Physical prototyping of digital twins for the documentation, protection and dissemination of Heritage

Pérez Sendín, María - Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain, mperezppf@alumnos.unex.es

Cruz Franco, Pablo Alejandro– Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain, pablocruzfranco@unex.es

Gordillo Guerrero, Antonio– Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain, anto@unex.es

Abstract: The aim of this work is to present the results obtained in the field of the elaboration of physical twins (models) from digital twins of architectural heritage. These digital twins have been obtained using the new technologies of photogrammetry (SfM), terrestrial laser scanner (TLS) or a combination of both techniques.

As a final result will be high-resolution physical models (50 microns-100 microns) that create new ways of disseminating and protecting heritage. These new models open up a multitude of possibilities: documentation, teaching, tourism, dissemination and even a new way of understanding universal accessibility by being able to produce typhological models with these new technologies...

Keywords: heritage, digital twins, physical prototypes, resin, 3D print, digital survey.

1. Introduction

The purpose of this communication is to show the workflow developed to obtain physical prototypes from digital twins obtained by photogrammetry, Terrestrial Laser Scanner (TLS) or both methods[1].

Photopolymer resin and SLA (selective exposure to light by laser) laser technology have been used to obtain the physical models. Specifically, a form 2 printer has been used. This technology and this equipment have been selected for its precision in the details (50 microns-100 microns).

The project has been developed in the Smart Open Lab. It is a FabLab hosted at the University of Extremadura. It is an open production space that has supported this project with tools, machines and knowledge of the community that composes it. SOL's main philosophy is to share knowledge globally and thus contribute to development and research.

This workflow has been carried out in the city of Cáceres, which is a UNESCO's World Heritage Site, specifically, it has been proposed on several parts of the Almohad Wall [2]. The Wall has a perimeter of approximately 1174 m and a surface of 8.2 ha.

The first study area has been carried out on the section between the Torre Redonda and the Torre del Aver located in the street Adarve del Padre Rosalío, adding both sections of wall approx. 50 m, and would be composed of 2 towers, 2 cubes and two sections of canvas separated by the demolition of a part of the wall. The Torre Redonda is a defensive tower, that is, it is ahead of the wall line, in fact it is not round but an octagon with 4 m long on each side, it is one of the tallest towers of Cáceres with almost 7 m high and the Torre del Aver, also defensive, has a square floor of 7 m on each side. Each tower has a defensive cube of about 3 m on each side and the stretch of wall that joins them is walkable from which you can see the multitude of houses that are attached to the wall, being hidden the back of the wall.

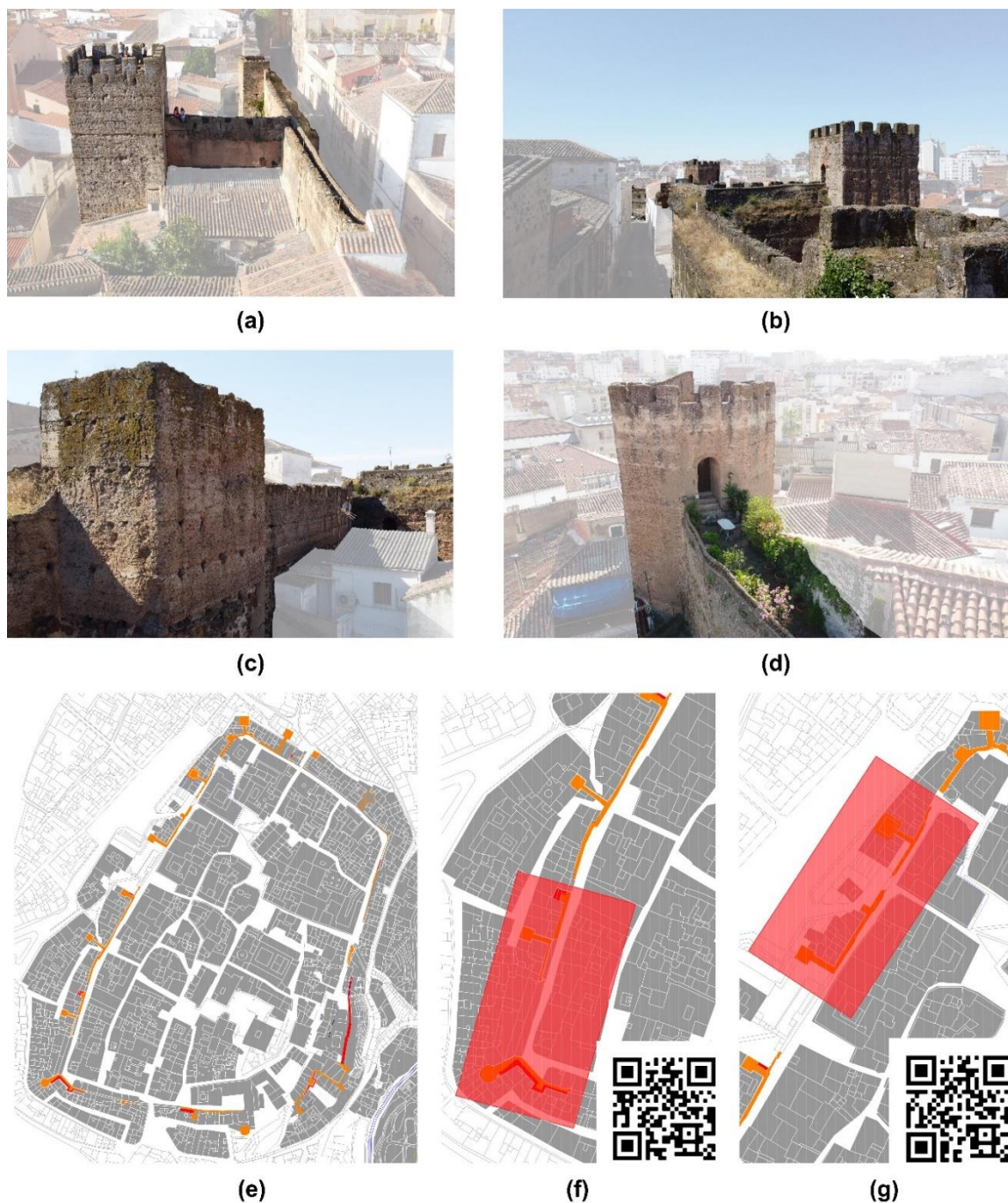


Figure 1. Areas of intervention: (a) Aerial view of the Aver tower, (b) view of the fortified complex from the intrados of the wall. Aver tower in the foreground, (c) Aver cube. Behind the canvas, (d) aerial view of the Ochavada tower, (e) plan of the study area. Right canvas, cube and Ochavada tower. Left canvas, cube and Aver tower; (e) walled enclosure of the city of Cáceres; (f) intervention area I: Redonda Tower and Aver Tower; (g) intervention area II: Bujaco Tower, Pulpits Tower and Arco de la Estrella.

The second study area was carried out on the section between the Torre de Bujaco and Torre de los Púlpitos, this section is approximately 60 m free of buildings and has an approximate surface area of 350 m², and is made up of the Bujaco Tower, an example of medieval architecture, as well as being the largest tower in the walled enclosure of Cáceres with a square floor plan measuring 11x12 m on each side and 25 m in height, The Torre de los Púlpitos is the most ornate cube in the city and the only one that gives direct access to a palace in the walled enclosure through an arch that connects the wall with the palace of

Mayoralgo. It has a square floor plan of 4x4 m. The Arco de la Estrella is one of the most important accesses to the city and has a length of 9 m. It is a segmental arch that allows the passage of carriages into the city.

Therefore, the study sections would have a total of 110 m of wall, 4 towers, 2 defensive cubes and a gate. Subsequently, digital models are generated combining UAV and TLS methodologies that guarantee the precise management and documentation of cultural and architectural heritage anywhere in the world in a free way and, thanks to the use of new technologies that facilitate the exchange of information necessary to obtain tangible models that allow us to preserve and analyse the heritage through photopolymeric resin with 3D printing.

2. Background and Related Works

2.1 Obtain the digital twin

In order to obtain the digital twin, we need a system that allows us to carry out different flight missions at different times in order to capture the entire study area. This system must be versatile, not affect the heritage and be low cost. This work represents a great advance and innovation in itself, respecting the current state of cultural heritage. Una vez tengamos un programa de vuelo y definida la estructura de las misiones y los objetivos de las mismas se realizará la toma de datos mediante UAV[2].

For an exact geometrical definition, a TLS (Terrestrial Laser Scanning)[3] will be used to accurately measure the monument and check the accuracy of the UAV shots[4].

Thanks to TLS technology, we can quickly and accurately obtain a three-dimensional model with possible ghost areas such as the roofs of a building, but by combining these with the models generated from UAV technology we can obtain complete, highly accurate models that will allow us to further process the models to generate physical prototypes.

2.2 Obtain the physical prototype

Nowadays, the way of understanding reality in our society is in constant evolution given the ease of access to the digital tools currently available to us, in addition, the use of new technologies has increased given the situation that COVID-19 has generated, producing a great change in the way we relate to each other and to the heritage that surrounds us. The need arises to bring heritage closer to any part of the world in the simplest possible way, the need for digital twins has begun to be relevant and, going a little further, by combining digital twins with the most avant-garde technologies related to 3D printing, we obtain physical prototypes that allow us to get to know cultural and architectural heritage in a different and more economical way.

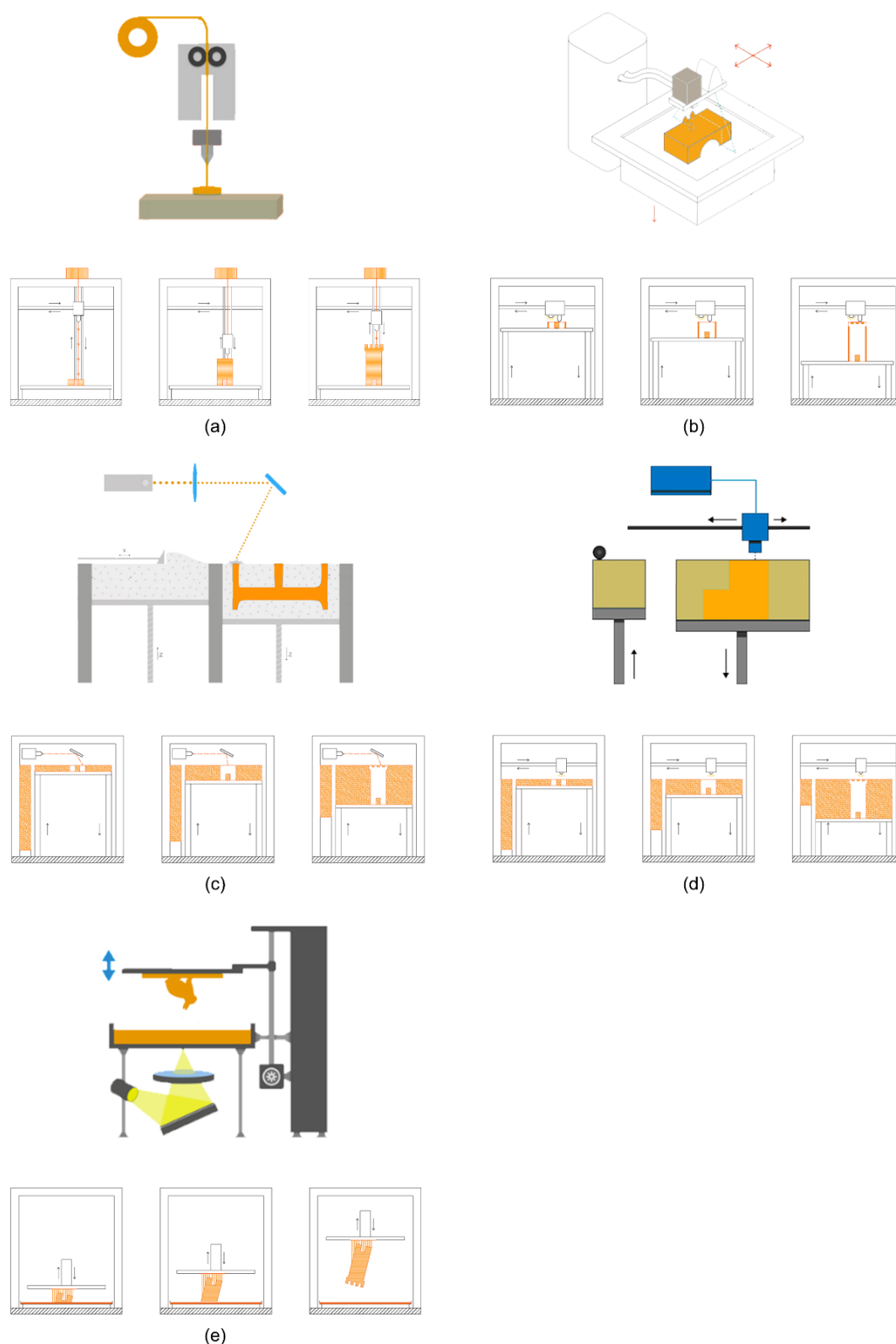


Figure 2. 3D printing technologies: (a) FDM material extrusion printing; (b) photopolymer resin material injection (c) powder bed fusion technology (SLS)(d) binder jetting in sand or metal powder (e) photopolymer resin polymerisation technology (VAT);

Currently, there are several technologies for 3D printing depending on the materials used and the requirements to be met, from FDM material extrusion (Fig.2a) with optimal surface finishes, low resolution but low cost and faster but fragile parts creation; VAT polymerisation printers (Fig.2e) are of several types: SLA or stereolithography which are the oldest printers with high precision and smooth surface finish but slower processing resin; the DLP type reduces printing times but the larger the printing surface the lower resolution so it is no longer in use and the MSLA or LED-LCD type has fast printing, low material cost but high maintenance due to the need for cooling because of high heating; another type would be SLS powder bed fusing (Fig.2c) has fast printing, low cost but a grainy surface finish; Material Jetting printers (Fig. 2b) are of two types: MJ with an optimal surface finish but fragile parts and a higher cost and DOD type is used more for mould making; within the Binder Jetting printing (Fig.2d) they can be sand with a lower cost but larger printing surface or metal which are also low cost but allow large and complex geometries. Powder bed fusing machines can be DMLS, SLM or EBM, which allow smaller and more complex parts to be obtained but can be deformed and have a high cost.

Finally, as the parts we are going to create are intended to have high resolution and detail, we decided to use the VAT polymerisation SLA printer type (Fig.2e), specifically the FormLabs 2 model with white V4 resin.

Nowadays, new technologies, especially 3D printing, a technique that is part of digital manufacturing since it is based on digital twins from which physical prototypes are generated.

It is being developed within a multitude of areas from medicine creating biomodel implants[5, 6] that simulate organs and tissues that are used for academic, scientific and surgery purposes or even to be implanted in the organism to repair or replace an organ, prosthesis or regenerative medicine; The field of industry and engineering[7-11] for the elaboration of parts for machines, to the area of furniture creating decorative elements, chairs or tables; for odontology it is a great help in the creation of dental prostheses, surgery guides or moulds due to the fact that each solution is adapted to the patient with great precision.

3D printers applied to the automobile industry allow the development of prototypes and even functional parts for the car or spare parts; in architecture[12, 13] it brings great advantages for the design of physical prototypes with a reduction of cost and time, a fast and accurate replication of models, precision and details, even assisting in the construction of real buildings.

They are also on the rise in the jewellery sector, creating pieces from wax or resin, making it possible to edit and create unique jewellery prototypes quickly and easily. In the aerospace sector, it helps to reduce the load on aircraft, making them lighter and reducing fuel consumption and emissions. In the field of optics, it allows the creation of lighter, self-designed and more economical glasses.

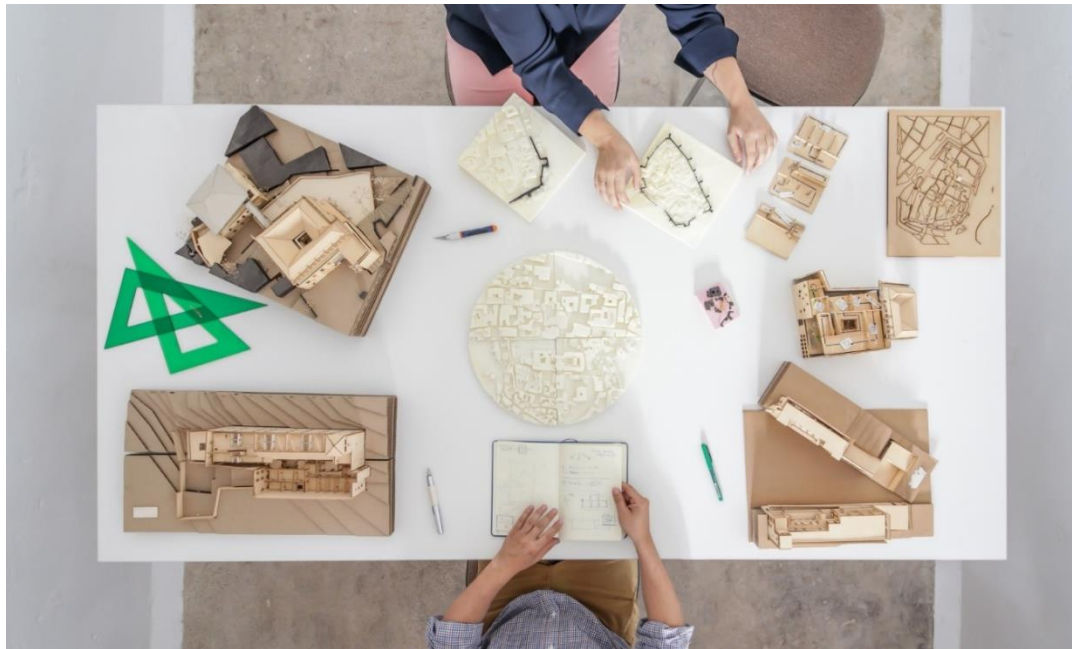


Figure 3. Different examples of physical models of architecture obtained using different 3D printing and laser cutting systems. TAD3 Lab. Collaborative work between the Universidad de las Americas de Puebla and the Universidad de Extremadura.

3. Materials and Methods

Obtain the digital twin

The capture of this digital twin has been carried out by photogrammetry. Work has been carried out by combining point clouds obtained by SfM (with images acquired from UAVs) and clouds obtained by TLS digital instruments, the result is a parametric three-dimensional model. It is a high quality model[14] of the city wall and can be said to have been obtained using a low-cost and accurate "smart workflow".

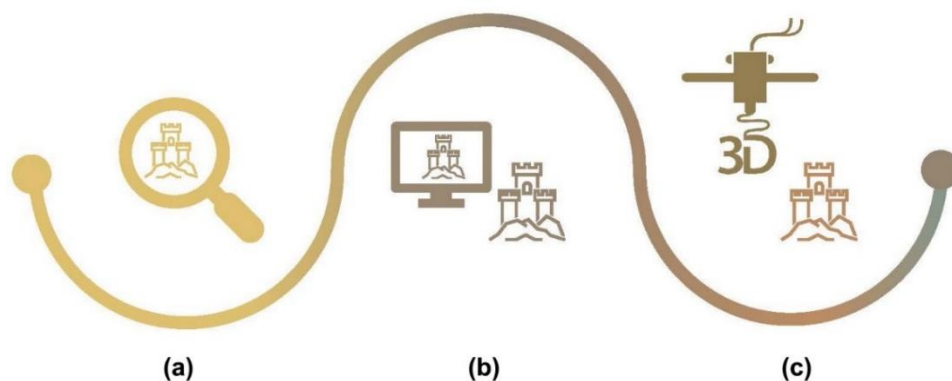


Figure 4. (a) The need to analyse heritage in order to manifest its documentary and architectural values through digital and physical twins (b) Digital fabrication that allows us to protect and showcase our heritage in a different way (c) Obtaining physical twins

Obtain the physical prototype

The processing of this "twin" has been carried out using Rhinoceros 3d software. The three-dimensional mesh was assembled and refined using this programme. We have focused on

the surroundings of the wall and we have modelled the terraced houses in a simplified way. Once this first modelling phase was completed, we proceeded to divide it into fragments according to the physical limits imposed by the printer model we used (form2), which measures $145 \times 145 \times 175$ mm. This is a stereolithography (SLA) 3D printer, which is a precision tool for additive manufacturing from light-curing resin.

A versatile workflow is generated that allows the information obtained from photogrammetry (digital twins) to be converted into high-resolution physical [15] twins.

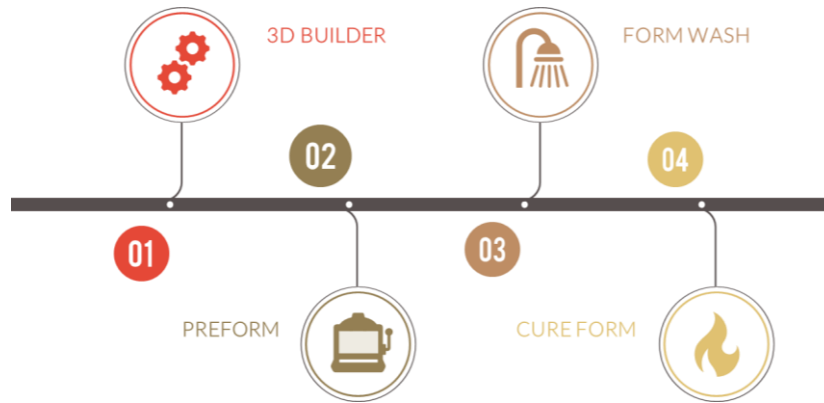


Figure 5. 3D printing workflow.

Then, we have two tables that correspond to the study zones explained above, table 1 corresponds to zone 1 and table 2 with zone 2, they are tables identifying the files used to carry out the physical prototype with the amount of resin and time needed to make each piece on the printer, these files can be obtained for free from the online platform Thingiverse.

Table 1. First analysis of digital platforms based on...

| Pieces | Swap file (STL) | Preform | Resin (ml) | Duration (h) |
|--------|-----------------|---------|------------|--------------|
| A1 | A1_STL | A1_FORM | 114,95 ml | 10 h |
| A1 | A1_STL | A1_FORM | 96,63 ml | 10 h 15 min |
| A2 | A2_STL | A2_FORM | 77,96 ml | 7 h 45 min |
| A3 | A3_STL | A3_FORM | 62,31 ml | 7 h 15 min |
| A4 | A4_STL | A4_FORM | 74,02 ml | 8 h 15 min |
| A5 | A5_STL | A5_FORM | 68,26 ml | 7 h |
| A6 | A6_STL | A6_FORM | 92,40 ml | 9 h 15 min |
| A7 | A7_STL | A7_FORM | 78,64 ml | 9 h 45 min |
| A8 | A8_STL | A8_FORM | 76,91 ml | 7 h 45 min |
| A9 | A9_STL | A9_FORM | 70,23 ml | 6 h 45 min |
| B1 | B1_STL | B1_FORM | 72,46 ml | 7 h 30 min |
| B2 | B2_STL | B2_FORM | 49,63 ml | 6 h 45 min |
| B3 | B3_STL | B3_FORM | 50,63 ml | 7 h 15 min |
| B4 | B4_STL | B4_FORM | 79,17 ml | 9 h 30 min |
| B5 | B5_STL | B5_FORM | 87,84 ml | 10 h 15 min |
| B6 | B6_STL | B6_FORM | 280,31 ml | 16 h 30 min |
| B7 | B7_STL | B7_FORM | 76,31 ml | 9 h 30 min |
| B8 | B8_STL | B8_FORM | 76,56 ml | 9 h 15 min |
| B9 | B9_STL | B9_FORM | 79,89 ml | 9 h 30 min |
| C1 | C1_STL | C1_FORM | 84,07 ml | 8 h 45 min |
| C2 | C2_STL | C2_FORM | 49,13 ml | 6 h 30 min |
| C3 | C3_STL | C3_FORM | 51,25 ml | 7 h 15 min |
| D1 | D1_STL | D1_FORM | 90,15 ml | 9 h |
| D2 | D2_STL | D2_FORM | 55,26 ml | 7 h |
| D3 | D3_STL | D3_FORM | 27,81 ml | 4 h 30 min |

Table 2. Summary table of physical prototype

| Pieces | Swap file (STL) | Preform | Resin (ml) | Duration (h) |
|--------|-----------------|-----------|------------|--------------|
| A1 | A1_STL | A1_FORM | 114,95 ml | 10 h |
| A2.2 | A2.2_STL | A2.2_FORM | 113,33 ml | 12 h 15 min |
| A2.3 | A2.3_STL | A2.3_FORM | 87,45 ml | 9 h 15 min |
| A3 | A3_STL | A3_FORM | 149,07 ml | 14 h |

3.1. Phase 1. Export of the photogrammetric model

Nowadays, there are many ways of exchanging digital files for the different softwares we use, in our case, we export the model with the .OBJ extension as it allows us to keep the textures of our digital twin.

3.2. Phase 2. 3D Builder processing

To process the digital model, we use the 3D Builder software, free software from Microsoft Corporation that allows you to create, model and print the models in a generalised and free way, being a great help to facilitate the transmission of knowledge anywhere.

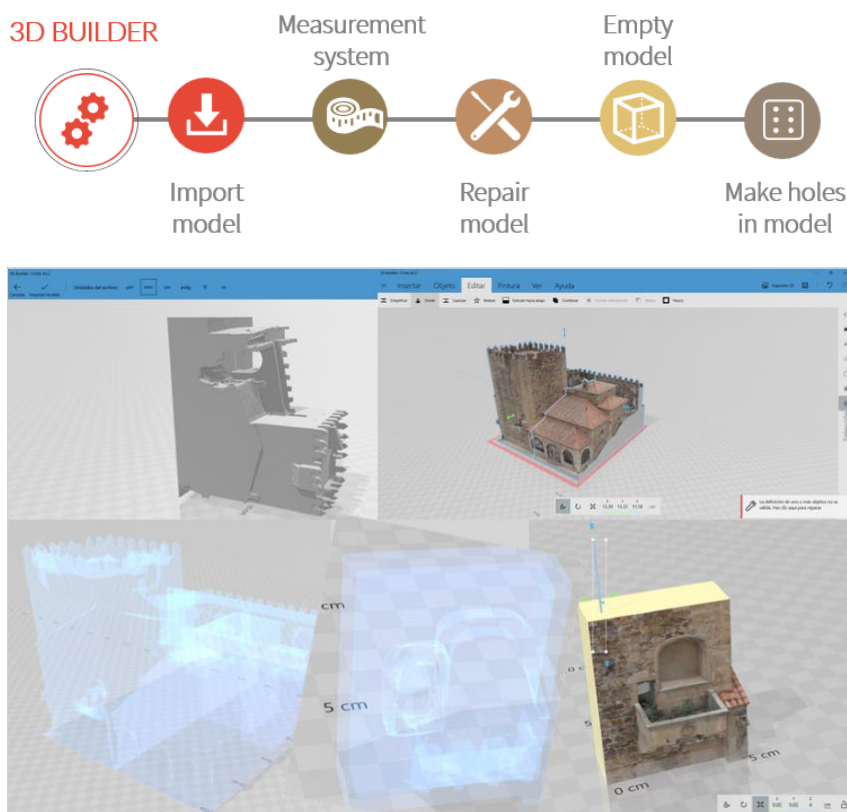


Figure 6. Workflow for the processing of digital twins in 3D Builder.

3.3. Phase 3. Processed in Preform

Once the digital twin has been processed, it is necessary to process it further, this time with Preform, the free software of the Form2 printer from Form Labs, which uses advanced parameters to generate the supports and optimise the printing of each piece, resulting in a digital model ready for printing.

3.4. Phase 4. Printing.

The following equipment was used in the Smart Open Lab: 3D printer, specifically the Form 2 model, a stereolithography 3D printer (SLA), Form Wash and Cure Form.

- **FormLabs, Form 2:** It works with resin printers because of the high quality it offers (50-100 microns).
- **Wash in Form Wash:** Once the pieces have been obtained, it is necessary to wash them to remove the excess resin without curing the surface, for this purpose the machine uses isopropyl alcohol and the washing time will depend on the type of resin being used.
- **Cured in Cure Form:** Once the parts have been washed, the supports that have been generated prior to printing are removed. When the parts are without supports, they are cured using the Cure Form. The curing time and temperature will depend on the type of resin being used for the prototypes.

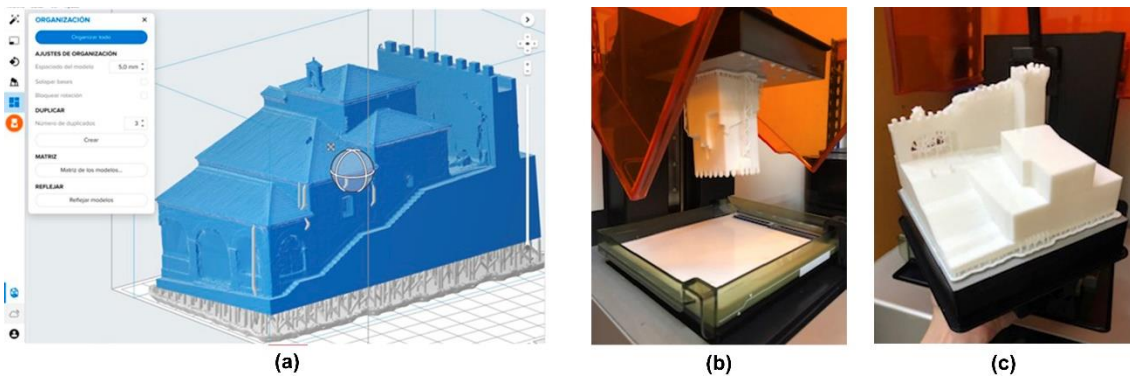


Figure 7. (a) digital twin before printing (b) (c) physical prototype on Form 2 printer

4. Conclusions

The proposed methodology is divided into two phases. The first phase of data collection and generation of the physical twin. Regarding the first phase, it is stated that:

- Firstly, as a society we have an obligation to digitize the world we live in to preserve it as a digital twin for future generations: database of the present.
- Secondly, we have the opportunity to recreate from these digital twins lost architectural environments and future digital environments: bases of the past and the future.
- There are many digitization methods, each one with its advantages and disadvantages [15-20]. In the present study, a low-cost methodology based on the use of UAVs has been chosen [2, 21], schematized and incorporated into the workflow. This scheme is supported by other work and professional experience of the authors [1, 22].
- New rendering technologies have long allowed us to create resources and content that reflect what our heritage is and could be like. These digital twins, both the digital copies of the present and the digital proposals of the past and the future[23], give rise to huge databases that have been traditionally used for the development of restoration projects, as in the case of the study of the Ermita del Vaquero, but once the work was completed and finished, it was complex and difficult to instrumentalize them as a tool of knowledge.

Regarding the second phase:

- The proposed methodology allows us to increase our capacity to disseminate, protect and conserve our heritage. Digital borders are transposed and we obtain prototypes that can be distributed in open source to promote knowledge regardless of location, physical or economic conditions.
- On the other hand these proposals represent a revolution at the educational level, our students can have in their hands replicas of the monuments with a millimetric quality.
- On the other side, these physical prototypes are a tool that opens the doors to the aforementioned universal accessibility through tiflological models of our heritage.

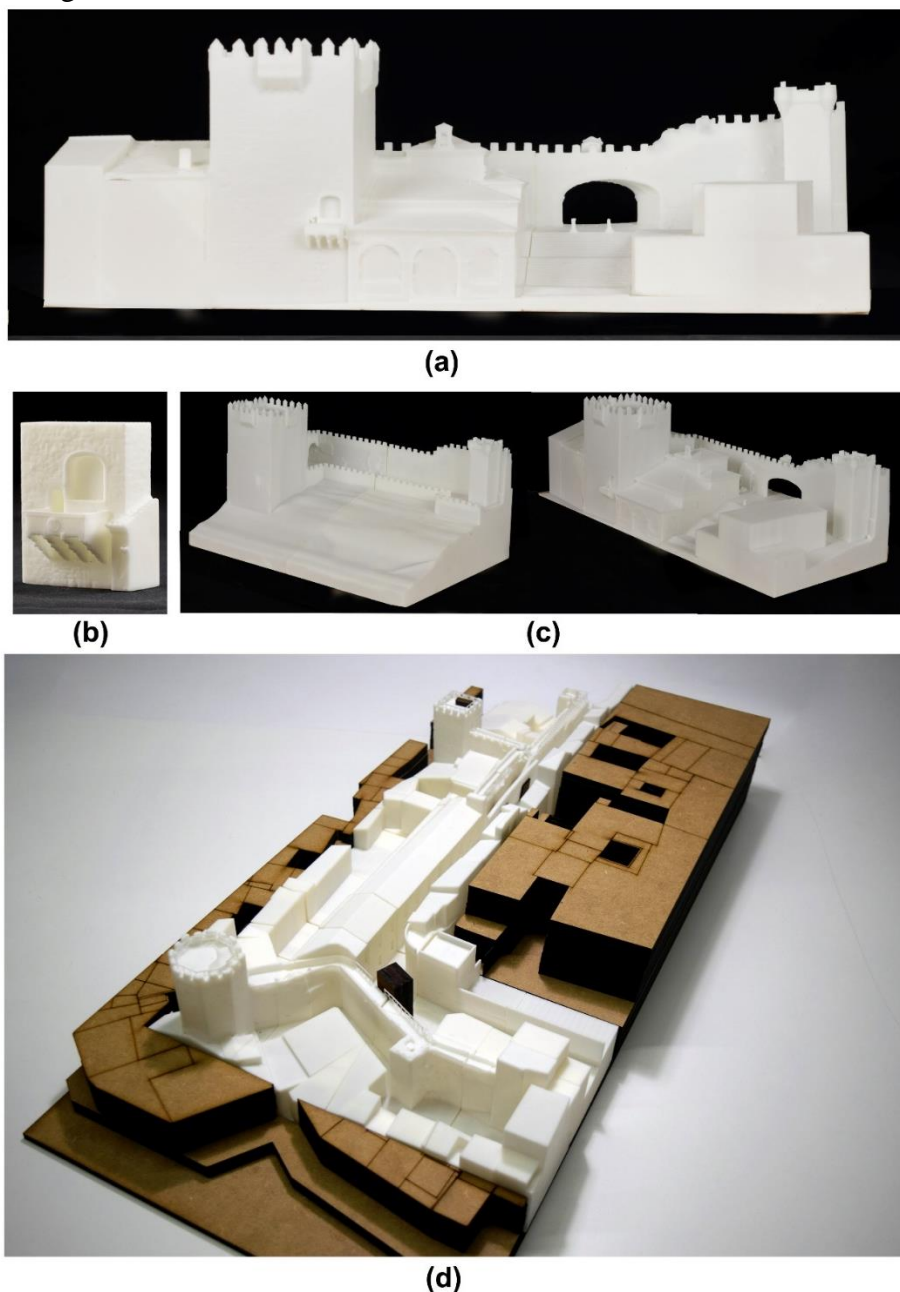


Figure 8. (a) Physical prototypes of the Torre de Bujaco, Torre de los Púlpitos and Arco de la Estrella; (b) prototype detail element of the Torre de Bujaco; (c) proposed physical models of zone 2 (d) physical prototype of the Torre Redonda, Torre del Aver and its defensive cubes..

Acknowledgements

This publication has been partially developed thanks to the SEXPE Innovation and Talent Program 2021 of the Junta of Extremadura: Protocolos para la implementación de modelos de información en ciudades patrimonio de la humanidad para la búsqueda de una accesibilidad universal.

REFUNDS: This publication has been made possible thanks to funding granted by the Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital de la Junta de Extremadura and by the European Regional Development Fund of the European Union through the reference grant GR21159 (COMPHAS researcher group).

This work would not have been possible without the collaboration of the Smart Open Lab, especially thanks to Mario Figueira Torres for the formation and support received, fundamental for the development of the work.

And also thanks to funding granted by the Researcher project "Aplicación de tecnologías VR y levantamientos 6D para la implementación de una accesibilidad universal en el patrimonio arqueológico de edificación pública romana" through the reference grant IB20096.

References

1. Rueda Marquez de la Plata, A., et al., *Protocol Development for Point Clouds, Triangulated Meshes and Parametric Model Acquisition and Integration in an HBIM Workflow for Change Control and Management in a UNESCO's World Heritage Site*. Sensors (Basel), 2021. **21**(4).
2. Gómez Bernal, E., Cruz Franco, Pablo Alejandro; Rueda Márquez de la Plata, Adela., *Drones in architecture research: methodological application of the use of drones for the accessible intervention in a roman house in the Alcazaba of Mérida (Spain)*. in *D-SITE. Drines-Systems of Information on culTural hEritage*. 2022: Pavia, Italy.
3. Saura-Gómez, P., et al., *Advances in the Restoration of Buildings with LIDAR Technology and 3D Reconstruction: Forged and Vaults of the Refectory of Santo Domingo de Orihuela (16th Century)*. Applied Sciences, 2021. **11**(18).
4. Parrinello, S. and F. Picchio, *Integration and Comparison of Close-Range Sfm Methodologies for the Analysis and the Development of the Historical City Center of Bethlehem*. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2019. **XLII-2/W9**: p. 589-595.
5. romero, m., *IMPRESION 3D EN MEDICINA*. Bitácora digital, 2019.
6. Marti Brenes, M., *Los riñones humanos fabricados mediante impresora 3D*. 2018.
7. Subirada, F., et al., *Development of a Custom-Made 3D Printing Protocol with Commercial Resins for Manufacturing Microfluidic Devices*. polymers, 2022.
8. Torres, E., L. Jersson, and T. Edwin, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA IMPRESORA 3D APLICANDO LA TÉCNICA DE PROTOTIPADO RÁPIDO MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA*. 2012.
9. Riccio, C., et al., *Effects of Curing on Photosensitive Resins in SLA Additive Manufacturing*. Applied Mechanics, 2021.
10. Bogusz, P., et al., *Experimental Research of Selected Lattice Structures Developed*

with 3D Printing Technology. materials 2022.

11. chiulan, I., Ş.I. Voicu, and D. Batalu, *The Use of Graphene and Its Derivatives for the Development*

of Polymer Matrix Composites by Stereolithographic

3D Printing. applied Sciences, 2022.

12. Riveiro, L., *Impresión 3D o el mundo de la producción a disposición del consumidor*. 2015.

13. Rivellino, C., *TESTING THE RELIABILITY OF MINI-UAVS ACQUISITION CAMPAIGN ON DETAILED BAS-RELIEFS. THE CASE STUDY OF SCULPTURING ELEMENTS OF*

DONATELLO'S PULPIT. 2022.

14. Cruz Franco, P.A., A. Rueda Marquez de la Plata, and E. Gómez Bernal, *Protocols for the Graphic and Constructive Diffusion of Digital Twins of the Architectural Heritage That Guarantee Universal Accessibility through AR and VR*. Applied Sciences, 2022. **12**(17): p. 34.

15. Pérez Sendín, M., *Prototipado físico a partir de gemelos digitales aplicado a la Torre de Bujaco*, in *Construcción*. 2022, Universidad de Extremadura: Cáceres. p. 144.

16. Monego, M., et al., *3-D Survey Applied to Industrial Archaeology by Tls Methodology*. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2017. **XLII-5/W1**: p. 449-455.

17. Azmi, M.A.A.M., et al. *3D Data Fusion Using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Photogrammetry and Terrestrial Laser Scanner (TLS)*. in *Proceedings of the Second International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA)*. 2017. Singapore.

18. Arapakopoulos, A., et al., *3D Reconstruction & Modeling of the Traditional Greek Trechadiri: "Aghia Varvara"*. Heritage, 2022. **5**(2): p. 1295-1309.

19. Intignano, M., et al., *A Scan-to-BIM Methodology Applied to Stone Pavements in Archaeological Sites*. Heritage, 2021. **4**(4): p. 3032-3049.

20. Parrinello, S., et al., *Documenting the Cultural Heritage Routes. The Creation of Informative Models of Historical Russian Churches on Upper Kama Region*. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2019. **XLII-2/W15**: p. 887-894.

21. Rodriguez Sánchez, C., *Levantamiento y propuesta de accesibilidad en el jardín histórico de la Arguijuela de Arriba (Cáceres)*, in *Expresión Gráfica*. 2021, Universidad de Extremadura.

22. Ramos Sánchez, J.A., P.A. Cruz Franco, and A. Rueda Márquez de la Plata, *Achieving Universal Accessibility through Remote Virtualization and Digitization of Complex Archaeological Features: A Graphic and Constructive Study of the Columbarios of Merida*. Remote Sensing, 2022. **14**(14): p. 3319.

23. Rueda Márquez de la Plata, A., P.A. Cruz Franco, and J.A. Ramos Sánchez, *Architectural Survey, Diagnostic, and Constructive Analysis Strategies for Monumental Preservation of Cultural Heritage and Sustainable Management of Tourism*. Buildings, 2022. **12**(8): p. 1156.

LabSAMPA – Laboratório de documentação da arquitetura histórica de São Paulo: Uma experiência de cooperação didática entre a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e o Dipartimento di Architettura dell’Università degli Studi di Firenze, com uso da tecnologia Laser Scanner 3 D e fotogrametria

LabSAMPA – Laboratory for documentation of historical architecture in São Paulo: An experience of didactic cooperation between the Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo and the Dipartimento di Architettura dell’Università degli Studi di Firenze, using Laser Scanner 3 D technology and photogrammetry

Stefano Bertocci - DIDA/UniFI, Firenze, Italia, e-mail: stefano.bertocci@unifi.it

Regina Helena Vieira Santos - FAU/USP, São Paulo, Brasil, e-mail: rhvs@alumni.usp.br

Luciano Migliaccio - FAU/USP, São Paulo, Brasil, e-mail: migliac@usp.br

Beatriz Piccolotto Bueno - FAU/USP, São Paulo, Brasil, e-mail: beatrizbueno@usp.br

Abstract: The Faculty of Architecture and Urbanism of the University São Paulo and the Dipartimento di Architettura of the Università degli Studi di Firenze have developed a didactic and scientific cooperation project with the use of digital survey for the preparation of historical documentation of architectural heritage in center of São Paulo since 2017. The purpose led to the realization of theoretical-practical laboratories and the creation of a course aimed at inserting the results of academic cooperation within the training offer from the two institutions. The initiative, with the participation of an Italian and a Brazilian team, made up of professors, researchers and students, already assists in the production of final undergraduate and master's and doctoral research work at both institutions. In this text, studies cases of historic buildings, which were the objects of the laboratories, are presented: the Edifício Baraúna on the Avenida São João, the Grande Hotel in Largo do Café, the Solar da Marquesa de Santos. Through a survey carried out with laser scanner technology, integrated with photogrammetric and manual metric method, this methodology open a new historiographic perspectives and serve as a subsidy for studies, plans and actions of preservation, restoration and reuse of these buildings.

Keywords: Center of São Paulo; historic documentation; digital survey; architectural heritage

Introduction

A iniciativa de cooperação científica ítalo-brasileira “LabSAMPA – Laboratório de documentação da arquitetura histórica em São Paulo” surgiu em 2017 a partir do estágio realizado junto ao Departamento de Arquitetura da Universidade de Florença pela Dra. Regina Helena Vieira Santos, durante pesquisa de doutorado sobre a história urbana da Avenida São João, orientada pelo prof. Luciano Migliaccio, junto ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. A pesquisa contou com um intercâmbio junto ao Departamento de Arquitetura da Universidade de Florença, com a direção do prof. Silvio Van Riel, e a colaboração do prof. Stefano

Bertocci. Durante a estada da Dra. Vieira Santos na Itália, alguns alunos de graduação e pesquisadores da área de levantamento digital, manifestaram interesse em realizar o escaneamento digital 3D de um trecho da Avenida São João¹ representativo do alargamento realizado nas primeiras duas décadas do século XX no centro histórico de São Paulo. Dentro deste recorte, foi selecionado como objeto de estudo o Edifício Baraúna², imóvel de apartamentos com projeto do engenheiro português Ricardo Severo, que se destaca pela novidade das soluções construtivas em relação à média das construções do mesmo tipo realizadas em São Paulo à época, junto com a adoção de um repertório decorativo neocolonial nas fachadas.

A experiência foi realizada em setembro de 2017, no formato de um workshop livre, com a participação das estudantes Anastasia Cottini e Chiara Alessi, e dos pesquisadores Matteo Bigongiari, Monica Bercigli, Pietro Becherini sob coordenação do Professor Stefano Bertocci, da Universidade de Florença, e de alunos matriculados nos Cursos de Graduação e de Pós-graduação da FAU USP. Os resultados das atividades do workshop de 100 horas/aula foram positivos, mostrando a importância da continuação das atividades envolvendo a formação de alunos de graduação da FAU USP, para introduzir os métodos de levantamento digital com tecnologia 3D adotados pela instituição florentina no âmbito da oferta formativa proporcionada pela faculdade brasileira.

A partir da primeira experiência, desde o segundo semestre de 2018, a disciplina optativa AUH 237 *Urbanização e Urbanismo ou no Brasil*, do curso de graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo passou a incluir uma atividade de cooperação prática entre a instituição brasileira e o Departamento de Arquitetura da Universidade de Florença. Neste ano as duas estudantes italianas Anastasia Cottini e Chiara Alessi apresentaram a tese de graduação com resultados dos levantamentos feitos no Brasil sob o título: “*Avenida São João un rilievo urbano nel centro storico di São Paulo, Brasile*”³.

A partir deste ano de 2020, a atividade forma parte da nova disciplina optativa AUH 335 “LABSAMP: laboratório de documentação da arquitetura histórica de São Paulo”, do Curso de Graduação. Os professores responsáveis Beatriz Piccolotto Siqueira Bueno e Luciano Migliaccio, com a colaboração da Dra. Regina Helena Vieira Santos do Departamento de Patrimônio Histórico da Prefeitura Municipal de São Paulo e do doutorando Rodrigo Luiz Minot Gutierrez, realizaram um projeto didático interdisciplinar, com a participação de alunos do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU USP, da Escola Politécnica e do Dual Training Program das duas faculdades, novamente em colaboração com pesquisadores e recém-formados da Universidade de Florença, sob orientação do professor Stefano Bertocci.

O objetivo do curso é combinar trabalho de campo e dimensão teórico-metodológica da atividade de levantamento, a fim de instruir os alunos ao uso de tecnologia digital com scanner a laser 3D em função da preparação de documentação para projetos de estudo, preservação e restauração de edifícios históricos. Com particular atenção ao centro da cidade de São Paulo, a disciplina apresentou e discutiu teorias e metodologias de documentação para o estudo da história da urbanização e da arquitetura em suas relações com a arqueologia e a cultura material. O levantamento métrico manual foi realizado com o objetivo de compreender melhor o espaço estudado e integrar as lacunas dos dados detectados pela varredura digital. Do escaneamento digital, ortoimagens são geradas para realização dos desenhos arquitetônicos (plantas, elevações, cortes) em AutoCAD pelos alunos. Para as a documentação das fachadas os desenhos serão complementados com os registros fotográficos sequenciais feitos para a fotogrametria que utilizam o software PhotoScan, e nos pontos inacessíveis foi utilizado um drone DJI Spark. Terminado o processo de levantamento digital, os alunos, divididos em grupos, partem para

a investigação da documentação histórica relativa aos edifícios selecionados existente nos arquivos⁴.

Os resultados obtidos com a aplicação dessas metodologias de detecção arquitetônica e histórica, destacando as possibilidades educacionais do uso da tecnologia na comunicação ao público do valor dos edifícios como um documento da história urbana, levaram em 2020 à assinatura de um acordo de cooperação entre a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e o Museu da Cidade de São Paulo, órgão da Secretaria da Cultura da Municipalidade de São Paulo.

Como veremos, as edificações escolhidas como estudos de caso foram selecionadas não tanto pelo seu significado como monumentos históricos, mas, acima de tudo, pela sua importância para a história do desenvolvimento urbano da cidade, das técnicas e da indústria da construção. Segue abaixo a descrição de alguns casos de estudos selecionados.

Casos de estudo

1. O Edifício Baraúna

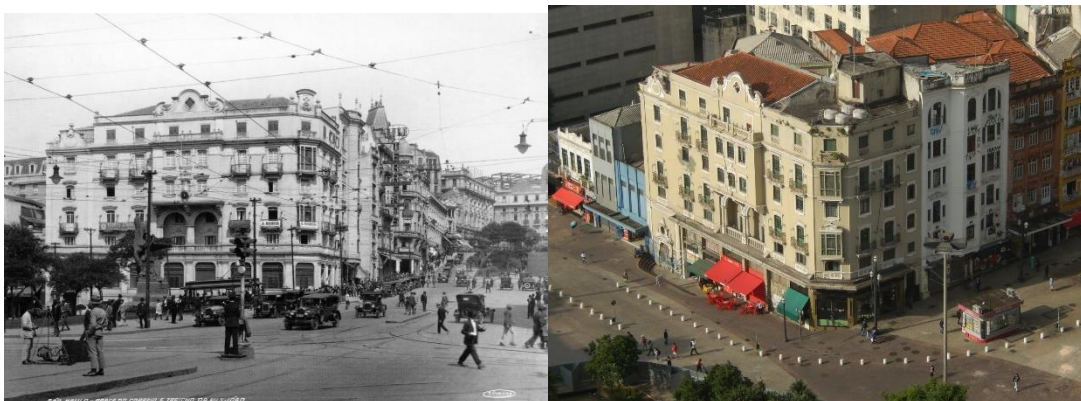


Figura 1. Edifício Baraúna, vista da fachada para o Vale do Anhangabaú, 1926, foto de Theodor Preising. Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/353532639495665914/?autologin=true>. Vista aérea do Edifício Baraúna, 2018, foto de Regina Helena Vieira Santos.

O “Edifício Baraúna”, conforme a pesquisa de Regina Helena, é assinado pelo engenheiro português Ricardo Severo⁵ foi construído no ano de 1923, em concreto armado e alvenaria de tijolos, revestido com argamassa raspada também conhecida como pedra fingida. As esquadrias são de madeira e vidro. O piso térreo é todo comercial, considerando o porão que, decorrente da topografia, faz frente voltada para o Vale do Anhangabaú.

Estudando as plantas originais, a circulação vertical está resolvida por dois acessos independentes, um pela Avenida São João, no atual 126, e o outro pelo Vale do Anhangabaú (Praça do Correio), ambos sem limite com a edificação vizinha. Para o arejamento e iluminação de todos os ambientes, há um poço interior. O porão, acessado pelas escadas, é um grande espaço único. O piso térreo possui um acesso independente pela Avenida São João. Projetado para ser armazém, há muitos anos é sede do tradicional Restaurante Guanabara. O piso da sobreloja possui salas de escritório, banheiros, “lodge”, e o elevador definido de “*ascensor*”, com um curioso italianismo.

O primeiro andar em planta é igual a sobreloja. No segundo andar, os ambientes eram destinados para bilhar e outros jogos de mesa. Um destes espaços medindo 8,00 m por 5,60 m era denominado “*bacará*” enquanto os cômodos voltados para a Avenida, eram para

O arquiteto-engenheiro português Ricardo Severo⁶, autor do projeto, foi um dos principais expoentes do neocolonial no Brasil, ativo à época, tanto para projetos comerciais quanto para residências da elite.

O trabalho teve como objetivo reconstruir aspectos da história das técnicas construtivas e da indústria da construção na cidade de São Paulo, que raramente podem ser percebidos no tecido urbano atual. Como se depreende do relato anterior, os edifícios históricos sofreram diversos graus de transformações, ou, muitas vezes ainda apresentam a caracterização original, com decorações e artefatos de interesse, no entanto, mal preservados ou restaurados com materiais não adequados aos critérios de conservação mais atualizados.

O estudo contribui para a história urbana da cidade e pretende, na sua evolução futura, oferecer um exemplo de documentação para futuras intervenções de restauro e reaproveitamento com utilizações compatíveis com as necessidades do século XXI.

2. A sucursal do Grand Hotel no Largo do Café

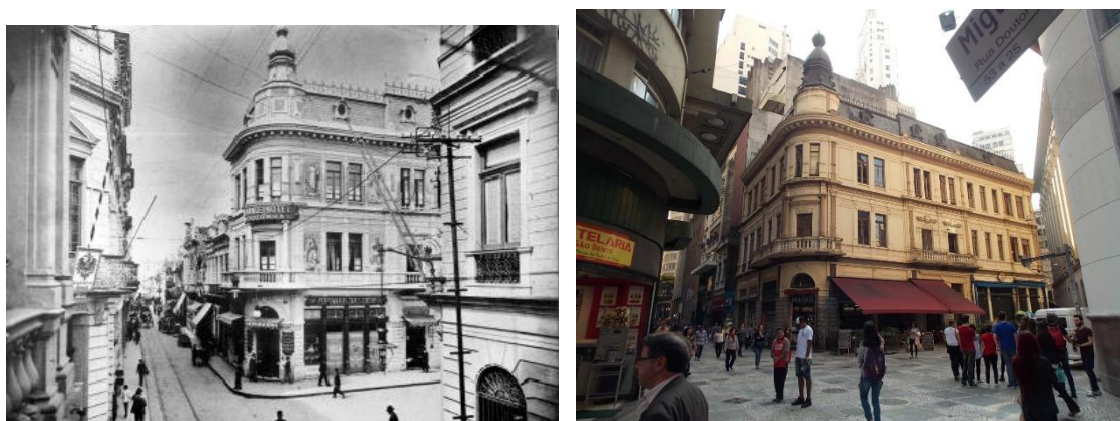


Figura 3: À esquerda, vista do Largo do Café, fotografado por Guilherme Gaensly (1843-1928). Ao centro, prédio ainda existente, em que funcionou a sucursal do Grande Hotel. FONTE: KOSSOY, Boris. São Paulo, 1900: imagens de Guilherme Gaensly. São Paulo: Kosmos/CBPO, 1988. EM: CAMPOS, Eudes. O antigo Beco da Lapa e o Grande Hotel. Fonte: Informativo Arquivo Histórico Municipal, n. 24: maio/jul.2009 <http://www.arquiamigos.org.br/info/info24/i-logra.htm>. À direita, fachada do edifício da antiga sucursal do Grande Hotel no Largo do Café, centro histórico de São Paulo. Fonte: Foto Regina Helena Vieira Santos, 2018.

No centro de São Paulo a Rua São Bento⁷ liga o Largo de São Bento ao Largo de São Francisco e forma parte do chamado "triângulo histórico" das ruas da cidade, junto com a Rua Direita e a Rua 15 de Novembro. A partir da segunda metade do século XIX, esta rua passou a receber os principais hotéis destinados a acolher os viajantes que chegavam à cidade pelo transporte ferroviário.

O edifício estudado, a antiga sucursal do Grande Hotel, conforme os documentos levantados no Arquivo Histórico, foi projetado para utilização comercial com lojas na cota da rua e escritórios nos dois pisos superiores. O empresário português Manoel Garcia da Silva, proprietário do armazém *Loja do Japão* e responsável pelo desenvolvimento da área residencial de São Paulo conhecida como *Jardim Europa*, foi o empreendedor do edifício. Posteriormente, o imóvel foi alugado pelo empresário Friedrich Glette, proprietário do Grand Hotel, para abrigar a filial deste estabelecimento.

A sede principal do Grande Hotel encontrava-se na rua São Bento à esquina com a Rua Miguel Couto (antigo Beco da Lapa, posteriormente Rua do Grande Hotel) tendo outra face para a Rua Líbero Badaró (antiga rua São José). O palacete da sucursal é localizado a pouca distância, na esquina das ruas São Bento com Álvares Penteado (antiga Rua do Comércio), e

da Rua do Comércio (antiga Travessa do Comércio). Decorrente de legislação para abertura de espaços públicos como praças e largos, foi feito um acordo entre o proprietário e o município, segundo o qual o primeiro teria demolido um edifício existente no local do atual Largo do Café⁸, em troca da anistia de uma dívida fiscal. A cartografia histórica da cidade de São Paulo analisada confirma que o atual Largo do Café foi aberto em coincidência com a construção do prédio entre 1907 e 1911.

Os desenhos arquitetônicos originais das plantas e das fachadas, com data 1907 e carimbo do arquiteto Oscar Kleinschmidt, apresentam uma edificação sem recuos para as vias. No novo edifício foi anexada uma construção já existente para a rua São Bento. No entanto, não foi possível precisar a data deste evento, pois não foi encontrado nenhum documento a respeito até o momento. O material estudado inclui um corte esquemático da alvenaria da fachada, que mostra alteração da largura do muro para a via, sendo maior próximo da fundação e estreitando-se a cada pavimento conforme à altura. É possível ver a platibanda que oculta a calha do escoamento das águas pluviais.

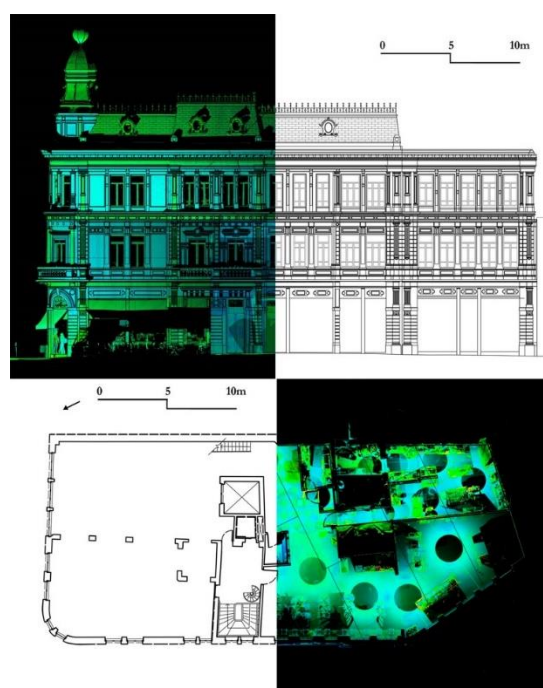


Figura 4. Parte dos resultados da disciplina experimental 2018, estudo de caso o edifício da sucursal do Grande Hotel. Fonte: Acervo da Pesquisa.

A construção combina diversas técnicas construtivas, utilizando paredes de apoio em alvenaria comuns à época junto a perfis e vigas metálicas de sustentação dos pisos. A utilização da alvenaria nas paredes divisórias internas permitiu a alteração do uso dos escritórios transformados em quartos de hotel nas primeiras décadas do século XX, e posteriormente, a remoção destes muros conforme outras necessidades de uso. O edifício foi aprovado seguindo o Código de Posturas de 1875, reeditado em 1886, que passou a exigir a apresentação de desenhos a partir de 1893. Tal código especificava altos pés direitos para boa circulação do ar, e determinava a largura das paredes das envasaduras das portas e das janelas em relação à altura dos edifícios. Os vãos ainda possuem seus fechamentos de madeira, com ornamentos de metal, molduras e vitrais, nos andares superiores, preservando o desenho original. Por haver as marcas gravadas nas estruturas de ferro, foi possível verificar que elas foram produzidas localmente, na Fundação do Brás pertencente ao Coronel Francisco Amaro.

O hall de acesso atual preserva a escada original de madeira, revestida com piso frio, e o elevador original ainda é mantido. Carece um projeto de adequação do imóvel existente para as novas normas de segurança de incêndio e acessibilidade, conservando suas características históricas. O telhado original era provavelmente de telhas de ardósia; atualmente encontra-se com telha de amianto conforme registros fotográficos realizados com o drone.

Analisando os desenhos das fachadas vê-se um corpo dotado de um torreão à esquina da Rua São Bento e outro corpo saliente com um frontão decorado ao centro do atual Largo do Café. O ritmo de cheios e vazios segue também na fachada para a Rua do Comércio (antiga Travessa do Comércio). Ao nível da via os corpos apresentam uma sequência ritmada de aberturas destinadas a servirem de entrada para ambientes de uso comercial. Os dois pavimentos superiores possuem envasaduras alinhadas com aquelas da base e um coroamento feito por platibanda. Há balcões nos corpos destacados com os acessos para os pavimentos superiores.

Os ornatos das fachadas, feitos com a mesma argamassa raspada do revestimento, também conhecida como pedra fingida, baseiam-se no repertório classicista. Na base do edifício destacam-se os elementos salientes ou almofadados; no corpo, o uso de elementos como colunas e pilastras caneladas, capitéis de origem greco-romana, entablamento, dentículos. Nota-se a liberdade típica do ecletismo na manipulação do vocabulário e da sintaxe clássica.

Como era comum na época, Kleinschmidt certamente se valeu de tratados acadêmicos, e de manuais ou repertórios que circulavam amplamente entre os construtores. Portanto, optar pelo sistema clássico, longe de ser uma escolha arbitrária, significou mobilizar conscientemente elementos ideológicos que abonaram dignidade à obra, dando-lhe destaque na paisagem urbana pelo seu caráter decoroso. A linguagem ornamental é adequada à definição de “palacete comercial” atribuída à época para este tipo de construção de uso misto, comercial no piso térreo e para escritórios nos andares superiores.

As fontes encontradas fornecem poucas informações sobre Oscar Kleinschmidt, autor do projeto. Embora ele se identifique como um engenheiro-arquiteto nos documentos, não foi possível reconstruir a sua formação profissional, nem estabelecer a data de sua chegada no Brasil ou a duração de sua estada.

3. O Solar da Marquesa de Santos

O laboratório didático, em 2019, contou com o importante apoio do Istituto Italiano di Cultura di São Paulo, e do Museu da Cidade de São Paulo. O Solar da Marquesa de Santos, sede deste museu, é um sobrado com várias fases construtivas, desde a época colonial até as últimas intervenções ocorridas no século XX. O edifício resulta da união de duas residências localizadas na antiga rua de Santa Teresa, que se chamou depois rua do Carmo e hoje Rua Roberto Simonsen. O traçado desta via está na colina ladeada pelo rio Tamanduateí, da São Paulo colonial, que ligava o *Pátio do Colégio* dos Jesuítas à igreja dos terciários carmelitas e à de Nossa Senhora do Carmo (demolida). Entre os séculos XVIII e XIX, a área foi ocupada por residências da elite da cidade devido a sua posição privilegiada que dava acesso para os comerciantes que desembarcavam do rio à área do Pátio do Colégio, onde estavam alguns dos principais prédios públicos: a igreja e o Colégio Jesuíta - posteriormente transformado em Palácio do Governo - a Real Casa de Fundação do Ouro e o teatro.



Figura 5. O Solar da Marquesa de Santos em 1862, foto Militão Augusto de Azevedo. Acervo fotográfico do Museu da Cidade de São Paulo. Após arrematado em leilão pela Mitra Diocesana foi a reforma feita em 1890, foto publicada no “Album de Afonso”⁹⁹. Foto da fachada principal como se encontra desde o restauro de 1992. Acervo da pesquisa.

Segundo o cadastro urbano de 1809, a rua de Santa Teresa albergava um conjunto de edifícios de uso exclusivamente residencial: entre estes, o de número cívico 3, do Tenente Coronel Manoel José Gomes, de um lado do Beco do Colégio, e, do outro, o sobrado de número cívico 4, de propriedade do Coronel Joaquim José Pinto de Moraes, que fora unificado ao sobrado de número cívico 5 de propriedade do Dr. Jozé Ignácio Alvares de Castro, conforme os resultados das escavações arqueológicas. A documentação iconográfica revela que tal unificação aconteceu entre 1821 e 1827. O sobrado foi vendido a D. Maria Domitila de Castro Canto e Melo, Marquesa de Santos em 1834.



Figura 6. **a.** Reconstituição da fachada dos fundos do Solar, ou seja, a vista da várzea do Tamanduateí. Feito com base na aquarela de Pallière de 1821. Autor: Henrique Andrade Reis, 2019.

Figura 7. **b.** Reconstituição da fachada dos fundos do Solar. Feito com base no desenho de Francisco Sauvage, Panorama da cidade, tomado da várzea do Carmo, de 1889. Autor: Henrique Andrade Reis, 2019.

À época, o imóvel apresentava ainda o programa arquitetônico típico das residências aristocráticas brasileiras do período colonial: depósitos e serviços no térreo, aposentos no andar superior, com cômodos destinados ao uso social, com sacadas na frente, e dormitórios nos fundos. Na parte de trás da casa, olhando para a Várzea do Carmo, havia um grande quintal fechado por paredes de barro, que se estendia até à beira do rio Tamanduateí, então importante caminho pelo comércio fluvial em toda a região.

Domitila viveu no sobrado até sua morte em 1867. Seu herdeiro Felício Pinto de Mendonça e Castro morou aí até falecer, em 1879, e seu espólio foi leilado. O edifício foi arrematado pela Mitra Diocesana, e em 1880, tornando-se o Palácio Episcopal. Reformas que envolveram uma mudança da linguagem estética do edifício foram realizadas em 1889-1890. O andar térreo foi destinado às atividades administrativas, enquanto os aposentos do bispo ocuparam o andar superior. As paredes permanecem de taipa onde não houve interferência antrópica ou natural; foi feita a platibanda no coroamento do edifício, ocultando o novo telhado com a introdução de calhas com os respectivos condutores para o escoamento das águas pluviais, deixando de ter o telhado colonial com beiral.

Na fachada posterior, a iconografia do século XIX mostra importantes alterações, como o fechamento da varanda, o acréscimo de um novo ambiente, e de uma escadaria de dois lances convergentes, ornamentada por um nicho, descendo para o quintal, que se estendia até a várzea do Tamandateí.



Figura 8. Parte dos resultados da disciplina experimental 2019, estudo de caso do Solar da Marquesa de Santos, antigo sobrado número 3 da Rua do Carmo. Fonte: Acervo da Pesquisa.

Em 1909, o imóvel foi adquirido pela *Companhia de Gaz de São Paulo*, que foi sua proprietária até 1967. Documentos do Arquivo Histórico de São Paulo (AHSP), com desenhos de reformas, assim como registros iconográficos do Acervo do Departamento do Patrimônio Histórico de São Paulo ilustram as muitas alterações realizadas do período em que o imóvel esteve sob posse da empresa. O andar térreo se tornou um espaço único de uso comercial, enquanto as aberturas na fachada foram transformadas em vitrines. Estudos arqueológicos realizados na década de 1990 demonstram que houve elevação do nível do piso do térreo, para que não ficasse ao nível da rua, conforme exigido pela legislação então vigente. É provável que as colunas metálicas hoje existentes na mesma área, parcialmente encamisadas com alvenaria de tijolos, datem desse mesmo período. O pavimento superior foi alterado para se tornar a residência do gerente da companhia.

Entre 1934 e 1939, aos fundos, em parte do espaço do quintal, foi construído um anexo com nova tipologia e técnica construtiva se utilizando o concreto armado. No ano de 1967, o edifício foi desapropriado e em 1971 foi reconhecido no livro de tomo do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT), passando a pertencer à Prefeitura Municipal a partir de 1975, como sede da Secretaria Municipal de Cultura.

Um estudo realizado pelo arquiteto Carlos Alberto Cerqueira Lemos, publicado em 1968¹⁰, nos informa sobre as diversas técnicas utilizadas na construção embasando as propostas de restauro que foram posteriormente aprofundadas pelo arquiteto Alexandre Luiz Rocha¹¹. O imóvel foi restaurado em 1991 conforme os princípios das cartas de restauro, deixando à vista as diferentes técnicas construtivas encontradas nas prospecções feitas, assim como os registros arqueológicos. Desta forma, foi possível ilustrar também as diversas noções de preservação e restauro que nortearam as diversas intervenções ao longo do tempo.

Conclusions

Os casos apresentados mostram a variedade de situações, de contextos, de intervenções presentes na história de inúmeros edifícios, muitos ainda não considerados pela ação de catalogação e de preservação do poder público. Devido à rápida dinâmica da transformação do patrimônio edificado no centro de São Paulo, muitos entre eles serão submetidos a novas iniciativas de reutilização com inevitáveis efeitos de descaracterização e, muitas vezes, de degradação.

O uso da metodologia integrada da equipe do Dipartimento di Architettura da Università di Firenze, liderada pelo prof. Bertocci, ao longo das atividades de cooperação acadêmica e científica, permitiu aos alunos da FAU USP familiarizar-se com os procedimentos da tecnologia do levantamento digital com laser scanner 3 D e perceber o seu valor na formação do arquiteto para a documentação histórica da arquitetura em função da preparação de corretas ações de planejamento urbano, de preservação, restauro, reutilização bem como de mediação cultural.

Além desta sólida aquisição no campo do conhecimento e da formação, a metodologia começa a ser aplicada concretamente, com resultados em Trabalhos Finais de Graduação, e em pesquisas de Pós-graduação.

Por sua vez, a iniciativa promoveu um renovado interesse dos alunos e dos pesquisadores italianos em relação à história da arquitetura e das cidades brasileiras, inclusive, em relação a períodos menos valorizados pela historiografia.

Nos anos de 2020 e 2021 as difíceis condições determinadas pela pandemia de Covid-19, impediram à equipe italiana de participar de forma presencial da disciplina LabSAMPA. Entretanto foi viável realizar online, com os materiais coletados nos anos anteriores. A disciplina contou com o CITI (Centro de Estudos da Interatividade e Tecnologia Informática) dirigido pelo prof. Marcelo Knoridich Zuffo. O centro destaca-se pela excelência da pesquisa sobre o uso da gráfica digital no campo da modelagem tridimensional e da criação de vocabulários informatizados no campo dos bens culturais.

O curso, portanto, levou a experimentar uma melhor organização dos dados e dos conhecimentos, de maneira que, através do uso da tecnologia como real extensão da inteligência humana, é possível contribuir para um mais efetivo conhecimento do patrimônio a ser protegido.

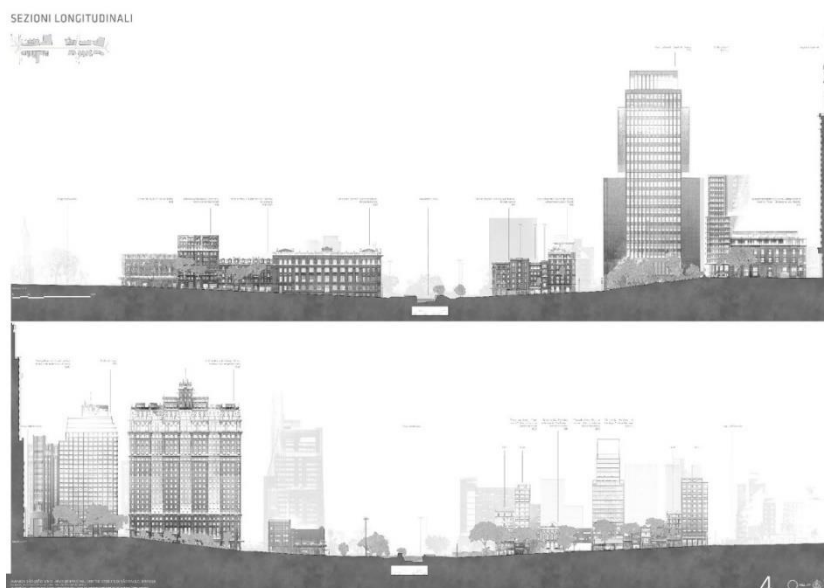


Figura 9. Desenho realizado para a tese de graduação de Anastasia Cottini e Chiara Alessi sob o título: “Avenida São João um relevo urbano nel centro storico di São Paulo, Brasile”, prancha 4, seções longitudinais, julho 2018. Fonte: Acervo da Pesquisa.

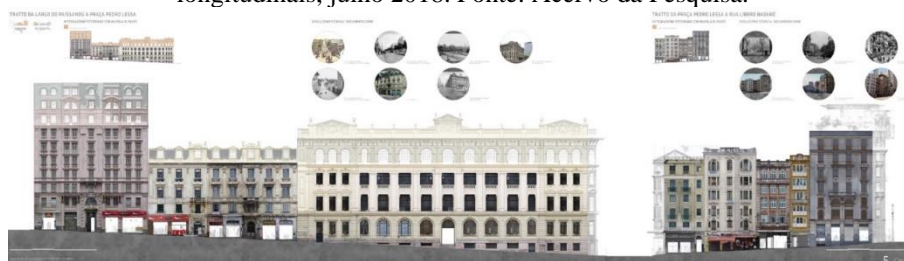


Figura 10. Desenho realizado para a tese de graduação de Anastasia Cottini e Chiara Alessi sob o título: “Avenida São João um rilievo urbano nel centro storico di São Paulo, Brasile”, prancha 5, tratamento das fachadas entre o Largo Paissandú e a Rua Líbero Badaró, julho 2018. Fonte: Acervo da Pesquisa.



Figura 11. Desenho realizado para a tese de graduação de Laís Tomasi Stanich sob o título: “Edifício Baraúna: estudo e diagnóstico para conservação”, março 2020. Fonte: Acervo da Pesquisa.

Acknowledgements

Agradecemos o apoio para a realização desta pesquisa da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo; do Departamento de Arquitetura da Università degli Studi di Firenze; do Museu da Cidade de São Paulo; da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, do Instituto Italiano di Cultura – São Paulo; o Clube Paineiras do Morumby, aos alunos, colegas e professores.

References

[1] SANTOS, Regina Helena Vieira. (2017) *Rua São João: a avenida São Paulo da Primeira República (1889-1930)*. São Paulo: Tese de Doutorado da FAUUSP.

² Tese de graduação Laís Tomasi Stanich sob o título: “*Edifício Baraúna: estudo e diagnóstico para conservação*”, 2020.

³ Tese de graduação de Anastasia Cottini e Chiara Alessi sob o título: “*Avenida São João um relevo urbano nel centro storico di São Paulo, Brasile*”, 2018.

⁴ Fontes primárias consultadas:

Acervo do Arquivo Histórico Municipal de São Paulo

Arquivo do Departamento de Projetos de Infraestrutura Urbana

Arquivo DESAP - Departamento de Expropriação

Biblioteca do Departamento do Patrimônio Histórico de São Paulo

Biblioteca Nacional Digital: Correio Paulistano século XIX e início do século XX.

<<http://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>>

[5] MELLO, Joana. (2007) *Ricardo Severo: da arqueologia portuguesa à arquitetura brasileira*. São Paulo: Annablume -Fapesp.

[6] PINHEIRO, Maria Lúcia Bressan. (2011) *Neocolonial, Modernismo e Preservação do Patrimônio no Debate Cultural dos Anos 1920 no Brasil*. São Paulo: EDUSP / Fapesp.

[7] SANTOS, Regina Helena Vieira. (2008) *Rua São Bento: um fragmento da cidade de São Paulo que registra as transformações e persistências na paisagem urbana*. São Paulo: Mestrado da FAUUSP.

[8] SEGAWA, Hugo Massaki. (2004). *Prelúdio de Metrópole*. São Paulo: Editorial Ateliê.

[9] LEMOS, Carlos Alberto Cerqueira (2001). *O álbum de Afonso. A reforma de São Paulo*. São Paulo: Pinacoteca do Estado.

[10] LEMOS, Carlos Alberto Cerqueira. (1968) *A casa da marquesa de Santos em São Paulo*. São Paulo, Institutos de Estudos Brasileiros.

[11] ROCHA, Alexandre. (nov. 1981/jun.1982) *A Casa de no. 3 da antiga Rua do Carmo – São Paulo – SP*. IV Curso de Especialização em Conservação e Restauração de Monumentos e Conjuntos Históricos, Convênio FNPM/SPHAN/UFBA.

Scan-to-BIM applied to heritage conservation: a case study of Aldeia do Fujaco

Sugiyama, Gabriel – Civil Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal,
e-mail: gabrielts@ua.pt

Rodrigues, Hugo – RISCO, Civil Engineering Department University of Aveiro, Aveiro, Portugal,
e-mail: hrodrigues@ua.pt

Rodrigues, Fernanda – RISCO, Civil Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal,
e-mail: mfrodrigues@ua.pt

Abstract: Despite the development of the construction techniques throughout the latest decades and their associated advantages, the preservation of the built heritage depends, amongst other factors, on the knowledge perpetuation concerning the traditional construction techniques. In this regard, the Scan-to-BIM methodology and the use of HBIM models might be helpful in many ways, such as through the documentation of the as-built construction, serving as an instrument to administrators and authorities, and having information regarding the knowledge of the heritage asset's construction techniques. In the preservation field, the HBIM model can provide multiple useful tools, for instance, documentation, and multiple information about conservation or renovation works. Based on these topics, this work involved selecting two buildings in a small village with heritage interest to apply the Scan-to-BIM and HBIM modelling, to serve as study cases for demonstrating how to use them as traditional techniques for preservation and live training.

Keywords: Scan-to-BIM, HBIM, Heritage Conservation, Traditional Construction Techniques

1. Introduction

Having modern materials and construction techniques emerged, traditional techniques and materials have been increasingly put into disuse due to various reasons, amongst them the quickness and easiness that the most recent methods can provide, and the associated visual characteristics. Despite the benefits, the technological advances can offer to the construction industry, the preservation of the built heritage depends on the perpetuation of knowledge involving the corresponding processes of construction and edification [1].

In this regard, it is of the utmost importance to document and disseminate content related to the theme, that should be available to the community and disposed of in a simplified way, to embrace as many people as it is possible. The digital means, in respect of the range and intelligibility of use and access, have great potential to host the information involved, as well as serve as a tool for registering, learning and consulting.

Still, concerning technological advances and digital media, there has also been an increase in the use of digital techniques for the most varied purposes involving the field of AEC – Architecture, Engineering and Construction. Regarding heritage, the use of this type of tool can be of great value, especially because they allow surveys with high levels of detail in simplified ways, as well as modelling and integration of information to the various constructive components of the model. Laser scanning techniques and BIM (Building Information Modelling) methodology are examples that can be used to create content as mentioned above, even though BIM is still little explored regarding existing buildings [2].

The application, of these tools to heritage buildings, allows, among others, the compilation of information, as the Italian rehabilitation manuals did at the time they were developed, seeking to solve the deficient issues those manuals raised [3] resourcing the advantages introduced by the digital available resources. The development of a work of this type would be of great importance, depending on the approach and application, for the preservation of heritage and related construction techniques. Apart from registering significant data, it would be possible to highlight, not only to the local and resident population but also to other public, the characteristics and value of heritage frequently forgotten. Although the safeguard of monuments and heritage assets of great notoriety is assured, heritage assets of lesser popularity, such as traditional and vernacular architecture or certain historical urban patterns and resources, still suffer to be properly recognized and protected. UNESCO, in their Recommendations on the Historic Urban Landscape, emphasized the need to shift the primary focus on architectural monuments to a broader recognition of the importance of the social, cultural and economic processes in the conservation of urban values [4].

Furthermore, UNESCO determines the need for public authorities to define and implement conservation policies regarding urban heritage, which are conditioned by certain instruments. The knowledge and planning instruments defined by the entity have to act to protect the integrity and authenticity of the attributes of the urban heritage in question [4]. In this regard, the making of digital manuals and three-dimensional models that contain the most varied information about the built heritage of a given area, city or region, could be very useful in helping decision-making and determining the conduct to be taken during interventions on the heritage-relevant buildings.

In addition, arousing interest in certain urban areas can have positive consequences in various aspects, namely in economic development, driven by tourist activities, which, in turn, could grant the public authorities greater preservation conditions. The aforementioned development would even influence other sectors of the community, enabling improvements for the resident population.

The objectives of this work are 1) to review the existing bibliography on the subject, 2) to develop three-dimensional parametric models of heritage assets, using BIM software, known as HBIM models (Historic Building Information Modelling) [5], 3) to present cases-studies related to the process of loading with information the constructive elements that make up the model. Such information would have an explanatory character and could be presented in the form of guides about the construction techniques in question, or even regarding methods of conservation and rehabilitation.

The buildings object of study belong to a Portuguese village named Aldeia do Fujaco, which is located in the municipality of São Pedro do Sul, in the centre of mainland Portugal, and has its buildings built in a vernacular way, with walls in schist stone masonry and roofs in slate stone. The selection of the village was premised on the existence of a relevant historical and patrimonial character in the selected urban groups. The intention is to model the case studies buildings based on surveys made from digital technologies, namely photogrammetry.



Figure 1. General image of the Fujaco Village (source: Wikimedia Commons 2009)

The methodologies present in this work include, in addition to photogrammetry, the use of appropriate software to compose point clouds with the material obtained during a visit to the village. Then, the point clouds are used in BIM software, specifically Autodesk Revit, to produce the three-dimensional model and load it with the desired information.

2. Selection of objects and survey

Two construction elements objects were selected from Aldeia do Fujaco to be surveyed and digitized, for later BIM modelling and information insertion. The first selected object is a building, part of a dwelling, composed of only one compartment per floor. The second object selected is a dwelling that is currently in a state of ruin, with only the exterior walls remaining, with the intention of, after modelling the current state, proposing a rehabilitation solution. Both objects of study are characterized by schist dry stone masonry.

For the survey, a compact drone, model DJI Mavic Mini, was used, according to the specifications presented in Table 1, capable of capturing high-quality images, to use the photogrammetry technique to digitize the buildings. For the first case, a cell phone camera was also used to obtain photos from the ground, since the proximity to a slope did not allow the drone to be well positioned to obtain images of one of the facades.

Table 1. DJI Mavic Mini drone specifications

| Specification | Description |
|------------------|--|
| Take-off Weight | 249 g |
| Dimensions | Folded: 140×81×57 mm (L×W×H) Unfolded: 159×202×55 mm (L×W×H) Unfolded (with propellers): 245×289×55 mm (L×W×H) |
| Max Flight Time | 30 minutes (measured while flying at 14 kph in windless conditions) |
| GNSS | GPS+GLONASS |
| Camera Sensor | 1/2.3" CMOS |
| Still Image Size | Pixels efetivos: 12 MP |
| Video Resolution | 4:3: 4000×3000 |
| Photo Format | 16:9: 4000×2250 |
| Video Format | 2.7K : 2720×1530 24/25/30 p |

The drone was positioned at angles that allowed the capture of images with due overlapping between them, to capture various views from different points (Figure 2 and Figure 3). This process is of great importance for the composition of the point cloud from the photogrammetry software, which composes the digitized model from the common points found in the various captured images.

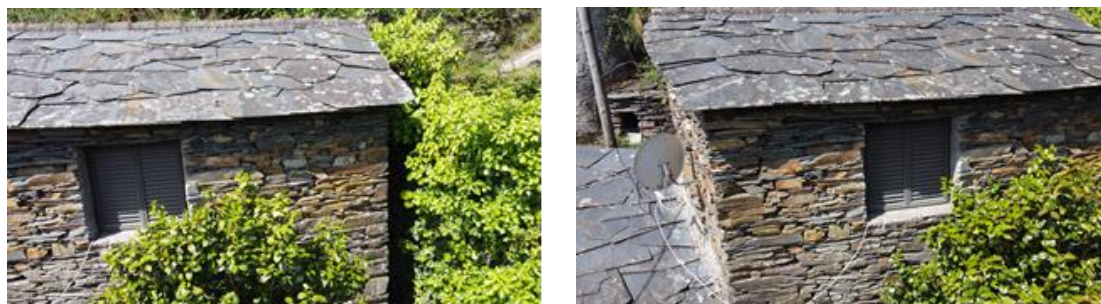


Figure 2. Images of the first object of study, made with the drone and with overlapping between them

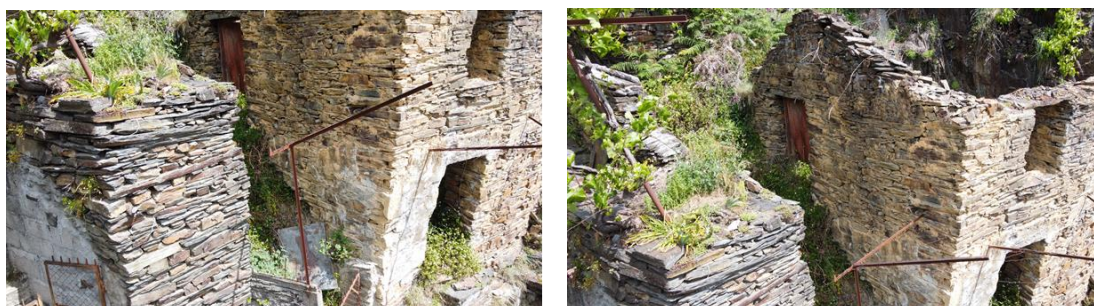


Figure 3. Images of the second object of study, made with the drone and with overlapping between them

In addition, in the field, some measurements of both buildings were taken to adjust the scale of the digitized models.

3. Images processing and model production

Once the survey was done, the images obtained were inserted in the Reality Capture software, as demonstrated by Dedic [6], which makes the recognition process of the points in common between the photos obtained in the survey, thus generating the digitalized model. At the end of the creation process, a clean-up job is done in which unwanted points are removed. From then on, it is possible to export the model to various formats, either three-dimensional polygonal mesh formats (meshes) – such as OBJ, 3DS or FBX – or point cloud formats, such as XYZ, E57 or RCS.

In the case of the first house selected it was also necessary to use the Recap Photo software to create the digitalized model of the facade that did not have enough visibility with the drone, in a very similar process, but which is developed in the cloud after the insertion of the images. Once the digital model was confirmed, it was exported to a point cloud, so that it could be unified with the rest of the model created by the Reality Capture software.

The unification of the point clouds took place in a third software program, called 3DF Zephyr, in which the clouds were inserted and the positioning between them was adjusted, for the correct union. From then on, it is possible to export a unified point cloud, insert it into a BIM software and proceed with the modelling.

In this case, the RCS and RCP formats were prioritized, which are accepted for insertion into Autodesk Revit software, used for modelling the study objects. This process was performed with both point clouds unified, which can be observed in Figure 4.



Figure 4. Unified point clouds of the first and second case study, respectively

4. Case Study 1

The first case study, as shown above, is a building built in schist stone masonry, with two floors and a single compartment of 14.2 m² on each floor. Its past use was residential, however, the floors are separated from each other, having independent entrances. As mentioned, a photographic survey was conducted and the digital model of the building was generated in a point cloud format, which was then inserted into Autodesk Revit software for modelling over the inserted model.

The building is composed of a single type of envelope wall, with 60 cm thickness. It also has an irregular slate stone roof, two identical doors, each serving as an entrance to the different floors, and a window with a shutter. For the modelling, the respective families and instances of objects were created, which were then geometrically positioned according to the existing point cloud (Figure 5).

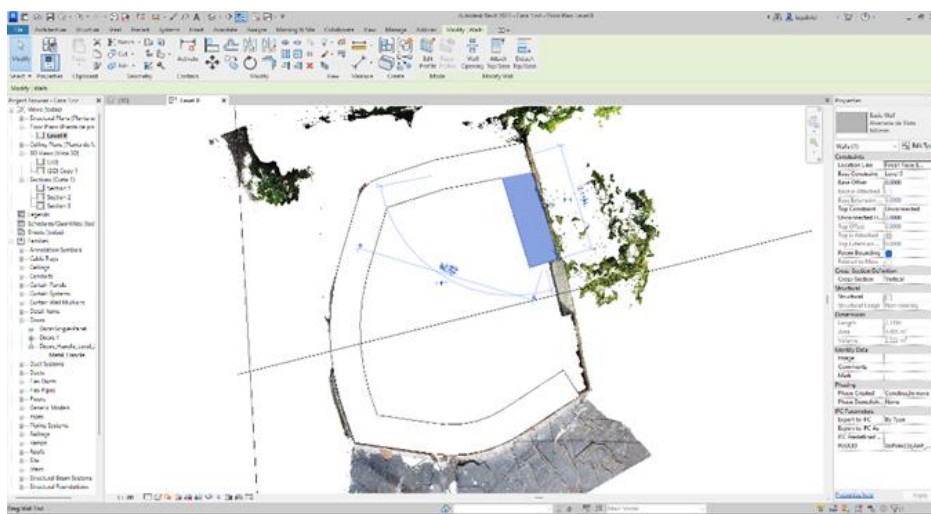


Figure 5. Modelling the building elements over the point cloud (author's figure)

For the process of creating the families, the point cloud was also used on which the geometric elements of the families were drawn, and the basic parameters for the proper functioning of

a family were inserted. Although it no longer has historical value because it is an element inserted in a contemporary context in terms of materials and design, the example of the modelling of the entrance door is presented (Figure 6).



Figure 6. Modelling a door family on the point cloud (author's figure)

The model was finalized with the insertion of the door and window families, as well as by the creation of the roof and the terrain that is located at the upper entrance of the dwelling. Figure 7 shows the building elements created concomitant with the point cloud, and Figure 8 shows only the BIM model produced.



Figure 7. Image of the three-dimensional model concomitant with the point cloud (author's figure)

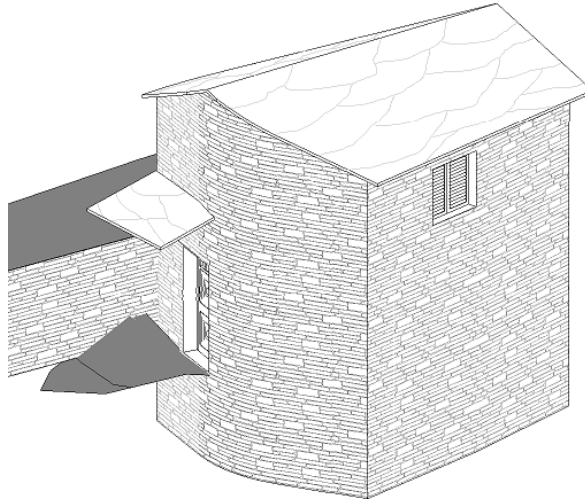


Figure 8. Image of the three-dimensional model (author's figure)

As for inserting information into the construction elements, such as videos or tutorials that teach and exemplify the traditional construction technique used, this can be done through the properties of the element in question. By accessing the properties, it is possible to insert a link to address the "URL" field (Figure 9), which, in this case, will contain a video or an image explaining the construction technique. It is also possible to add new parameters to the properties as needed by shared parameters.

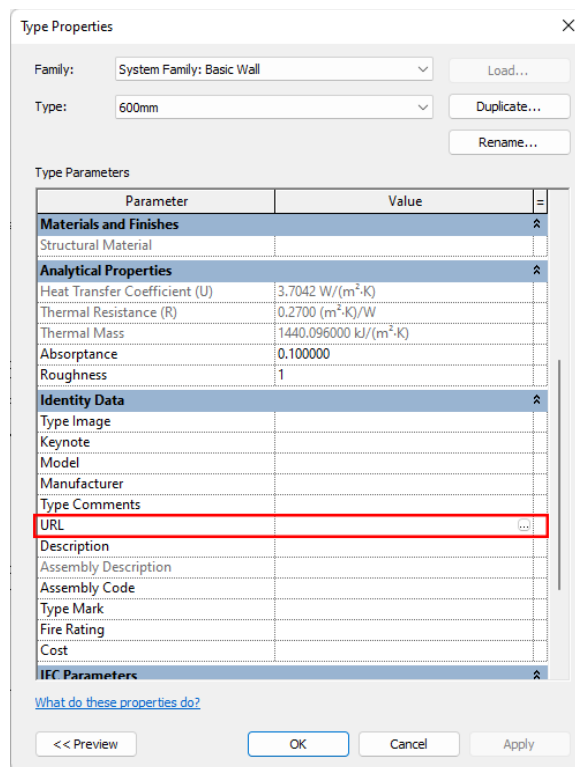


Figure 9. Wall properties, highlighting the URL parameter where can be inserted a link (author's picture)

Once the modelling part has been completed, the software allows for the most varied analyses and obtaining information based on the model. An example of this is the possibility of creating tables of quantities relative to construction elements or materials. For example, a table quantifying the schist stone walls in m³ was created (Figure 10), which indicates the exact amount of schist stone used in the masonry of the building as a whole, on both floors.

| <Schist Stone Masonry Quantities> | | |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|
| A | B | C |
| Family | Type | Material: Volume |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.99 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.73 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.52 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 3.19 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.70 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.77 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 0.43 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.21 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.71 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.75 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.83 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.50 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 3.76 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 3.84 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 3.64 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.64 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 0.62 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.78 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 5.93 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 1.56 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 2.98 m ³ |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 600mm | 4.44 m ³ |
| Grand total | | 56.50 m ³ |

Figure 10. Table of material take-off quantity indicating the volume of schist masonry (author's figure)

This type of functionality could be very useful for quantifying the material of walls to be rehabilitated, for example. Or even, obtaining the area of the interior wall would allow determining the necessary amount of mortar to apply the plaster, among other possibilities.

5. Case Study 2

The second object of study, as aforementioned, consists of a building that was once a dwelling but is now in a state of ruin. Originally it would have two floors and an area of 16 m². What remains of the original construction are only the exterior walls made of schist stone, while the roof, doors and windows are no longer there. Part of the external envelope is a natural stone slope, constituting the walls themselves.

The goal of this case study, in addition to using the point cloud obtained by the photogrammetry process to perform the modelling in BIM software, is to propose a rehabilitation solution in which natural and local materials are used as much as possible. The intention is to grant the dwelling the quality and characteristics necessary to achieve the level of comfort expected nowadays, however in a way that enables it to obtain energy and sustainable certifications, as well as guaranteed low environmental impacts calculated by LCA, which will be a part of a future study involving these two topics.

The modelling of the first part proceeded similarly to the previous case, with the building elements being modelled over the point cloud. (Figure 11)

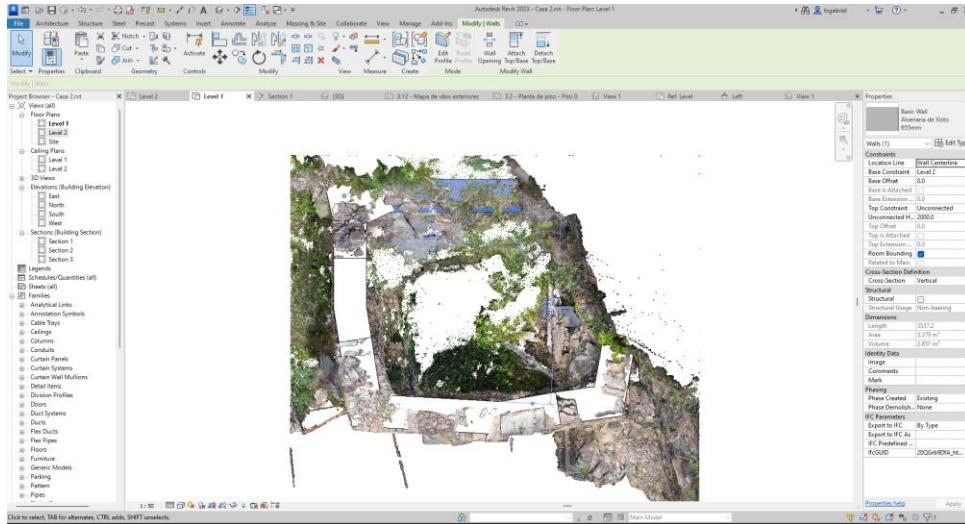


Figure 11. Modelling the building elements over the point cloud (author's figure)

After the first part of the modelling process is finished, the “existing phase” model is done, which can be seen concomitant with the point cloud in Figure 12. Figure 13 shows exclusively the model of the “existing phase”, with its topography, walls and openings as the building presents.



Figure 12. Image of the three-dimensional model concomitant with the point cloud (author's figure)

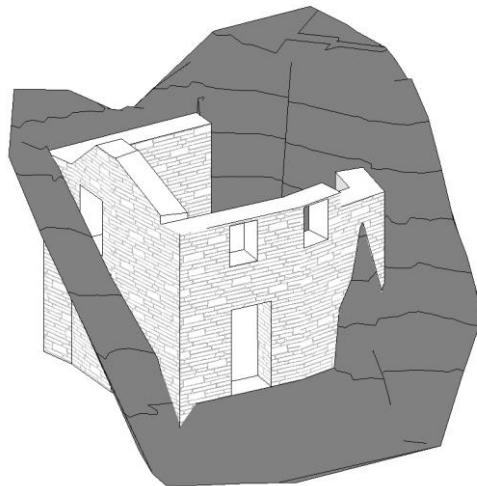


Figure 13. Image of the three-dimensional model of the “existing phase” (author's figure)

The insertion of information to the properties of the constructive elements, containing the most varied contents on the teaching and exemplification of the traditional construction technique used, occurs as explained in the previous case. As for the obtaining of tables of quantities concerning the elements of the building or its materials, it is also possible to be done identically to the previous case, with the distinction that this time one can differentiate quantities by construction phase, which could, for instance, provide the take-off quantities to be used in the rehabilitation, as shown in Figure 14.

| <Schist Stone Masonry Quantities> | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|------------------|
| A | B | C | D |
| Family | Type | Material: Volume | Phase Created |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.83 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.20 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.70 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.62 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.31 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.37 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.25 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.16 m ² | New Construction |
| Basic Wall | Schist Stone Masonry 655mm | 0.06 m ² | New Construction |
| Grand total | | 3.51 m ² | |

Figure 14. Table of material take-off quantity indicating the volume of schist needed for the rehabilitation of the building (author's figure)

The rehabilitation proposal that followed, in addition to sustainable principles, also respected the historical and cultural character of the houses in the village. There was also the need to respect the village landscape, composed of schist buildings with slate roofs, being impossible to build with different materials. On the other hand, the interior of the dwelling could contain different materials to provide the comfort and features currently required.

Thus, the modelling of the rehabilitation proceeded with the creation of slabs, which were absent in the original state, a slate roof with cork insulation, interior walls slightly separated from the original schist walls, insulated with cork and finished with gypsum boards on the interior side. Also, the second level was created as a mezzanine floor, along with the stair that gives access. The windows and door were also inserted into the model, which can be seen in Figure 15 and Figure 16. Figure 17 depicts the construction and demolition works of the rehabilitation proposal.

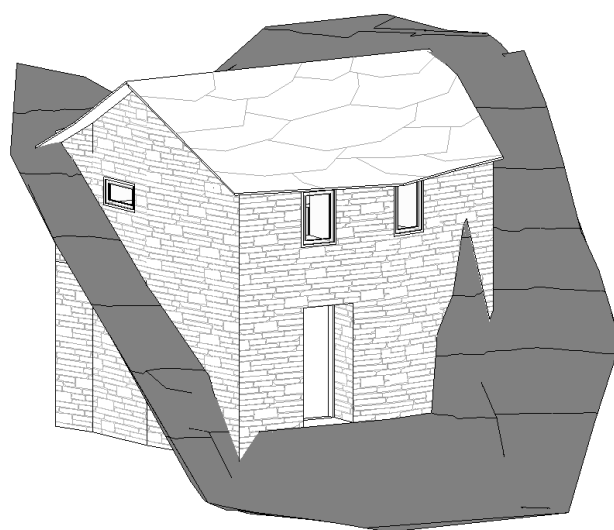


Figure 15. Image of the three-dimensional model of the rehabilitation proposal (author's figure)

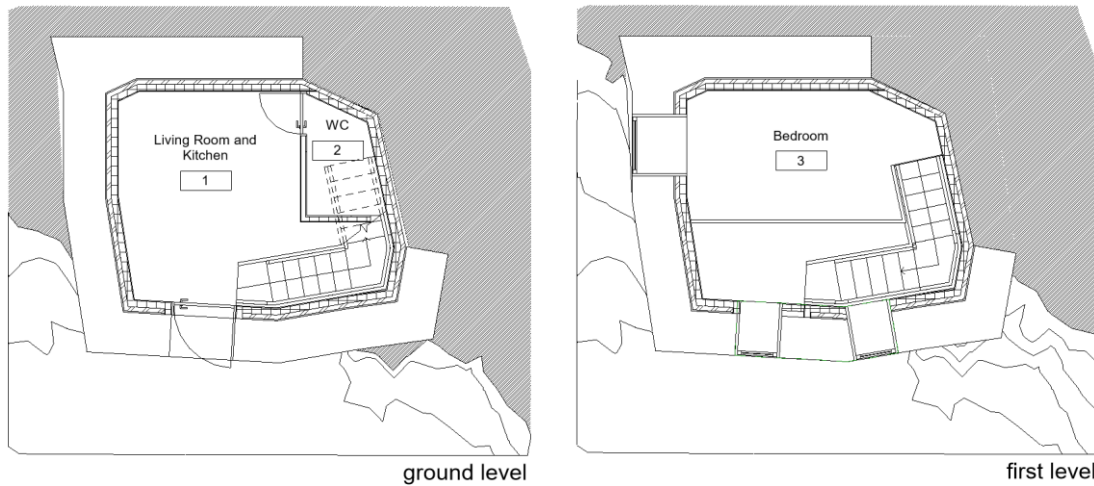


Figure 16. Plan views of the rehabilitation proposal (author's figure)

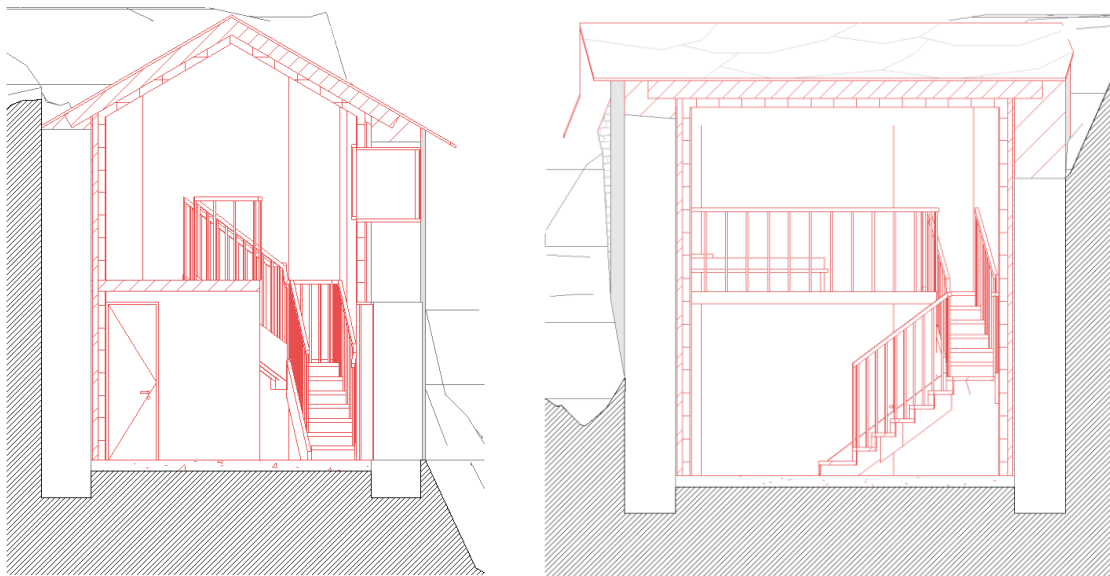


Figure 17. Transversal and longitudinal sections of the construction and demolition works, respectively (author's figure)

6. Final Comments

The present work intends to show the possibilities that the usage of digital technology can provide to the surveys of existing heritage buildings, as well as the large scope of uses that the modelling of the HBIM models can offer. It is a tool that can document precisely all sorts of information regarding buildings and heritage assets and has the potential to promote the dissemination of information, to reach a large number of people by digital means

HBIM models proved to have several benefits regarding the safeguarding and maintenance of buildings since it is possible to understand the evolution of the building throughout its life cycle, as well as to obtain information about the original materials and construction techniques used. This would also be of great use to the entities that manage heritage assets, as they can use the various information and documentation that the model provides in a database environment, that would include multiple assets, providing holistic data on the heritage assets and urban settlements.

Concerning the possibility of using the BIM models as a guide to construction techniques and heritage matters, the ability to include links to the properties of the constructive elements of the model confirms the possibility of using the model as a dynamic digital handbook concerning the topics in hand. These links could take the user to any kind of content, such as tutorials in written or video format, which could broaden the possibility of teaching people through this mean.

The case studies showed that modelling over point clouds is an effective method of obtaining the model to demonstrate the buildings as they are. Furthermore, modelling a rehabilitation proposal for a building in a BIM environment allows the model to be differentiated into phases, which enables the centralization of the various stages that constitute the life cycle of a building. Later, it would also be possible to model the as-built version of the building for maintenance and operation purposes, as well as for management.

Another advantage that modelling in BIM software offer is the possibility of acquiring all sorts of information useful for planning and construction phases, such as the take-off material quantities. It would also be possible by using the software to obtain various analyses regarding the building, such as energy or life cycle analysis, which would be the goal of the next step of this work.

7. Acknowledgements

This work was supported by the Foundation for Science and Technology (FCT) – Research Centre for Risks and Sustainability in Construction (RISCO), University of Aveiro, Portugal [FCT / UIDB / ECI / 04450 / 2020]

This work was supported by the ERASMUS+ project KA220-HED-000032082 – “BIM for higher education institutions” – BIM4HEI

8. References

- [1] International Council on Monuments and Sites, ‘Charter on the Built Vernacular Heritage’, 1999.
- [2] R. Volk, J. Stengel, and F. Schultmann, ‘Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs’, *Automation in Construction*, vol. 38, pp. 109–127, Mar. 2014, doi: 10.1016/j.autcon.2013.10.023.
- [3] M. Giovanetti and M. Zampilli, ‘Learning pre-modern Architectural and Construction Arts at the Faculty of Architecture, University of Rome Three’, 2008, vol. 2, pp. 417–434.
- [4] UNESCO, ‘Recomendação sobre a Paisagem Histórica Urbana’, Paris, 2011. Accessed: Sep. 01, 2022. [Online]. Available: <https://unescoportugal.mne.gov.pt/images/cultura/recomendacao_sobre_a_paisagem_historica_urbana_unesco_2011.pdf>
- [5] M. Murphy, E. McGovern, and S. Pavia, ‘Historic building information modelling (HBIM)’, *Structural Survey*, vol. 27, no. 4, pp. 311–327, Aug. 2009, doi: 10.1108/02630800910985108.
- [6] M. Dedic, ‘Digital Model of an Existing Building a Wild Riverbed in Tokyo’, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 1066, no. 1, p. 012017, Feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1066/1/012017.

Photogrammetry and 3D printing for conservation and disclosure of Cultural Heritage

Sara Gonizzi Barsanti – Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Department of Engineering, Aversa, Italy, sara.gonizzibarsanti@unicampania.it

Adriana Rossi - Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli, Department of Engineering, Aversa, Italy, adriana.rossi@unicampania.it

Abstract: New technologies can help in documenting, preserving and disseminating cultural contexts. Although photogrammetry is a well-known technology for preserving cultural heritage, its combined use with 3D printing is worthwhile to simultaneously provide a digital twin for conservation and restoration purposes and for disclosure of Cultural Heritage. The possibility that 3D printing gives in the field of Cultural Heritage is wide and goes from the creation of small models for bookshops to scaled models for helping blind people to visualize sculptures or artistic artifacts through touch. They can also be valuable resources for all museum visitors allowing them to experience the monument or artefact. This paper presents the pipeline followed for the survey and the creation of high- and low-resolution models of the Tomb of Giulio II in Rome, providing on one hand the Superintendence with a 3D model useful for study and virtual restoration, and on the other blind people with an accurate 3D printed model for enjoying and understanding the monument. Each step of the process is explained highlighting the critical passages starting from the difficulties during the 3D survey to the creation of an accurate 3D reality-based model to the production of a valuable 3D printed model.

Keywords: Photogrammetry, 3D modelling, 3D printing, Conservation, Accessibility

1. Introduction

There are two categories of optical 3D acquisition of objects and structures: (1) techniques based on passive sensors (image-based methods) such as photogrammetry, (2) techniques based on active sensors (range-based methods) as for example laser scanning. The two techniques can be used also in combination to reach the maximum accuracy and completeness of the survey. The choice of the best and most appropriate technique depends on the object or area investigated, the user's experience, the budget, the time available and the objectives set. The photogrammetric technique, used alone or in connection with the laser scanner, allows to add the richness provided by the radiometric content to an accurate geometric description in three dimensions. Often, photogrammetric techniques are an optimal solution to perform the survey in an economical way and in a short time with the use of digital non-metric cameras, carefully calibrated with appropriate and specific algorithms and procedures. Active sensors such as laser scanning are used to investigate an object or site, providing 3D point clouds that can be merged [1-5].

Photogrammetry can be defined as “the process of deriving (usually) metric information about an object through measurement made on photographs of the object.” [6, p. 1].

The mathematical model at the base of the photogrammetric restitution process is defined as a collinearity model that is solved by the principle of "Bundle Adjustment" (also called "projector block compensation") and using the minimum square process [2, pp. 52-58; 3 p. 63].

Active systems, especially those based on laser light, on the contrary operate regardless of the light and texture of the object to be detected as they modify the exterior appearance with suitably coded light, that is, "a light characterized by information content recognizable by an electronic sensor, unlike the diffused ambient light, which has no particular elements of recognisability" [3 p. 78]. The modelling is obtained through a series of three-dimensional coordinates, usually embedded in a reference system that has its origin in the centre of the instrument.

3D reality-based models through photogrammetry or laser scanning can be of great use for virtual restoration as basis for the physical one [7]. Virtual restoration can help in the selection of the best procedure without damaging the real object. The digital twin in a virtual environment can be shared among all the technicians and experts who are working on the project. In this way the process is faster, accurate and always up to date.

3D printing is a powerful tool for reproduction of Cultural Heritage. Objects reproduced through three-dimensional printing can be very useful for helping blind people to visualize sculptures or artistic artifacts through touch, without, however, having direct contact with the original. The opportunities that derive from 3D replicas are not limited to fruition only by blind people [8- 12] but can be valuable resources for children and all museum visitors, given that touch is one of the approaches underlying the experimentation and understanding of outside world. In this sense, three-dimensional copies go beyond the classic perception based on sight to give the user a richer and more enjoyable multisensory experience of the artefact. A tangible copy printed with digitization technologies can take the place of any artifact that, for various reasons, must be removed from its original environment [13]. The replacement can be limited in time, such as the loan of a work for a temporary or permanent exhibition (removal of a statue from its position to protect it from environmental degradation). In this way, the visitor can appreciate the work in the location for which it was designed and created, and, at the same time, the original is preserved and protected [14]. Digital manufacturing technologies can find a wide outlet in the creation of customized packaging or support structures for the storage, transport or display of fragile artifacts. The risks in handling objects of great cultural value are considerably reduced, given that the difficulties and errors during the manual process (such as the measurements of the work, production of the packaging, tests on the accuracy of the packaging) they are replaced by a computerized process that takes its cue from the 3D digital model to automatically produce a customized support structure. Three-dimensional printing technologies can also contribute to the restoration of works of art. Many sculptures and monuments are preserved with essential missing parts, which can be replaced by artificial copies to give a complete explanation to the public of what the original structure looked like. Therefore, 3D printers can accurately and quickly reproduce the gaps of many art installations, as happened with the recovery of two damaged limestone burial busts recovered in Palmyra shortly after the first ISIS occupation. The restorers used a 3D printer to fabricate pieces for the busts, originally made in the 2nd or 3rd century, and then fixed the 3D printed parts onto the originals using magnets¹.

¹ <https://news.artnet.com/art-world/two-busts-palmyra-3-d-printing-isis-return-syria-876767>

2. The Tomb of Giulio II

For this project it was decided to use photogrammetry essentially because of the location of the monument and the fact that it is constantly visited. The tomb of Giulio II (Fig.1) is an architectural and sculptural project by Michelangelo Buonarroti which, in its final but reduced version, is in the basilica of San Pietro in Vincoli in Rome.



Figure 1. The Tomb of Pope Giulio II

Michelangelo Buonarroti (6 March 1475 – 18 February 1564) was an Italian sculptor, painter and architect. Already in life, he was considered by his contemporaries, one of the greatest artists of all the time. He was the author of some of the most unique and well-known artworks of all the time, such as the David in Florence, the Pietà and the Sistine Chapel in the Vatican, the Dome of San Pietro, and the Moses in Rome. Michelangelo was the first sculptor who, in stone, never tried to colour or gild some parts of the statues; in fact, he preferred the exaltation of the "soft splendour" of the stone to colour, often with chiaroscuro effects evident in the statues that were left without the last finish, with the strokes of the chisel that enhance the peculiarity of the marble material.

The sculptor was commissioned by the Pope himself to build his own sepulchral monument in 1505, but the artist started far late, in 1544 due to several difficulties and funding issue.

From a monumental rectangular mausoleum with more than forty statues (first project, 1505) we ended up with a monument leaning against the wall of a Roman secondary basilica (1545), with just seven statues, of which only three by Michelangelo (Moses, Rachele and Lia, respectively symbolizing the contemplative life and the active life) and one alone (Moses) worthy of his fame: the artist, now exhausted, would later have his biographer write that "this statue alone is enough to honour the burial of Pope Julius II". Michelangelo was entrusted with the task of creating a monumental tomb for the pope, to be placed in the gallery (nearing completion) of St. Peter's Basilica. The first project provided for a colossal architectural structure isolated in space, with a rectangular base (about 10.8x7.2 m at the base and 8 in height) composed of three orders which, from the base, were gradually narrowing, in a sort of architectural-sculptural pyramid. Around the pope's bier, in an elevated position, there were about forty statues, sized on a larger than natural scale, some free in space, others leaning against niches or pillars, on all four facades of the architecture. Michelangelo, while returning to Rome laden with marbles, made the bitter discovery that his mammoth project was no longer at the centre of the pope's interests, set aside in favour of the basilica and new war plans against Perugia and Bologna. The pope died in 1513 and in his will, he took up the old project, which, however, in agreement with the heirs, was modified, signing a new contract in May of that year. The most substantial modification was the leaning of the tomb against a wall and the elimination of the mortuary, characteristics that were maintained until the final project. In July 1516 a new contract was reached for a third project, which reduced the number of statues. The sides were shortened to the thickness of a single niche, still containing a Victory and two Prisons leaning against the pillars below busts (as on the front side). The monument was thus taking on the appearance of a monumental facade, moved by sculptural decorations. In 1523 it was decided to move the location of the tomb to San Pietro in Vincoli.

3. Methodology

Photogrammetry was chosen as a survey technique to overcome logistic difficulties. The architecture is situated in an aisle of the Basilica, protected by a low fencing: moving around with a scanner would have been very difficult, also because it was possible to use a scaffolding to partially reach the upper floor and the top was visible climbing up a narrow staircase that led to the top of the structure. On the other hand, it was also decided to provide the customers with a final 3D textured model as a digital archival data.

The camera used was a Canon 60D coupled with a 20 mm lens, ISO 800 F 6.3. The first main problem occurred was related to the lighting used. The new lighting system, thanks to the work of the master-craftsman Mario Nanni, can recreate the same light conditions of the sixteenth century when Michelangelo worked at the creation of the Tomb. Considering the position of the monument in the church and the illumination provided by two windows, the artist used sunlight as a structural element of the statues, to give life and emotion to the marble: where the light coming from a window directly hit the monument, he used a technique that made the surfaces reflective, for the shaded parts he used pumice to leave them opaque. Today the lighting is back to that of the past, using sophisticated computer techniques and Viabizzuno LED lamps that make a framework lighting and a simulation of the light trend during the hours of the day. This stratagem was necessary because today, the window from which the light came in in the sixteen century is now closed and another one on the other side was created. This change strongly influenced the perception and the visual strategy implemented by Michelangelo with the different marble processing. The part of the

statue that is reflective is now shaded, and viceversa. This system, although beautiful for the visitors, created a huge problem during the survey. The changing of illumination, hence lights and shadows on the structure, would have been affected the result, giving a less accurate 3D model. That is because having some parts of the structure in shadows in some pictures and then completely in light in others, influence the alignment of the images in the photogrammetric software. The result may be wrong, with mismatch of the images, some of them may not be aligned, hence the result can be not accurate. It was hence asked and obtained to keep all the lamps open, to have a more diffuse and steady illumination. The second problem regarded the acquisition of the upper part of the monument and the rear part of the statues. For the last issue the Superintendence permitted to stand on the base of the statue, without the shoes, to reach at least a small part of the back of the Moses only during the hours the church was closed, from 1 to 3 pm (Fig.2). In this way it was at least possible to fully reach and acquire the side of the statues on the lower part of the monument and few parts of the rear. A scaffolding (Fig.3a-c) was used to acquire pictures of the statues placed in the second and third row of the monument and the top was obtained shooting from the attic. The problem with the scaffolding was that the system had wheels to be moved and only a wooden bench to walk upon, hence was not very stable. It was necessary to move it, wait until the vibrations and waving stopped, acquire a picture and then move it again. This process was very time consuming considering that two different passages have been done at different distances and that the church was open to visitors, so it was necessary to proceed with the acquisition only during the closing time. That is also why, as already said, the use of a laser scanner was impossible given the working conditions.

However, the second floor of the tomb was acquired in a better way, shooting at a close distance and having the camera perpendicular to it. In this way it was possible to keep the GSD² lower, hence the accuracy higher. It was also possible to reach the upper part of the statues on the lower floor (e.g., the top of the heads and the shoulders), avoiding missing parts in the final 3D model (Fig.3b). The third floor was acquired from different distances and positions: from the ground, taking the camera oblique to the monument, to acquire the general shapes and the projecting parts of the cornices and bases of the statues; from the scaffolding, from which the camera was placed at a close distance and at a less oblique position, to acquire more details; from the top of the tomb, so that the upper parts of the statues were visible (Fig.3c). This process helped in avoiding several holes and missing parts but of course couldn't preclude the presence of them, especially regarding the rear part of the statue that was impossible to reach.

² Ground Sample Distance: is the distance between two consecutive pixel centers measured on the ground. The bigger the value of the image GSD, the lower the spatial resolution of the image and the less visible details.



Figure 2. Photogrammetric survey of the statue of the Moses on top of its basis.



a.



Figure 3. The scaffolding used to acquire images of the upper floor of the Tomb (a); a picture acquired from the scaffolding (b); a picture taken from the attic of the Tomb (c).

The software used for obtaining the model was Agisoft Metashape. The final model consisted of more than 30 mil triangles and about 800 images were used.

The algorithm used by the software to create the mesh, tried to close the holes of the missing parts, ending up forming blurred surface in some parts of the models, where in others it lacked information.

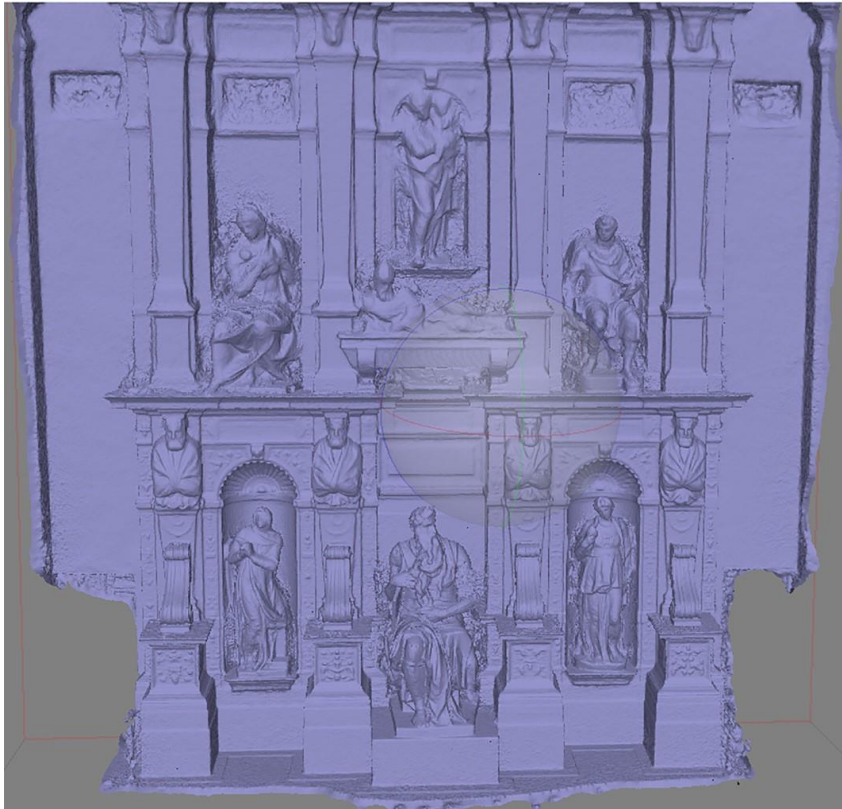


Figure 4. The texture less 3D reality-based model obtained with the photogrammetric survey. The holes and missing parts are visible where the model is blurred.

The second step for the creation of the 3D printed models was the post processing of the photogrammetric result. Once the model was rotated with the z axis up and scaled, it was exported to be processed in 3D Studio Max where it was segmented in different parts and then scaled accordingly to the requests of the customers with three different scaled models: one of the entire architectures (1:100), one of the statues of Moses (1:50) and one of his head (1:1). The 3D reality-based model was imported in Zbrush after being segmented in its main parts, to proceed with the closing of the holes on the rear part of the statues (Fig.5). This passage was fundamental to obtain closed models needed for the 3D printer. The holes were closed and then the smoothing brush was used to level the surface and made the model flatter. It was decided to use this process because the part was not visible and so it was acceptable to have a lower accuracy, also considering the final goal of the project.

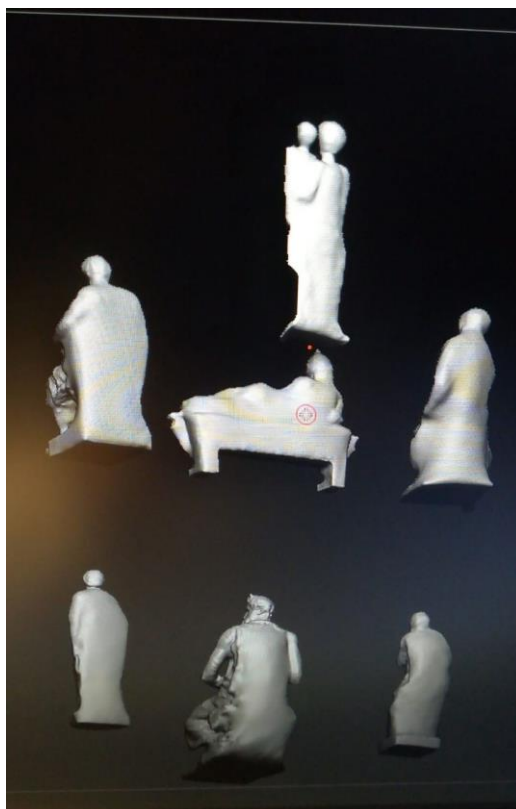


Figure 5. The post-processing of the models of the single statues in ZBrush.

The final part regarded the 3D printing of the three models. In accordance with the costumers, it was decided to use resin because the results would have been smoother and so the geometries and the details of the architecture was more readable by touching the surface. The most important part concerned the finish of the models because it was mandatory to have a flat, smooth surface. Considering that the 3D printer used for this project had a smaller printing volume than the models to be printed, these had to be cut in pieces and then glued together. The lines interconnecting the different parts were then cancelled with the use of sandpaper and a polish to uniform the surface (Fig. 6a-b). This process requested a lot of time and different models have been printed to arrive to the final ones, because it was important to produce an artefact that was an accurate copy of the original Heritage, granting the suitable surface for blind people to understand with the touch the details. Considering this, it is obvious that for example, roughness or connecting lines could give a wrong impression and so the wrong understanding of the geometry.



a.



b.

Figure 6. The post-processing of the 3D printed model to make it appropriate for blind people: the model of the entire Tomb (a) and the 3D printed model of the statue of Moses (b).

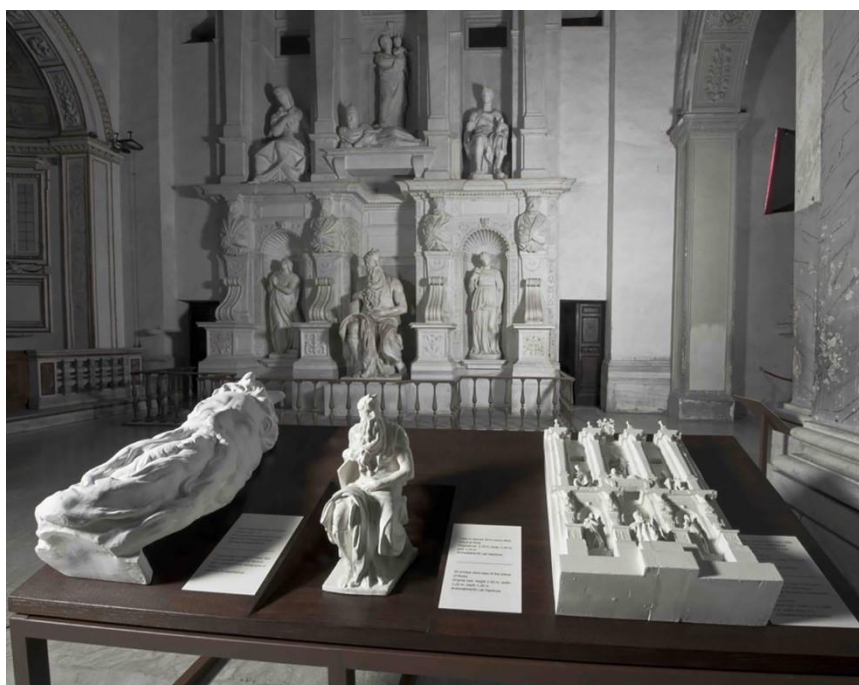


Figure 7. The file printed models ready to be used

The 3D printed models were placed in front of the monument (Fig.7) accessible to everyone interested in touching it and experiencing the sensation. The final 3D printed models reached a real good accuracy in detail, close to the one of the monument, especially in the 3D printed head of the Moses. In this case, due also to the scale (1:1) it was possible to finalise the model maintaining all the specific and outstanding characteristics of the statue. On the other hand, the printed model of the entire monument had a less accuracy especially regarding small details. This was however accepted by the costumers, aware that with a small scale as 1:100 was not possible to perfectly display the small decoration of the semi pillars or the eyes and face of the statues.

4. Conclusions

Reality-based techniques are a powerful instrument to obtain an accurate 3D model of reality. The uses of these models cover several scopes: documentation, analysis, virtual restoration, fruition, virtual reconstruction, virtual and augmented reality applications. The integration of 3D reality-based techniques and 3D printing is a powerful tool applied to Cultural Heritage conservation, visualization and disclosure in museums. The most important point to take in mind is of course the destination of the 3D printed model: for restoration a high accuracy is needed with the use of specific printing material as chalk of marble powder; for blind people is fundamental to have a smooth surface and it is an appropriate process to consider different printing scale in order to be able to make available all the different characteristics and details of the statue or monument. The process followed was suitable to obtain three different models with three different level of details: one gave an overview of the tomb, giving up of the details, the other two, especially the head, permitted the visitors to touch and feel all the different contrasts specific of the art of Michelangelo.

Acknowledgements

The authors want to thank Dr Tiziana Ceccarini of the Servizio Educativo della Soprintendenza Speciale di Roma, Digilab Sapienza Università di Roma and Museo Statale Tattile Omero di Ancona for the possibility of doing this project.

References

- [1] F. Fassi, C. Achille, L. Fregonese (2011) Surveying and modelling the Main Spire of Milan Cathedral using multiple data sources. *The Photogrammetric Record*, Vol.26, pp. 462–487
- [2] O. Gilardoni (2007) Confronto di applicazioni Image-based e Range-based per applicazioni terrestri, tesi di laurea, Politecnico di Milano, Facoltà di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale, Polo regionale di Como, anno accademico 2006/2007, PDF.
- [3] G. Guidi, F. Remondino, M. Russo, F. Menna, A. Rizzi, S. Ercoli (2009) A MultiResolution methodology for the 3D modelling of large and complex archaeological areas. *International Journal of Architectural Computing*, Vol. 7(1), pp. 39-55
- [4] F. Remondino, S. Camapana, eds, (2014) *3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage. Theory and best practices*, BAR International Series 2598
- [5] N. Stoimenov, P. Panev, M. Paneva, D. Karastoyanov (2020) Approaches for 3D

Digitalization of Cultural and Historical Sites. Industry 4.0, Vol.5 Issue 5, pp. 243-246

[6] E.M. Mikhail, J.S. Bethel, J.C. McGlone (2001) Introduction to modern photogrammetry, John Wiley & Sons, inc.

[7] L. Fazio, M. Lo Brutto, S. Gonizzi Barsanti, S.G. Malatesta (2022) The Virtual Reconstruction of the Aesculapius and Hygeia Statues from the Sanctuary of Isis in Lilybaeum: Methods and Tools for Ancient Sculptures' Enhancement. Applied Sciences 12, no. 7: 3569. <https://doi.org/10.3390/app12073569>

[8] C. Karbowski (2020) See3D: 3D Printing for People Who Are Blind. Journal of Science Education for Students with Disabilities. 23. 10.14448/jsesd.12.0006.

[9] P. Pistofidis, G. Ioannakis, F. Arnaoutoglou, N. Michailidou, M. Karta, G.C. Kiourt, Pavlidis, S.G. Mouroutsos, D. Tsiadaki, A. Koutsoudis (2021) Composing smart museum exhibit specifications for the visually impaired, Journal of Cultural Heritage, Volume 52, Pages 1-10, ISSN 1296-2074, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.08.013>

[10] V. Rossetti, F. Furfari, B. Leporini, S. Pelagatti, A. Quarta (2018) Enabling Access to Cultural Heritage for the visually impaired: an Interactive 3D model of a Cultural Site, Procedia Computer Science, Volume 130, Pages 383-391, ISSN 1877-0509, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.057>.

[11] E. Rossi, P. Barcarolo (2019) Use of Digital Modeling and 3D Printing for the Inclusive Valorization of Cultural Heritage. In: Karwowski W., Trzcielinski S., Mrugalska B., Di Nicolantonio M., Rossi E. (eds) Advances in Manufacturing, Production Management and Process Control. AHFE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 793. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94196-7_24

[12] C. Balletti, M. Ballarin, M. (2019) An Application of Integrated 3D Technologies for Replicas in Cultural Heritage, ISPRS International Journal of Geo-Information, 8, 6, 285, <https://www.mdpi.com/2220-9964/8/6/285>, ISSN 2220-9964

[13] M. Ballarin, C. Balletti, P. Vernier (2018) Replicas in Cultural Heritage: 3D Printing and the Museum Experience, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII2, 55–62, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-55-2018>, 2018.

[14] G. Berjozkina, R. Karami (2021) 3D printing in tourism: an answer to sustainability challenges?, Worldwide Hospitality and Tourism Themes, Vol. 13 No. 6, pp. 773-788. <https://doi.org/10.1108/WHATT-07-2021-0100>

Monitoring the thermal comfort of a multifamily housing building from the Modern Movement period

Silva, Ivo – EAAD, Lab2PT, University of Minho, Guimarães, Portugal, e-mail: ivo_1284@hotmail.com

Maia, Carlos - EAAD, Lab2PT, University of Minho, Guimarães, Portugal, e-mail: cmaia@eaad.uminho.pt

Mendonça, Paulo - EAAD, Lab2PT, University of Minho, Guimarães, Portugal, e-mail: mendonca@eaad.uminho.pt

Abstract: This paper presents the thermal comfort monitoring of a heritage multifamily housing building from the Modern Movement period. The objective of this analysis is related to the need of defining appropriate strategies for (re)use, maintenance and possible intervention in heritage buildings of this period in order to fulfil contemporary expectations of thermal comfort, but still maintaining its identity. In situ measurements were carried out to verify the passive thermal response of this now unoccupied building designed by Architects Armenio Losa and Cassiano Barbosa. Good solar orientation, wood window frames incorporating ventilation and shading systems, insulation and water-proofing were part of the construction lexicon of these architects that were applied in this building. From the analysis carried out to the original design, it can be concluded that thermal passive comfort was already intrinsic and appeared as a central concern. Our expectation is that, minimum adjustments and repairs in the already integrated systems, combined with occupancy, can be enough to fulfil contemporary expectations in users' thermal comfort, considering the Adaptive Comfort Model. If future intervention reveals necessary, we believe that this study can contribute to adequately decide the most appropriate strategies: if functional refurbishment replacement of elements or simple repair.

Keywords: Thermal Comfort; Modern Movement; Heritage Intervention; Adaptation; Functional analysis

1. Introduction

The building here analyzed was built between 1951 and 1954 in Porto, Portugal, and was designed by Arménio Losa and Cassiano Barbosa, two architects that had a leading role in the implementation of the Modern Movement architecture in Portugal. This building, known as “Edifício Lino”, was evaluated in terms of its comfort parameters [1,2]. This analysis is supported by “in situ” measurements, aiming to create the fundamental principles and a strategy for a minimal and optimized intervention. As the building is unoccupied and the operation of existing windows and respective blinds are difficult to monitor, we considered two scenarios, with blinds closed and with blinds open. The use of computer simulations will be also needed in order to consider dynamic schedules of opening and closing the blinds and window frames [3]. One of the objectives of this monitoring is to validate simulations and create the fundamental basis for the restoration or refurbishment intervention to be carried out. This intervention shall be attentive to the temporal, spatial and tectonic peculiarities that define the heritage buildings of this period, but at the same time it should accept the need of harmoniously incorporate the new uses and expectations.

“The intervention in modern heritage buildings is not simple, the whole process has to be very careful with the questions of materiality, authenticity, it is an architecture that has a very own spatiality that often does not accept great changes.” [4]

The Modern Movement architecture has always searched for the well-being and the comfort of man [5]. Lima [6] said “*work, body and mind culture*” are the principles of this architecture. Vital adds “*The notion of comfort appears as a clearly modern feature (...) modern comfort is considered as an architectural quality, and it is necessary to attribute it to furniture, certain finishes, efficient mechanization of the kitchen and bathroom, and (...) elements that control the environment.*” [7]

This notion of incorporating comfort as intrinsic quality of the architecture was always present on the works of Losa and Barbosa. Prior to any intervention we must verify how these materials and qualities behaved over time and, above all, confirm that the comfort parameters (thermal, natural light and noise) of these buildings are acceptable for contemporary standards. As Ana Tostões argues “*the current regulations on safety, energy performance and environmental comfort put reuse actions in pair with the requirements necessary for the construction of new buildings, often calling into question a qualified refurbishment. Thus, one of the objectives of the intervention will have to go through the meeting of a specific lexicon, which considers the character of the built along with the mutations necessary for the experience of space.*” [8]

With the measurements carried out in situ we expect to verify how the mechanisms designed in order to respond to the demand for comfort, imposed by the architects of the Edifício Lino [9, 10] correspond to contemporary expectations of thermal comfort and which changes will have to be implemented. Good solar orientation, wood window frames incorporating ventilation and shading systems, insulation and water-proofing were part of the construction lexicon applied in all the works of these authors. The future intervention should be able to decide which strategies to implement that may optimize these systems, whether through changes, replacements of elements or simple repair. The characterization of all systems and materials that integrate Edifício Lino is fundamental for a complete evaluation of the type of actions to be taken for its efficient use, assuming that the main objective is to maintain identity and integrity of the building. For this and as shown in Figure 1, it is necessary to understand the historical framework of the building regarding its implantation, design and details.

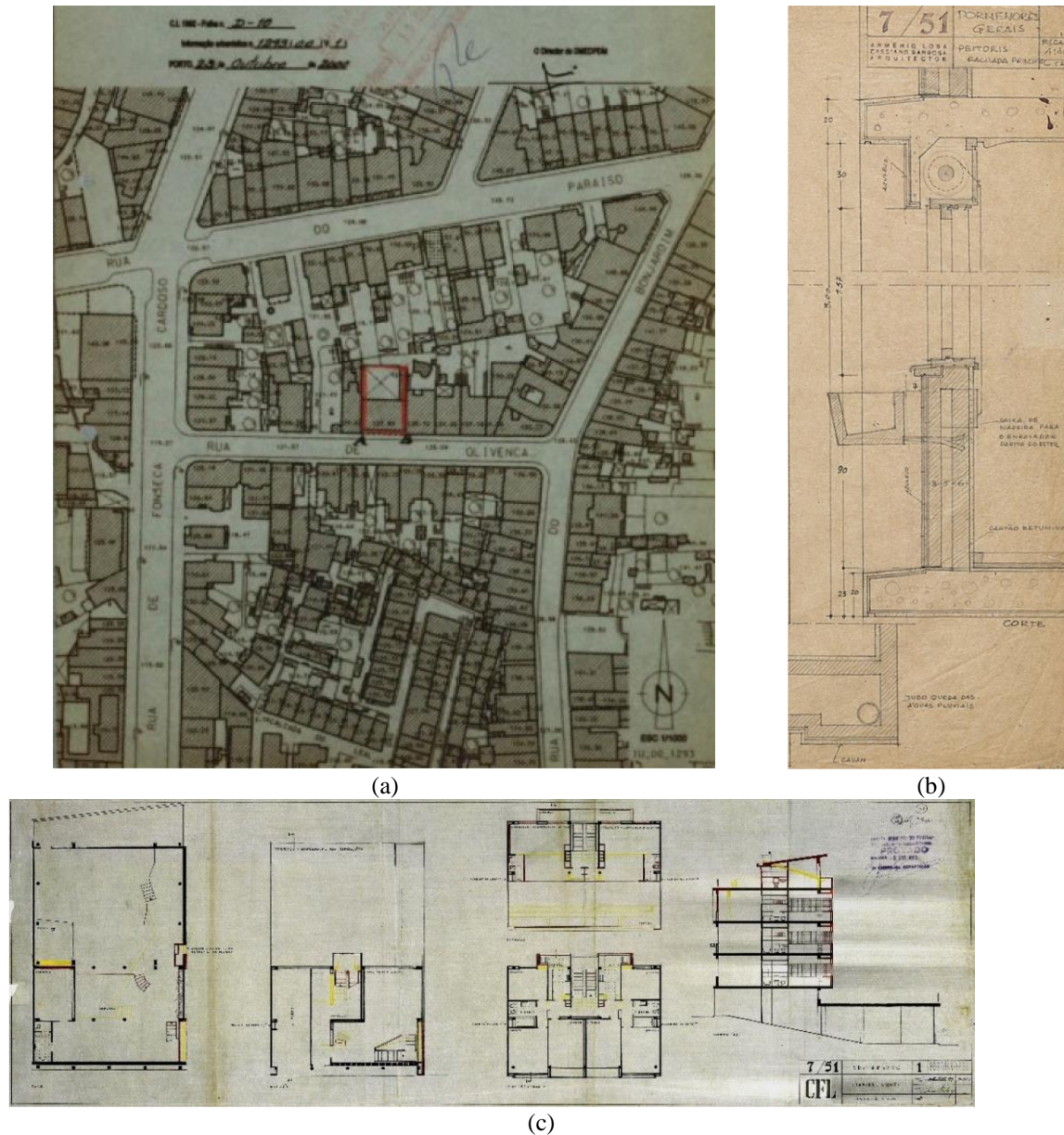


Figure 1. Edifício Lino, Implantation (a), detail of façade section (b) plans and section drawings (c) from the construction period (1951-1954). Adapted from [9].

2. Climate context and thermal characterization of the building

The climatic framework of Porto is important to understand the response of the monitored apartments in Edifício Lino. Porto presents significantly more heating needs than cooling needs, what can be seen in Figure 2. For reducing the heating needs, the solar orientation of living areas to south is an important issue as these allow solar passive gains through glazed areas of the facade. For reducing the cooling needs, shading and night cooling ventilation are the most important aspects to consider. The use of thermal insulation in walls is also a very significant aspect. Figures 3 and 4 show the type of envelope elements in which the Thermal Transmittance should be considered: the walls of the north and south facades (in red), the respective windows because they are in contact with the exterior and the wall between the apartment and the common staircases of the building (in yellow). This is because it is a space in direct contact with outside, with fixed windows. It should be noted that the envelope elements marked in green, when in contact with spaces that are also interior, are

spaces without thermal requirements. It is important to emphasize that in the walls between apartments, the architects kept the wall with two rows of bricks and air gap between them, for sound insulation; while on the east wall of the building that is in contact with another collective housing, without thermal requirements, they only applied a row of bricks, demonstrating sensitivity to an efficient resources' management.

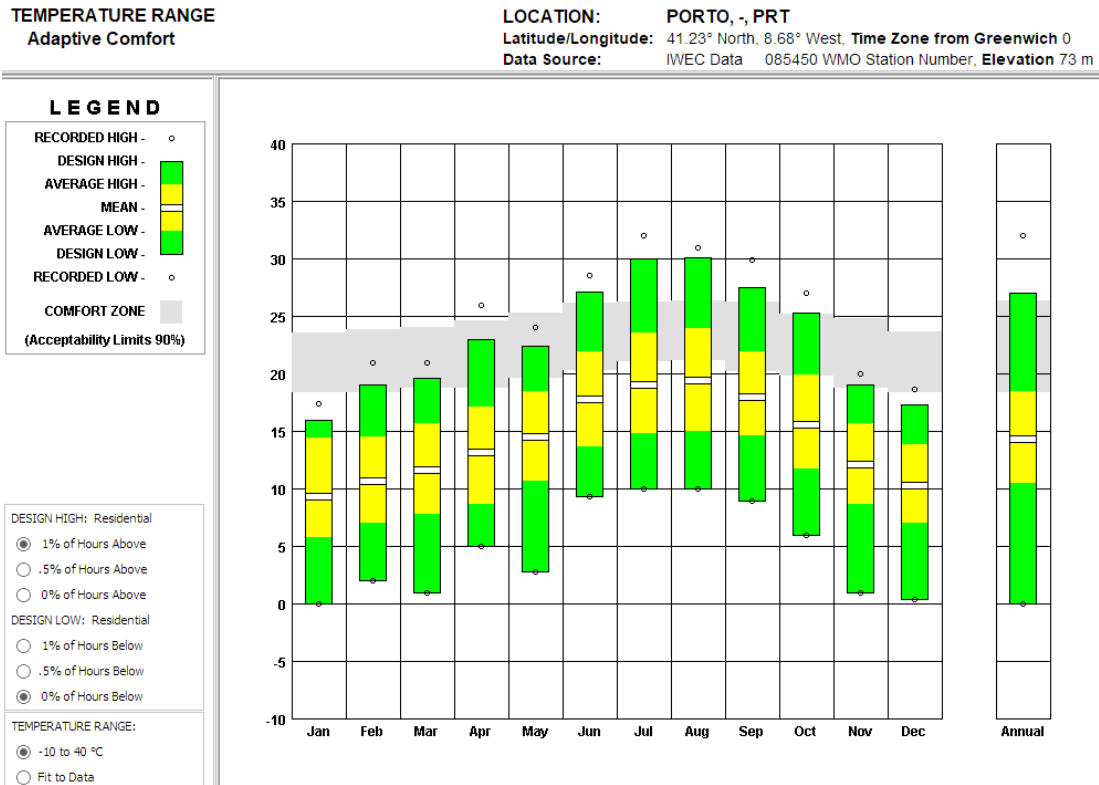


Figure 2. Average temperatures in Porto and its compliance with Adaptive Comfort Model range (graphic produced by the third author using Climate Consultant software).

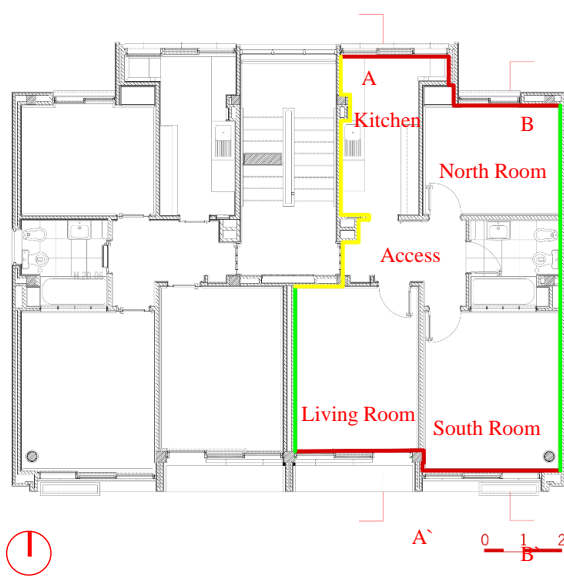


Figure 3. Plan with envelope elements.

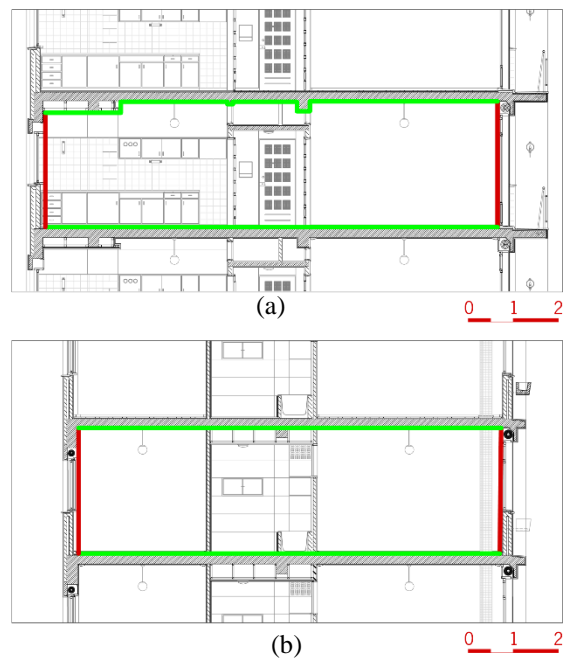


Figure 4. Section [AA'] (a) and Section [BB'] (b) respectively with envelope elements.

2.1. Analysis of Results

The calculation made and presented to the different building elements of the apartment under study, reveals that none of these meets the thermal insulation requirements of Ordinance No. 379-A/2015 [10]. The north facade where the kitchen and the north bedroom are located, and the south facade (Figure 5) of the living room and the south bedroom, being vertical opaque elements, present an U-value of 1.22 ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$) which mean that the minimum Uref of 0.40 ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$) is not achieved. The same applies to elements in contact with non-useful spaces such as the dividing wall between the apartment and the vertical access that exceed the Uref value of 0.70 ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$) for this type of elements, i.e. also do not meet this requirement.

The glazed areas also do not meet, given the value taken from the ITE50 [11] for simple 4mm glazed areas with wooden frames, of 5.1 ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$), much higher than the Uref requirement of 2.40 ($\text{W}/\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$).

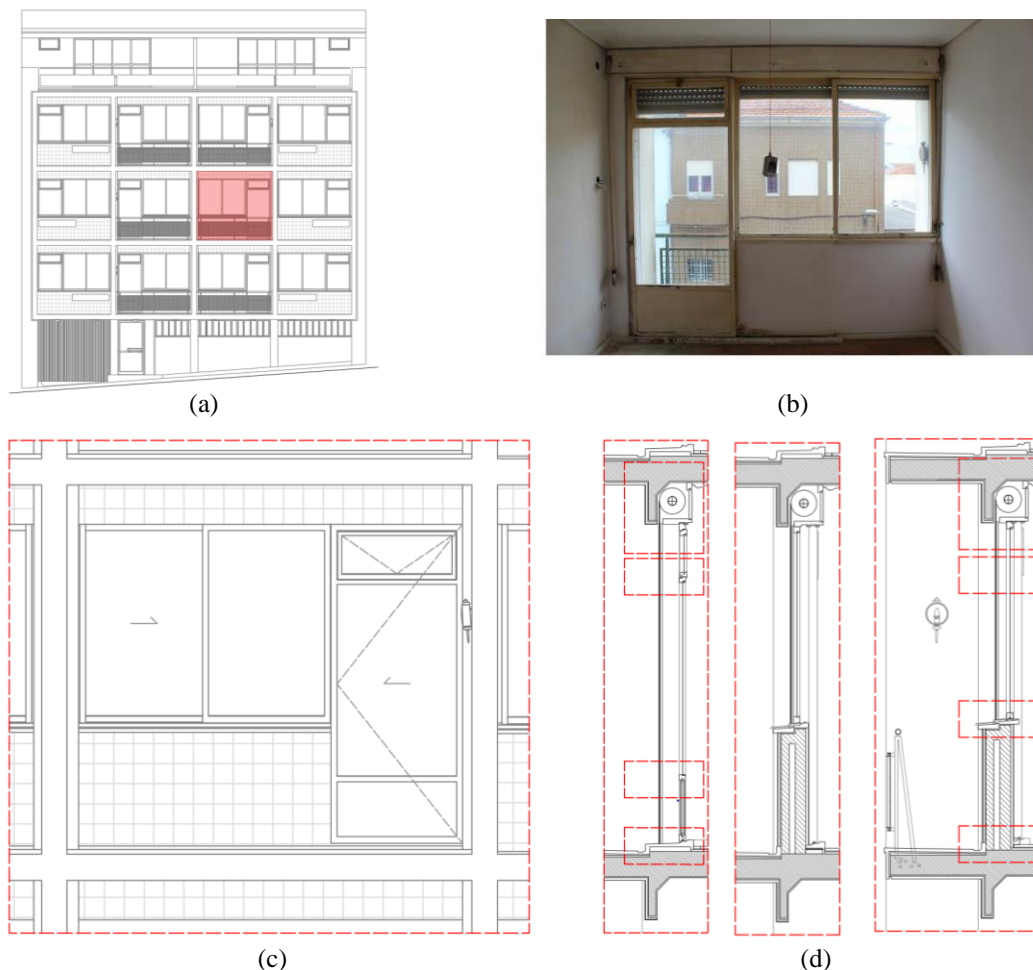


Figure 5. Constructive details of the living room: (a) South façade (b) Photo of the interior of the living room (c) Living Room facade 1:50 (d) Vertical Sections 1:50.

3. Thermal comfort evaluation - "In situ"

After the results obtained in the constructive analysis and the calculation of the U value, realizing that these doesn't correspond to the minimum required values, the comfort measurements were carried out on site in order to verify what are the real living conditions of this building.

"Temperature and humidity are the most important aspects of indoor environmental conditions (...) determine to a large extent the conditions of thermal comfort, due to the impact they have on several of the thermoregulation mechanisms of the human body." [12]

The experimental evaluation of the hygrothermal performance of the building requires monitoring during the cooling and heating season in order to obtain key summer and winter data to understand the thermal behavior of the building [13].

The Adaptive Thermal Comfort model described in EN 15251:2007 [14] and several studies [15-17] and the comfort conditions defined by EN 16798:2019 [18] were considered for this analysis.

3.1. Measurements in cooling season

Measurements of temperature and relative humidity were performed in situ by placing portable temperature and humidity monitoring dataloggers (Extech 42270), two indoor and one outdoor.

For the measurements, two scenarios were used (the portable dataloggers were installed in two different apartments located in the same floor of the building), one with all blinds closed (Scenario 1) and the other with all blinds open (Scenario 2). During the tests performed there were no changes in the opening of the glazed windows, which were always closed (Scenario 1) or open (Scenario 2). It is also important to mention that the apartments were without any occupancy and therefore without internal gains.

The results presented in this study were obtained in a measurement campaign carried out in the building, in a period of seven days, representative of the cooling station - May 21 to 29, 2020. Although this period doesn't correspond exactly to summer, it was an atypical week of spring with very high temperatures that corresponded to what was expected from a summer campaign.

These measurements highlight in Scenario 1 the maximum and minimum temperatures in this period, which inside the apartment were 24.8°C and 19.3°C, and outside, 34.8°C and 15.3°C, demonstrating that, while the difference of the indoor temperature peaks is 5.5°C, outside this value is 19.5°C. Comparing the temperature peaks of the interior with the outside, the difference between the maximum temperature of the outside and the inside is 10°C and between the minimums is of 4°C.

Although the thermal comfort results in the apartment are favourable in Scenario 1, they are not in line with the natural lighting comfort, because there is no entry of natural light into the spaces. In Scenario 2 the indoor temperatures present a slightly higher variation, of 7°C, and the maximum temperature in this period was 27.3°C, and a minimum of 20.3°C. Comparing the tests in the difference between the peaks, although smaller than in Scenario 1, are relevant due to solar gains during the day and heat losses through the openings at night. This difference between temperatures is 7.5°C and 5°C in relation to the maximum and minimum peak respectively. This proved that the studies and solar concerns of the architects in the building design, has a positive impact in the summer season. The results of this process allowed to understand how the design of the building responds in this solstice where the angle of solar height is greater. The angle of 70° used by Losa and Cassiano for the solar study of this building south façade [19], allows natural lighting during summer in the spaces, but mostly without direct incidence, avoiding the increase of the interior temperature.

For Relative Humidity, in both Scenarios they met EN 15251:2007 [14], which recommends for existing Category III buildings, a maximum and minimum value between 70 and 20%.

In Scenario 2, the building reaches category II i.e. for refurbished buildings. The justification of these positive values is due to the high temperatures recorded outside that provide lower humidity, which consequently, inside the apartment, without any sun protection of the blinds, allowed the indoor temperature to increase and thereby reduce the relative humidity. It can be concluded that by the correct use of blinds, during this season, the values can even be optimized and provide the best comfort, whether thermal or natural lighting.

To better compare the hygrothermal comfort in the apartments, the Operative Temperature were thus evaluated during the cooling periods, with Scenarios 1 and 2 indicated above. This evaluation also allowed to understand the comfort conditions defined by EN 16798:2019 [18] in order to understand whether the apartments are within the parameters for category III (Pre-existing building category). Graphs shown on Figures 6 were plotted from the operative temperature for an occupant sitting in the center of the compartment in summer clothes (0.5 clo). The indoor air velocity was considered as zero due to all the windows being closed and the average radiant temperature equal to air temperature.

For these graphs, the temperature and maximum and minimum relative humidity of each day were evaluated, in order to establish an average weekly value of each factor, so that through the online tool CBE (Center for the Built Environment) [20] Thermal Comfort Tool, it was possible to verify that the values collected in the building are in accordance with the comfort zones of the EN-16798 [18] standard.

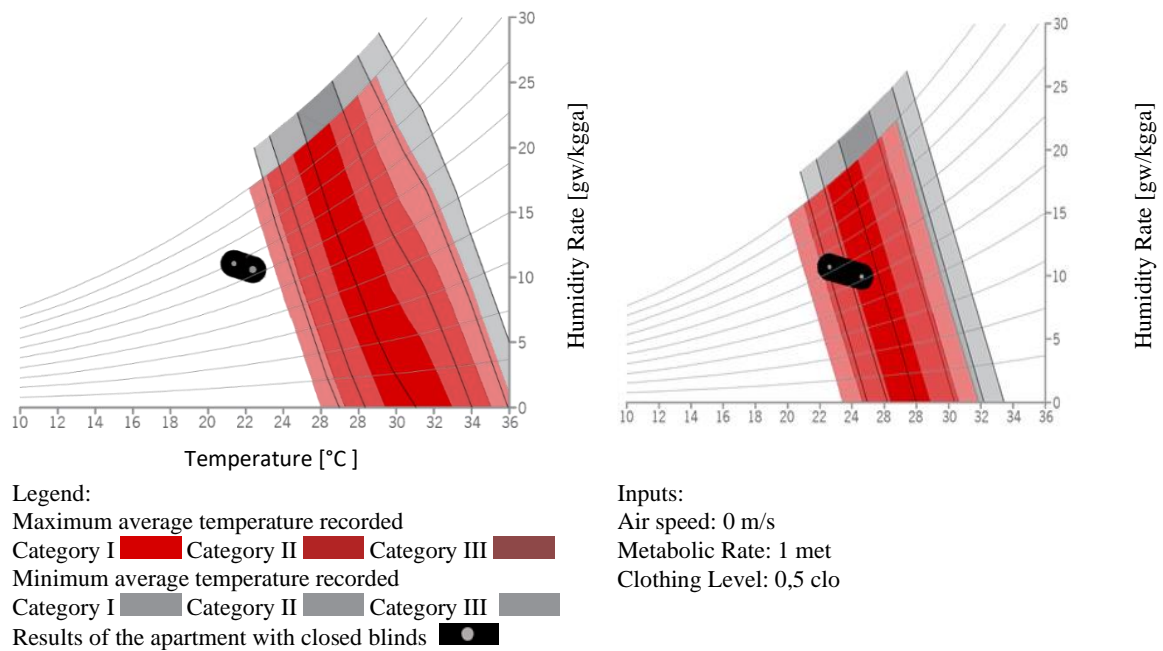


Figure 6. Evaluation of comfort in the apartment with blinds closed (left) and open (right), from 21 to 29 May.

Based on the interpretation of the Graphic presented in Figure 6, it is observed that it doesn't comply with the EN-16798 [18] standard in Scenario 1. However, this only happens due to the inoccupation of the building - although the collected values are outside the comfort range of the standard, it should be noted that the temperatures are lower, i.e. it meets the norm by excess, with no cooling needs. Easily in this season and conditions one could reach the values of the norm, just by opening the blinds, which was done in Scenario 2.

In Scenario 2 the operative temperature has a greater variation throughout the day, due to the opening of blinds, since with the simple glazing of 4 mm there are more solar gains

during the day and consequent increase in the temperature of this surface and heat losses at night with the decrease of the temperature.

In Figure 7 it is possible to observe the great oscillation of the exterior temperature in relation to the interior operative temperature. This reveals the importance of thermal mass, because thermal discomfort is due to these high variations, if not absorbed.

Through the consultation of Graphic presented in Figure 8 allows verifying compliance with the EN-16798 [18] standard, throughout the week, between category III when it reaches the lowest operative temperature and category I on the days where they are higher, it is important to emphasize that the building, despite having the blinds open throughout the day, always remains within the comfort zone recommended by the standard.

3.1. Measurements in heating season

As for the summer measurements, the same procedures were followed for the winter, so the measurements of temperature and relative humidity were performed in situ and with the equipment placed in the same place. These are necessary to obtain the operating temperature. The results presented in this study were obtained in a measurement campaign carried out in the building, in a period of seven days, representative of the heating station 05 to 12 January 2021.

Through the measurements made in the heating season, in Scenario 1, it was found that, as in the cooling station in this situation, the variation of the indoor temperature is considerably less considering the oscillation of the outdoor temperature. The maximum and minimum temperatures in this period inside the apartment were 9.4°C and 7.8°C, and outside, they were 9.8°C and 0.4°C, demonstrating that the difference between the temperature peaks inside is 1.6°C while outside it is 9.4°C. The values recorded inside are due to the fact that during the day there are no direct solar gains due to the fact that the blinds are closed, which due to the solar slope and the facade design allowed a considerable increase in temperature during the day, as well as the thermal mass ensured by the heavy elements on the floors, walls and ceilings. At night the heat loss is also reduced, not only due to the high thermal mass, but also due to the outer protection of the blinds and therefore the balance between extremes. It is also important to compare the difference between the maximum outside and inside maximum temperature peaks of 0.4 °C, realizing that out-side the temperature surpassed that recorded inside, not being the most favorable situation of comfort, however the difference in minimum was 7.4°C, which is relevant because although there are no solar gains, the losses are also smaller, and may precede a favorable scenario in the case of the correct use of the blinds. Scenario 1 is also disadvantageous for lighting comfort as there is no natural light entering the spaces.

In Scenario 2, during the heating season, it was found that the indoor temperatures showed a greater variation, of 11°C, with the maximum and minimum temperatures being 19.5 and 8.5°C respectively. This variation is due to the solar gains during the day where the solar incidence covers all the spaces to the south from sunrise to sunset, allowing greater solar gains. Even in comparison with Scenario 1 of the same season, the minimum temperature is higher, due to the accumulation of heat during the day on the walls and roof and floor slabs, which at night release that heat and increases the minimum temperature, resulting from the strong thermal inertia. However, due to the fact that the blinds are open during the night, there is a greater acceleration in heat losses through the glazing.

In comparison with the exterior, the smooth functioning of the facade design is even better when the difference between the maximum temperatures of the exterior and the interior were 9.7 °C and the minimum temperatures of 8.1 °C, taking into account of the lack of external

protection during periods when the temperature is quite low. Again, as in Scenario 1, in the same interval, a favorable scenario can be anticipated in the case of the correct use of the blinds.

The results collected from the relative humidity, in the heating station of Scenario 1 following the regulation EN 15251: 2007 [14] again, registered maximum values of 64.3 and 48.5%, thus verifying the compliance with the regulation and also the approximation of these data to category II whose range is between 25 and 60%. This verification of relative humidity is relevant because despite the season having increased rainfall and consequently the humidity of the air, in Mediterranean countries the behavior of the building does not compromise the comfort of people, in the quality of the air, as well as in the durability of the materials somewhat quite likely to happen.

In Scenario 2, it allows once again to verify the values obtained in relation to EN 15251: 2007 [14], which are not only in accordance with the category of the case study, III, but also with category II, referring to a level of normal expectation, recommended in the de-sign of new buildings and in rehabilitation. The values collected, maximum and mini-mum of 55.7 and 27.5%, respectively, with an average of 44.2%, due to the high temperatures recorded in the interior resulting from daytime sunlight, which, with open blinds, reduce humidity relative in space, even taking into account the maximum humidity registered outside 90.8%, (even if it doesn't rain) and minimum 30%. These interior values also allow us to anticipate that through the correct use of blinds and windows, in this season, the values will provide the best thermal comfort and conform to acoustic and luminous comfort.

Once again to understand the hygrothermal comfort of the apartments, the Operating Temperatures during the heating periods were evaluated, with Scenarios 1 and 2 indicated above. Within the comfort conditions defined by EN 16798: 2019 [18]. The graphs shown in Figures 8 and 9 were drawn from the operating temperature for an occupant sitting in the center of the compartment with winter clothes (1 clo). The indoor air speed was considered zero due to the fact that all windows are closed and the average radiant temperature is equal to the air temperature.

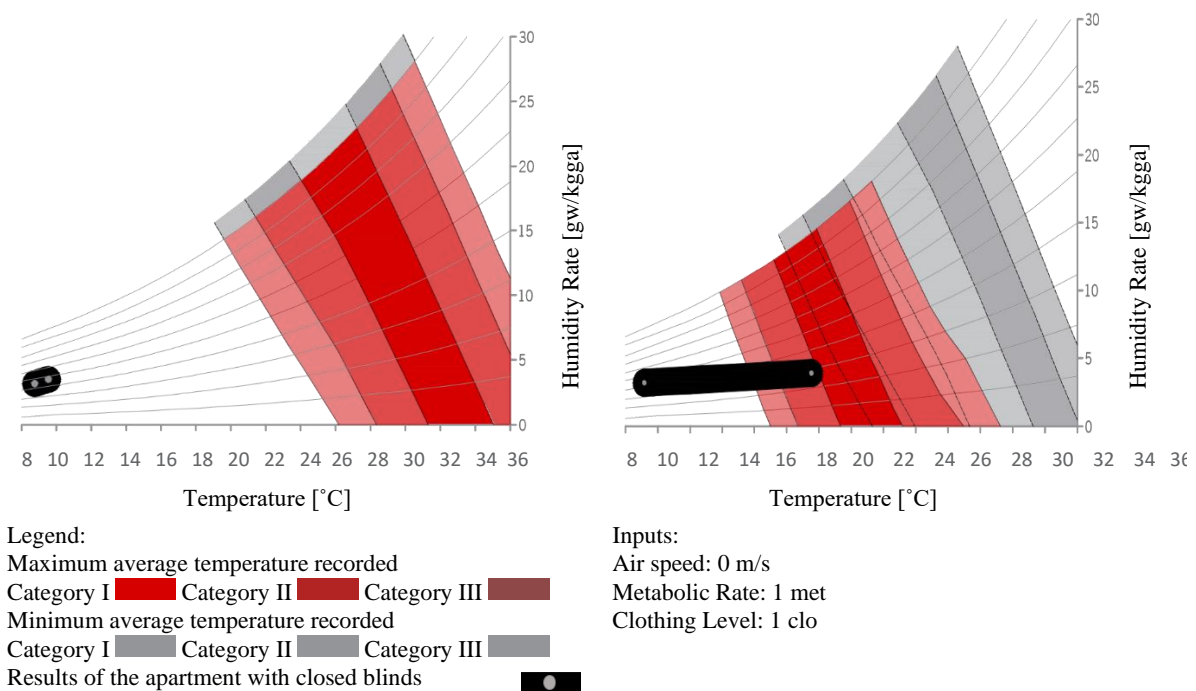


Figure 7. Evaluation of the comfort in the apartment with the blinds closed (left) and open (right), from 05 to 12 January.

Through the interpretation of Figure 7 (left), the non-compliance with the regulation EN-16798 [18] is repaired in Scenario 1. This is due to the values of ambient temperature and radiant average being low and equal, because with closed shutters, there are no radiant asymmetries and air speed is zero. Something that only happens due to the inoccupancy in the building and the lack of sunlight in this scenario. Thus, the values collected are not within any comfort category of the standard, such as in the summer.

From the analysis of Figure 7 (right), related to Scenario 2, in the heating season, it is possible to verify that, when the operative temperatures are higher, there is compliance with the EN-16798 [18] standard, within category II, however, due to the lack of blinds, the operative temperature variation, recorded in Figure 11, is greater, with the average difference between the maximum and minimum operative temperatures, inside, being 8.3 °C, making it impossible to comply with the standard when these temperatures are lower. Even taking into account that the average difference between the extremes of the average operative temperature and the outside temperature are 11.2 and 8.8 °C maximum and minimum, respectively.

4. Conclusions

Despite the poor condition of the construction, abandoned and unused for decades, this research proved that, with cleaning and simple repair of the façade constructive elements, as well as the implementation of a regular maintenance, we can extend the life of the building and almost match current comfort standards. The proof of this are the results obtained by the "in situ" measurements. The operative temperatures are, however, those that, through data monitored, allow the building to be between categories I and II of the adaptive comfort model in cooling season, where the difference in indoor temperature peaks not exceeding 5 °C throughout the day, even with the window blinds always open. The operation of windows will certainly allow to even reduce more the thermal oscillation. During the heating season the oscillation was significantly higher, 11 °C, complying to Category II during part of the day, but not complying during the night time. Closing the blinds during night time will certainly allow to significantly reduce the minimum temperature and the peaks difference, as the monitored value with blinds closed were under 2 °C. In the refurbishment of buildings, "if there is no" strict application of principles, rules or standards that promote the rational use of energy, thermal comfort will tend to be achieved with greater use of mechanical heating and cooling systems, which will increase energy consumption in the sector, hence the pertinence of optimizing bioclimatic design. An environmentally conscious but also heritage respectful intervention should first look for the ability to respond to contemporary concerns and create the best conditions of comfort without mechanical supports or the introduction of new materials.

Acknowledgements

This work has support of Project Lab2PT - Landscapes, Heritage and Territory laboratory - UIDB/04509/2020 through FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

References

[1] 1. Silva, I., Mendonça, P., Maia, C. Thermal Comfort in the Modern Movement – Consequences of Constructive Definition on the Summer Behaviour of a Housing Building

in Porto, Portugal”; IOP Conference Series: Materials Science and Engineer-ing, 2021 Vol. 1054 012010; doi:10.1088/1757-899X/1054/1/012010

[2] de Dear R.J., Akimoto T., Arens E.A., Brager G., Candido C., Cheong K.W.D., et al. Progress in thermal comfort research over the last twenty years *Indoor Air*, 23 (6) (2013), pp. 442-461.

[3] Nguyen, A. T., Reiter, S.. Passive designs and strategies for low-cost housing using simulation-based optimization and different thermal comfort criteria, *Journal of Building Performance Simulation*, 7:1, (2014) 68-81, DOI: 10.1080/19401493.2013.770067 Tostões A.

[4] The importance of Docomomo in the intervention of the Contemporary Heritage. Seville Andalusian Institute of the His-torical Patrimony. 2009 (Retrieved in http://www.youtube.com/watch?v=i8qOaVLv_Ms) on March 24, 2020.

[5] Requena-Ruiz, I. Thermal comfort in twentieth-century architectural heritage: Two houses of Le Corbusier and André Wogenscky, *Frontiers of Architectural Research*, Volume 5, Issue 2, 2016, pp.157-170.

[6] Lima, V. The Portuguese Housing Problem in Barbosa C. ODAM: Organization of Modern Architects: Porto, 1947.1952. ASA: Porto, Portugal, 1973, pp. 25 (in portuguese).

[7] Vital, L. The Portuguese Housing Problem in Barbosa C. ODAM: Organization of Modern Architects: Porto, 1947.1952. ASA: Porto, Portugal, 1973, pp. 37 (in portuguese).

[8] Tostões, A. Modern Heritage: conservation and reuse as a sustainable resource in *Revista Joelho* n°6. EDARQ: Coimbra, Portugal, 2018. (This text is an edited version of the publication Tostões, A. Modern Heritage: Conservation and Reuse as a Resource. *Heritage Magazine* (1), pp. 44–53. (Retrieved in: <http://hdl.handle.net/10316.2/39906>) 02.02.2020.

[9] Silva, I. Analysis of the Comfort Indexes of Edifício Lino from Architects Arménio Losa and Cassiano Barbosa: Basis for an intervention. Master Thesis in Architecture on the University of Minho, Guimarães 2021 (in portuguese).

[10] Ordinance No. 379-A/2015, from 22nd October, Ministry of the Environment, Spatial Planning and Energy, *Diary of Republic* n.º 207/2015, 2º Supplement, Serie I of 2015-10-22 (in portuguese).

[11] Pina dos Santos, C.A., Matias, L. ITE 50 - Thermal Transmission Coefficients of Building Surrounding Elements, LNEC, ISBN: 9789724920658, 2010 (in portuguese).

[12] Losa, A. From the Architect's Profession vol. XI, n°98. VÉRTICE: Coimbra, Portugal, 1951 (in portuguese).

[13] Mendonça, P. Living under a second skin: strategies to reduce the environmental impact of passive solar constructions in temperate climates. Doctoral thesis, School of Architecture of the University of Minho Guimarães, 2005 (in portuguese).

[14] EN 15251:2007, “Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics.”

[15] Nicol J., Humphreys M. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings *Energy Build*, 34 (6) (2002), pp. 563-572, 10.1016/S0378-7788(02)00006-3

[16] J.F. Nicol, M.A. Humphreys Chapter 20 Principles of Adaptive Behaviours T. Kubota, H.B. Rijal, H. Takaguchi (Eds.), *Sustainable houses and living in the hot-humid climates of Asia*, Springer Nature Singapore Pte Ltd. (2018), pp. 209-217

[17] J.F. Nicol, M.A Humphreys, S. Roaf, Adaptive thermal comfort: Principles and Practice, 2012, Routledge.

[18] EN 16798-1:2019 Energy performance of buildings - ventilation for buildings. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6.

[19] Maia, C. The constructive idea. José Soares, Apartment Rehabilitation Project of Edifício Vouga/Soares & Irmãos. Testing of methodologies and intervention processes on modern built heritage. Doctoral thesis, School of Architecture of the University of Minho, Guimarães, 2018 (in portuguese).

[20] CBE Thermal Comfort Tool: URL: <https://comfort.cbe.berkeley.edu/EN>.

Material re-use in 3D printed building components

Stelladriana Volpe - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica, Politecnico di Bari, Bari, Italy, e-mail: stelladriana.volpe@poliba.it

Valentino Sangiorgio *- Department of Engineering and Geology, University G. D'Annunzio of Chieti-Pescara, Pescara, Italy, e-mail: valentino.sangiorgio@unich.it

Andrea Petrella - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica, Politecnico di Bari, Bari, Italy, e-mail: andrea.petrella@poliba.it

Michele Notarnicola - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica, Politecnico di Bari, Bari, Italy, e-mail: michele.notarnicola@poliba.it

Humberto Varum - CONSTRUCT-LESE - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: hvarum@fe.up.pt

Francesco Fiorito - Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica, Politecnico di Bari, Bari, Italy, e-mail: francesco.fiorito@poliba.it

Abstract: The 3D printing applied in the building construction sector is profoundly changing construction processes. In particular, the advent of 3D printing with viscous materials (e.g. concrete and raw earth) opened up the possibility of exploiting reused materials in the printing process. Indeed, several investigations are proposing the conversion of different waste materials into 3D printing material. On the other hand, studies on the thermal performances of 3D printed building components exploiting reused and recycled materials are still missing in related literature.

The current work proposes a methodological approach to design a building component with effective performance that can be 3D printed with reused material. The approach is based on three steps: i) *Reuse design*, i.e. definition of the processes to recover material; ii) *Parametric modelling, simulation and performance optimization* of the component; iii) *3D printing setting* to define an effective extrusion path. To show the potential of the method, the proposed approach is applied to a prefabricated 3D printed envelope exploiting a printable mortar including recycled glass and rubber and insulated by using glass fibres material. The result shows the possibility of designing customized geometries in order to optimize resource consumption and achieve the required performances by including recycled and reused material in the printing process.

Keywords: Material Reuse, 3D Construction Printing, Parametric Modelling, Thermal Performances, Building envelope.

1. Introduction

Resources consumption, waste production and energy demand of buildings and infrastructures is a critical issue that is becoming increasingly important in the scientific and technical world. At a global level, research and development funds are directed toward responsible consumption and production to reduce waste generation through prevention, reduction, recycling and reuse within 2030 according to the Agenda 2030 [1]. Traditional construction methods generally require high consumption of resources and produce significant amounts of waste in both the construction and demolition process phases. In the construction phase, the increasing costs of raw materials in terms of both economic and environmental impact are compromising the wide spectrum sustainability of buildings. Indeed, as stated by Yilong et al., the construction industry contributes a significant amount of carbon-dioxide emissions particularly due to the huge demand for concrete [2]. Thus, a

promising solution to transforming and upgrading the construction industry is becoming an essential need. In particular, substantial innovation in the construction sector requires the parallel adoption of new technologies and more efficient management of resources considering material reuse and recycling.

In the last decade, the possibility of revolutionizing construction processes is offered from the advent of 3D concrete printing technology. In particular, additive manufacturing is able to achieve lower costs, reduce waste, and simplify the supply chain. Moreover, such a promising technology can be effectively used in combination with recycled materials for printable mixtures and the possible reuse of printed products [3].

One of the major challenges concerns the achievement of adequate printing requirements using materials with suitable rheological, extrudability and buildability characteristics. To achieve this performance, many of the mixtures used in additive manufacturing are currently based on Portland cement and fine aggregates, which requires high production energy and high amounts of CO₂ emissions [4].

Several studies have been conducted on different types of 3D printing admixtures containing some reused materials as components, but there are still few evaluations involving a largely recycled mixture. Pozzolanic materials can be used to partially replace cement and to obtain improved characteristics such as high-early strength, high workability, low porosity and corrosion resistance. Moreover, some of these additives can be considered reused materials: e.g. silica fume is a byproduct in electric arc furnaces in the production of silicon and ferrosilicon alloys[5], [6]; fly ash is a by-product of coal combustion in thermal power plants[7]–[10]; rice husk ash derives from rice husks, which are usually regarded as agricultural waste[11]. It is possible to replace all or part of natural aggregates with recycled aggregates deriving from construction and demolition solid waste [12]–[14]. The use of recycled sand for concrete 3D printing is still at the early stage of exploration, but it can reduce costs and the environmental impact [15]. Other possible substitutes of aggregates to reach a more sustainable 3D printable concrete can be recycled brick aggregate[16]; glass cullets [17]or natural fibres[18].

Reused materials are effectively applied for thermal insulation in traditional buildings. Indeed, recycled materials such as plastic and glass have been widely used to produce insulating panels or filler insulation material [19]. Such a “reuse” approach can be proposed also for the insulation of 3D printed components. In particular, fine-grained or loose materials can be effectively integrated into the 3D printing components directly during the printing process. In addition, the advent of automation in construction will allow this integration automatically.

The current work proposes a three-step methodological approach to design an effective 3D printed building component including reused material in both the printing admixture and the insulation layer. Firstly, the Reuse design is defined by selecting processes to recover material, secondly, Parametric modelling and simulation are achieved to optimise the shape of the component and thirdly the best printing setting for additive manufacturing is identified. The proposed approach is applied to design a prefabricated 3D printed envelope exploiting a mortar including recycled glass and rubber for the printable material and glass fibres for the insulation layer.

2. Methodology

The proposed methodology is based on three phases to achieve a 3D printed component exploiting reused material:

- i) **Reuse design**, in which the intervention or demolition techniques for the recovery of materials are defined;
- ii) **Parametric modelling, simulation and performance optimization** of the building component (exploiting the reused material defined in the first phase) to achieve target thermal performances;
- iii) **3D printing setting** useful to improve the printability of the designed component by design the extrusion path.

Figure 1 outline the proposed three phased methodology.

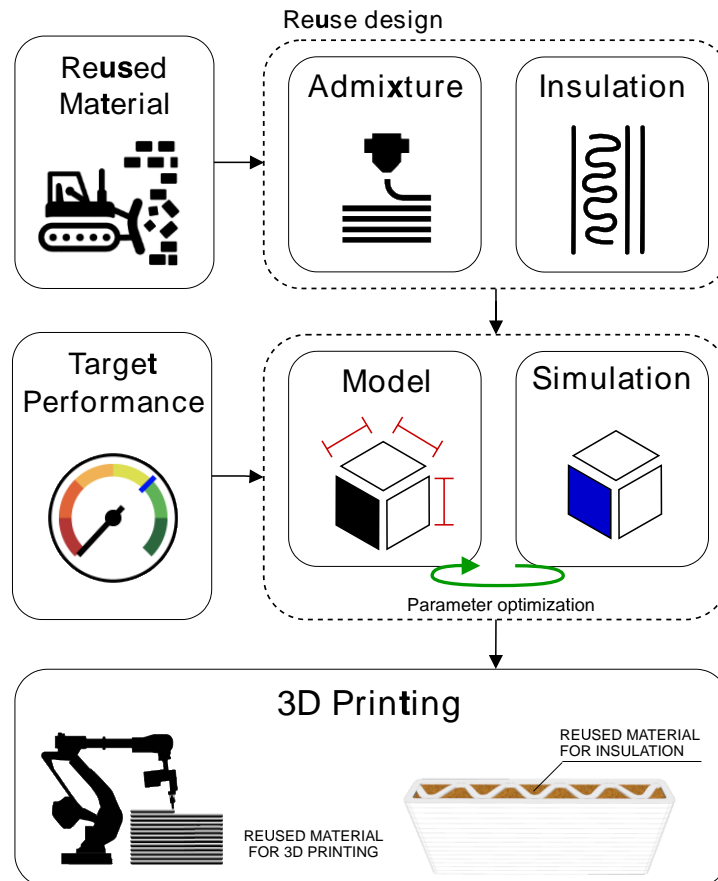


Figure 1. Overview of the proposed methodology.

2.1. Reuse Design

The first Phase of the method concern the conception of the reuse strategy. First of all, the intervention or demolition techniques are defined, and a list of the potentially reusable material is registered. Indeed, construction and demolition wastes constitute a massive portion of global waste production. This type of waste is characterised by large volumes and low toxicity, consequently it is suitable for reuse or recycling to produce secondary raw materials. Excluding reusable components, the recyclable material fractions are mainly stone, ceramic, glass, wood and metal. Possible recycling strategies for such materials in the construction sector comprise the inclusion of recycled material as aggregates in concrete conglomerates and the transformation of waste into thermal insulating materials [20], [21]. Secondly, the possibility achieve printable material from demolition waste is investigated. Previous studies already investigated the material rheological requirements to be effectively printable [22]. Indeed, the printing material should have the following characteristics: i)

layer thickness h_0 , ii) maximum height H , iii) layer width, and iv) radius curvature. Moreover, according to Bos et al.[22]:

- the initial yield stress must be greater than gh_0 where g is the gravitational acceleration.
- Yield stress in the bottom layer must be greater than $\rho g H / \sqrt{3}$ where ρ is the material density.
- Initial shear elastic modulus must be higher than $\rho g h_0 / e_{tol}$ where e_{tol} is the tolerable deformation of the layer.
- Young elastic modulus must be higher than $3\rho g H^3 / 2\delta^2$.

Thirdly, the opportunity to include insulating material in the 3D printing from demolition waste is explored together with the required process to include the material during or after the printing. In particular, if the internal geometry of the wall is not complex and the insulation layer is made of loose material, the voids can be filled after the whole wall is printed. On the contrary, the insulation material can be included by stopping the print every few layers in order to allow the insulating material to fill the voids correctly (Figure 2). Such an operation is currently done manually but it can be automated in the future with the advent of collaborative robots in construction.

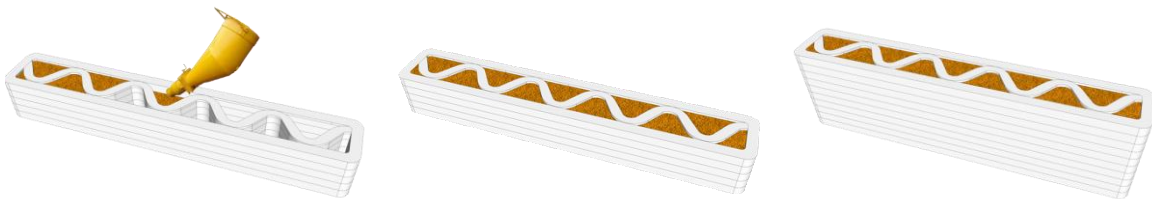


Figure 2. The inclusion of insulating material during the printing process.

2.2. Parametric modelling and performance optimization

The second phase of the approach is composed of three sub-phases: a) definition of the target performances, b) design of the parametric model and c) iterative simulation to optimise the model parameter.

2.1.1. Target performance

The definition of the target performance (expected performance of the component) depends on the purpose of the designed component and needs to satisfy both the minimum regulatory standards and the user comfort.

2.1.2. Parametric modelling

Preliminary to the parametric modelling, the conceptual design of the component should be clarified. In particular, it is important to specify the required functions, building services integration and required performances in terms of thermal protection and structural integrity. In addition, the concept design must respect the current limitation of the available technologies in realising complex geometrical shapes [23]. Once the conceptual design is defined, parametric modelling can be achieved. If compared with other tools (generating a simple geometry, e.g. a mesh), parametric modelling allows building a geometry by exploiting mathematical equations operated with visual scripting. This process provides the ability to change the shape of the model's geometry immediately when specific dimension values are modified. Consequently, once the conceptual design of the model is ready, it is

necessary to identify all the dimension values that need to be parameterized (e.g. thicknesses, lengths, heights, curvatures, and parameters that define any internal fillings). Indeed, the parametrization of specific geometric characteristics (e.g. thickness of the insulation) sets the stage for the subsequent optimization of the component performances in the next phase of simulation and iterations.

2.1.3. Simulation and iterations to achieve the target performance

The last part of the current phase concerns the iterative simulation to optimise the model parameter. In particular, a finite element method (FEM) analysis can be used in synergy with parametric modelling to assess the performance and iteratively change specific geometrical parameters until the target performances are reached. The FEM is a numerical procedure that can be used to obtain solutions on a broad spectrum of engineering problems involving stress analysis, dynamic analysis, electromagnetism, and thermal problem useful for the proposed application [24]. In the proposed method, the FEM is used in synergy with parametric modelling by setting an iterative procedure. The objective is to identify the best parameter to satisfy the minimum regulatory standards and the user comfort related to the thermal behaviour.

2.3. 3D printing setting

In the phase of 3D printing, an important methodological step consists of the improvement of printability and possible optimization of the extrusion path. Indeed, if the adopted shape, allows for continuous extrusion, it is possible to achieve a more uniform quality of products. On the other hand, if the resulting geometry is complex and does not allow a continuous 3D printing process, the slicing and the g.code needs to be customised in order to achieve an effective printing with limited inaccuracies. To provide an example an effective approach consists in minimising the overlapping of the extrusion path [25].

3. Application to a prefabricated 3D printed envelope

The case study concerns the application of the proposed methodology to a 3D printed building envelope. The envelope component prefabricated with 3D printing technology has been ideated in a previous study to be applied as external cladding in new constructions or in building renovations and its configuration can be adapted to different climatic zones [25], [26]. The application proposed in the current work aims to improve the performance and sustainability of such 3D printable building component by using specifically recycled materials.

3.1. Reuse Design

In the proposed reuse strategy considers the application of recycled materials for both the printing mixture and the filling material with a thermal insulation function.

The application of chemical admixtures with lightweight aggregates have been already tested in a previous study is proposed [27]. The cementitious materials consist in a magnesium potassium phosphate cement (MKPC) prepared by replacing sand with rubber or glass aggregates with the aim of creating printable lightweight aggregate-based mortars. The use of recycled materials as aggregates also has the advantage of increasing the thermos-insulating properties of the final printed products.

Glass is a material particularly effective to the continuous recycling loop. Although it can be largely recycled without loss of quality, not all glass waste can be reused in the glass

manufacturing industry. The fraction of glass destined for discarding can be used to produce expanded glass, serving many alternative functions [28].

Rubber is another material with a recognized problem of disposal and recycling. Indeed, the disposal of polymeric waste is a serious environmental problem as polymeric materials do not decompose easily. Large quantities of rubbers are employed as tyres, but end-of life tyres can be valorised as reused material. Indeed, the rubber recycled in his study, is treated obtaining granules. Through dimensional sieves powders are separated in different groups of sizes. Several possible applications concern the construction and engineering derivatives including sustainable concrete [29], [30].

The first sample (S_{glass}) contains recycled expanded glass (0.5–1 mm), instead the second sample (S_{rubber}) contains rubber granulate (0.5–1 mm) from tyre casings.

In particular, the components for the preparation of both the lightweight aggregate-based admixtures are magnesium oxide (MgO), potassium dihydrogen phosphate (KDP), borax, fly ash (FA), silica fume (SF), water and aggregates (glass and rubber respectively). The component weights are summarized in Table 1. The water-binder ratio is 1.17. The flow test performed according to UNI 7044 has returned results of the percentage increase of the diameter respectively of 23% for S_{glass} and 39% for S_{rubber} . The density of sample S_{glass} is 950 kg/m³ while the density of sample S_{rubber} is 1120 kg/m³. Table 2 shows the results of compressive and flexural strength tests of the mortars after 90 min and 7 days curing [27].

Table 1. Mix compositions.

| Sample | Binder | | | Borax | SF | Water | Aggregates |
|---------------------|--------|-------|-------|--------|------|--------|------------|
| | MgO | KDP | FA | | | | |
| S_{glass} | 126 g | 135 g | 189 g | 1259 g | 45 g | 525 ml | 203 g |
| S_{rubber} | 126 g | 135 g | 189 g | 1259 g | 45 g | 525 ml | 203 g |

Table 2. Flexural and compressive strengths.

| Sample | Flexural strength (MPa) | | Compressive strength (MPa) | |
|---------------------|-------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | 90 min | 7 days | 90 min | 7 days |
| S_{glass} | 0.94 ± 0.05 | 1.63 ± 0.08 | 1.99 ± 0.10 | 4.80 ± 0.24 |
| S_{rubber} | 0.30 ± 0.02 | 1.32 ± 0.07 | 1.68 ± 0.08 | 3.23 ± 0.16 |

Both samples were experimentally evaluated to assess their thermal properties (thermal conductivity). Two different cylindrical specimens of 10 cm diameter and 5 cm thickness were prepared for thermal tests. The specimens were cured for 7 days and oven dried at 50 °C for the last 3 days. Thermal behaviour measurements have been carried out by ISOMET 2104 device (Applied Precision Ltd., Bratislava, Slovakia) inducing a constant heat flow through a heating probe, applied to the surface of the sample, and recording the temperature during the time period. The results have been obtained by comparing the experimental temperature values and the analytical solution of the heat conduction equation [31]. In particular, it has been determined: the thermal conductivity λ (W/mK); the thermal diffusivity α (m²/s), that is the ratio between heat transferred and the volume heat capacity; the specific heat of the material c_p (J/kgK) and the average temperature t_m (°C).

The thermal conductivity results have returned respectively values of 0.155 W/mK for S_{glass} and 0.197 W/mK for S_{rubber} . Compared to common mortars based on Portland cement and sand (≈ 2 W/mK), both mortars have lower thermal conductivity values ($\approx 90\%$). This is due to the presence of lightweight aggregates, which lead to a reduction in density. The following Table 3 resumes the thermal behavior of the analysed samples (Figure 3):

Table 3. Thermal characteristics of MKPC sample containing recycled expanded glass (S_{glass}) and MKPC sample containing tyre rubber granulate S_{rubber} .

| Sample | Conductivity λ W/mK | Diffusivity α m ² /s | Specific heat c_p J/kgK | Temperature t_m °C |
|---------------------|--------------------------------|---|------------------------------|-------------------------|
| S_{glass} | 0.16 | 0.46 | 1.07 | 32.05 |
| S_{rubber} | 0.20 | 0.17 | 1.18 | 32.52 |

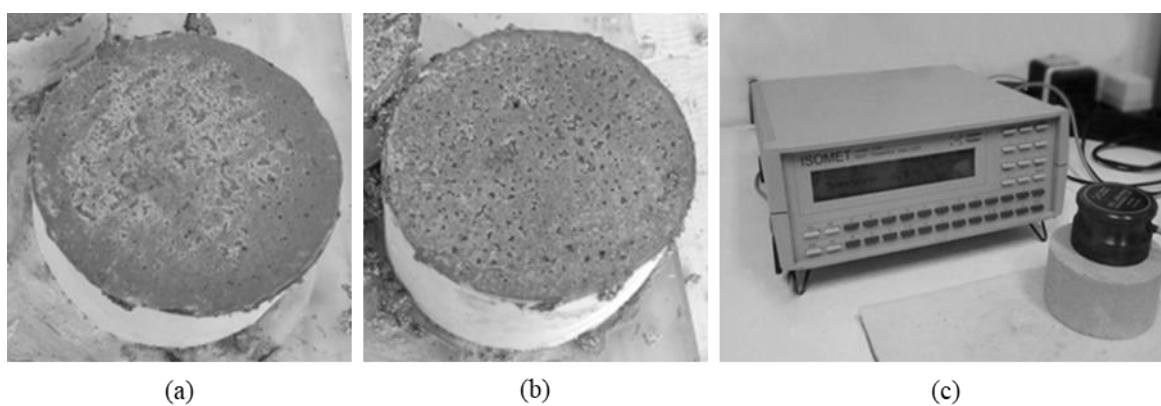


Figure 3. (a) cylindrical specimen of the sample containing recycled expanded glass; (b) cylindrical specimen of the sample containing tyre rubber granulate; (c) ISOMET 2104 device (Applied Precision Ltd., Bratislava, Slovakia) employed for thermal conductivity measurements.

Another glass recycling strategy is the production of glass fibres for glass wool insulation panels or loose-fill insulation [32]. In the case study, this type of material has been chosen as the thermal insulation since depending on the internal geometry of the printed element, the glass fibre insulation can be inserted or blown inside. Moreover, a multi-criteria sustainability assessment study demonstrates that recycled glass appears as one of the most desirable insulation materials according to different scenarios [33].

As a result of a literature investigation, the following parameters of glass wool have been considered in the thermal simulation analyses: density 160 kg/m³; thermal conductivity 0.05 W/(mK) [34].

3.2. Parametric modelling and performance optimization

3.2.1. Target performance

The target performance is defined according to the Italian Ministerial Decree (DM) No. 162 of 26 June 2015, where the thermal transmittance U value of external walls is required to be lower than a specific limit considering different climatic zones (from the warmest A to the coldest F) [35]. In particular, the proposed building component is designed for external cladding of a building located in the Apulian region (climatic zone C).

Consequently, the target thermal transmittance U is set to $0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$. More in detail, the objective of the parametric model, simulation and adjustment of the geometrical parameter is to achieve a transmittance U less than or equal $0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.2.2. Parametric modelling

The proposed building envelope is designed to be prefabricated with 3D printing technology for which the advantages of reusability, recyclability, modularity, versatility and adaptability have already been investigated in previous research [25]. In the current research, parametric modelling needs to be useful in order to easily modify the geometry including the thicknesses of the external shell, the internal filling and the insulation material in order to allow the subsequent performance analysis, interaction and optimization.

More in detail, the parametric 3D model has been developed with Grasshopper, a graphical algorithm editor integrated with the 3D CAD software Rhinoceros [36]. The parametrization has been set to easily modify the length of half-lap joints; curvature of the corners; thickness of the external shell; thickness of the thermal insulation; thickness of the spigot and socket joint; optional adjustable filling pattern of the air and thickness of the insulation panel.

Figure 4 shows the model of the 3D printable building envelope indicating the parameterized dimension.

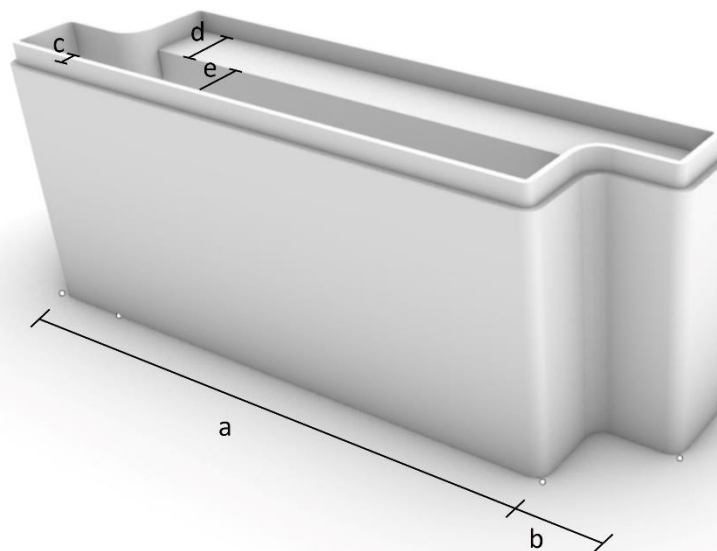


Figure 4. Parameters: total length (a); half-lap joint length (b); boundary thickness(c); insulation thickness (d); air cavity (e).

3.2.3. Simulation and iterations to achieve the target performance

The previously modelled element has been analysed considering the boundary conditions and the defined recycled materials. In particular, by repeating the thermal analysis and varying the alterable parameters, the configuration that best approximates the target thermal transmittance of the case study's zone has been obtained.

Each different configuration have been analysed by setting both MKPC with recycled expanded glass or MKPC with tyre rubber granulate as 3D printing mixture.

Finally, for both types of material, the optimised configuration has been identified and the models and relative thermal properties have been compared.

The following results have been obtained:

- I) using MKPC with recycled expanded glass a transmittance value of 0.249 W/m²K is reached.
- II) using MKPC with tyre rubber granulate the following model a transmittance value of 0.272 W/m²K is obtained.

Both configurations satisfy the climatic zone limit C equal to 0.34 W/m²K. Figure 5 shows an example of the thermal analysis carried out with the FEM software Ansys.

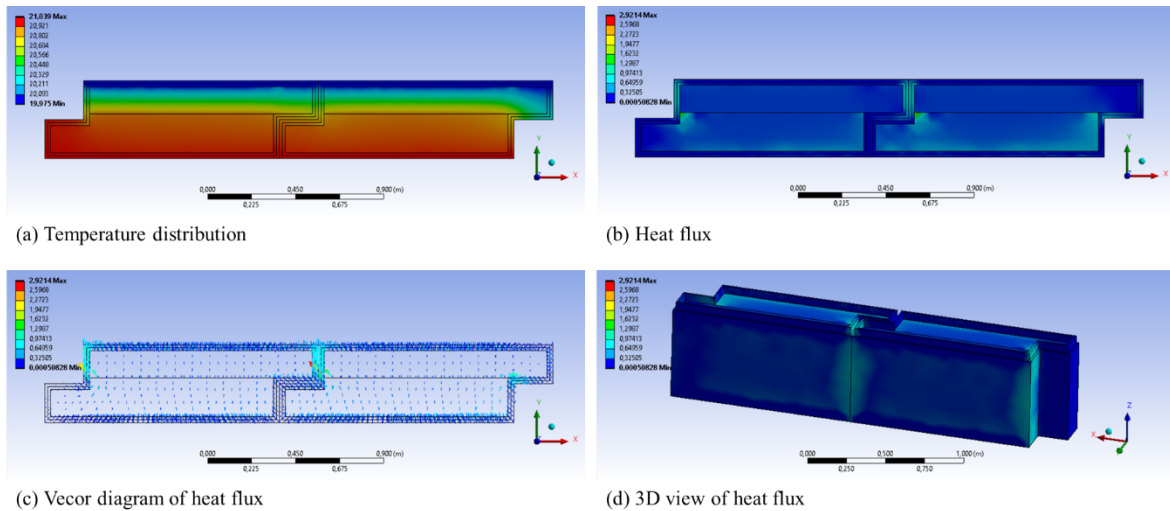


Figure 5. Thermal analysis results of model A using MKPC with recycled expanded glass. (a) temperature distribution; (b) heat flux; (c) vector diagram of heat flux; (d) 3D view of heat flux.

4. Conclusions

The 3D construction printing offers an effective possibility to combine re-used materials and novel geometries to achieve performing building components. The proposed research firstly proposes an effective procedure to design 3D printed elements with embedded reused materials and secondly shows the results of an application for a building envelope. In particular, in the proposed application, the reused material is included in both the printing admixture and the insulation layer. The printing admixture is a cementitious material consisting of magnesium potassium phosphate cement (MKPC) prepared by replacing sand with recycled rubber or glass. The thermal conductivity of the achieved potassium phosphate cement is investigated through the ISOMET 2104 device. Beyond, the printing material the performance of the use of recycled material is investigated also for the insulation layer, filled with glass fibres. As a result, the proposed FEM simulations demonstrate the potential of the 3D printing technology in combination with reused materials. Indeed, the proposed building component reaches effective thermal performances with thermal transmittance lower than 0.3 W/m²K with a thickness of the whole component of 40 cm. Future research will investigate both the combination of structural and thermal performances by automating the simulation and parameter adjustment process to obtain an effective topological optimization system for 3D printed components.

Funding

This research was funded the European Union – European Social Fund – PON Research and Innovation 20214- 2020.

References

- [1] W. Colglazier, “Sustainable development agenda: 2030,” *Science (1979)*, vol. 349, no. 6252, pp. 1048–1050, Sep. 2015, doi: 10.1126/science.aad2333.
- [2] Y. Han, Z. Yang, T. Ding, and J. Xiao, “Environmental and Economic Assessment on 3D Printed Buildings with Recycled Concrete,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 278, p. 123884, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123884.
- [3] T. Ding, J. Xiao, S. Zou, and Y. Wang, “Hardened properties of layered 3D printed concrete with recycled sand,” *Cement and Concrete Composites*, vol. 113, p. 103724, 2020, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2020.103724.
- [4] M. P. Tinoco, É. M. de Mendonça, L. I. C. Fernandez, L. R. Caldas, O. A. M. Reales, and R. D. Toledo Filho, “Life cycle assessment (LCA) and environmental sustainability of cementitious materials for 3D concrete printing: A systematic literature review,” *Journal of Building Engineering*, vol. 52, p. 104456, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.JOBE.2022.104456.
- [5] X. Xu, X. Lin, X. Pan, T. Ji, Y. Liang, and H. Zhang, “Influence of silica fume on the setting time and mechanical properties of a new magnesium phosphate cement,” *Construction and Building Materials*, vol. 235, p. 117544, 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117544.
- [6] M. R. Ahmad and B. Chen, “Effect of silica fume and basalt fiber on the mechanical properties and microstructure of magnesium phosphate cement (MPC) mortar,” *Construction and Building Materials*, vol. 190, pp. 466–478, Nov. 2018, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.09.143.
- [7] B. Panda, J. H. Lim, and M. J. Tan, “Mechanical properties and deformation behaviour of early age concrete in the context of digital construction,” *Composites Part B: Engineering*, vol. 165, pp. 563–571, May 2019, doi: 10.1016/J.COMPOSITESB.2019.02.040.
- [8] Z. Liu, M. Li, Y. Weng, T. N. Wong, and M. J. Tan, “Mixture Design Approach to optimize the rheological properties of the material used in 3D cementitious material printing,” *Construction and Building Materials*, vol. 198, pp. 245–255, Feb. 2019, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.11.252.
- [9] Y. Jianming, W. Luming, J. Cheng, and S. Dong, “Effect of fly ash on the corrosion resistance of magnesium potassium phosphate cement paste in sulfate solution,” *Construction and Building Materials*, vol. 237, p. 117639, 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.117639.
- [10] S. Sun, R. Liu, X. Zhao, Y. Zhang, and Y. Yang, “Investigation on the water resistance of the fly-ash modified magnesium phosphate cement,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 587, p. 12007, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/587/1/012007.
- [11] S. Muthukrishnan, H. W. Kua, L. N. Yu, and J. K. H. Chung, “Fresh Properties of Cementitious Materials Containing Rice Husk Ash for Construction 3D Printing,” *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, no. 8, 2020, doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003230.

- [12] H. Liu *et al.*, “Hardened properties of 3D printed concrete with recycled coarse aggregate,” *Cement and Concrete Research*, vol. 159, p. 106868, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.CEMCONRES.2022.106868.
- [13] H. Qian *et al.*, “Optimizing the Application of Recycled Dust Powder in 3d Concrete Printing Materials Through Particle Densely Packing Theory,” *SSRN Electronic Journal*, 2022, doi: 10.2139/ssrn.4079313.
- [14] H. Zhang and J. Xiao, “Plastic shrinkage and cracking of 3D printed mortar with recycled sand,” *Construction and Building Materials*, vol. 302, p. 124405, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2021.124405.
- [15] Y. Han, Z. Yang, T. Ding, and J. Xiao, “Environmental and economic assessment on 3D printed buildings with recycled concrete,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 278, p. 123884, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2020.123884.
- [16] H. Christen, G. van Zijl, and W. de Villiers, “The incorporation of recycled brick aggregate in 3D printed concrete,” *Cleaner Materials*, vol. 4, p. 100090, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.CLEMA.2022.100090.
- [17] G. H. A. Ting, Y. W. D. Tay, and M. J. Tan, “Experimental measurement on the effects of recycled glass cullets as aggregates for construction 3D printing,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 300, p. 126919, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2021.126919.
- [18] A. le Duigou, D. Correa, M. Ueda, R. Matsuzaki, and M. Castro, “A review of 3D and 4D printing of natural fibre biocomposites,” *Materials & Design*, vol. 194, p. 108911, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.MATDES.2020.108911.
- [19] A. Majumder, L. Canale, C. C. Mastino, A. Pacitto, A. Frattolillo, and M. Dell’Isola, “Thermal Characterization of Recycled Materials for Building Insulation,” *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 12, 2021, doi: 10.3390/en14123564.
- [20] C. Jeffrey, “Construction and demolition waste recycling: A literature review,” *Dalhousie University’s Office of Sustainability*, vol. 35, 2011.
- [21] F. de Andrade Salgado and F. de Andrade Silva, “Recycled aggregates from construction and demolition waste towards an application on structural concrete: A review,” *Journal of Building Engineering*, vol. 52, p. 104452, Jul. 2022, doi: 10.1016/J.JOBE.2022.104452.
- [22] N. Roussel, “Rheological requirements for printable concretes,” *Cement and Concrete Research*, vol. 112, pp. 76–85, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.CEMCONRES.2018.04.005.
- [23] V. Sangiorgio, F. Parisi, F. Fieni, and N. Parisi, “The New Boundaries of 3D-Printed Clay Bricks Design: Printability of Complex Internal Geometries,” *Sustainability*, vol. 14, p. 598, 2022, doi: 10.3390/su14020598.
- [24] J. J. del Coz Díaz, P. J. García Nieto, A. M. Rodríguez, A. L. Martínez-Luengas, and C. B. Biempica, “Non-linear thermal analysis of light concrete hollow brick walls by the finite element method and experimental validation,” *Applied Thermal Engineering*, vol. 26, no. 8–9, pp. 777–786, Jun. 2006, doi: 10.1016/J.APPLTHERMALENG.2005.10.012.
- [25] S. Volpe, V. Sangiorgio, A. Petrella, A. Coppola, M. Notarnicola, and F. Fiorito, “Building Envelope Prefabricated with 3D Printing Technology,” *Sustainability*, vol. 13, no. 16, 2021, doi: 10.3390/su13168923.
- [26] S. Volpe, V. Sangiorgio, and F. Fiorito, “Design of an efficient 3D printed envelope supported by parametric modelling.”

- [27] S. Volpe, A. Petrella, V. Sangiorgio, M. Notarnicola, and F. Fiorito, “Preparation and characterization of novel environmentally sustainable mortars based on magnesium potassium phosphate cement for additive manufacturing,” *AIMS Materials Science*, vol. 8, no. 4, pp. 640–658, 2021, doi: 10.3934/mat.2021039.
- [28] S. K. Adhikary, D. K. Ashish, and Ž. Rudžionis, “Expanded glass as light-weight aggregate in concrete – A review,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 313, p. 127848, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2021.127848.
- [29] N. F. Medina, D. F. Medina, F. Hernández-Olivares, and M. A. Navacerrada, “Mechanical and thermal properties of concrete incorporating rubber and fibres from tyre recycling,” *Construction and Building Materials*, vol. 144, pp. 563–573, Jul. 2017, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2017.03.196.
- [30] B. Adhikari, D. De, and S. Maiti, “Reclamation and recycling of waste rubber,” *Progress in Polymer Science*, vol. 25, no. 7, pp. 909–948, Sep. 2000, doi: 10.1016/S0079-6700(00)00020-4.
- [31] S. E. Gustafsson, “Transient plane source techniques for thermal conductivity and thermal diffusivity measurements of solid materials,” *Review of Scientific Instruments*, vol. 62, no. 3, pp. 797–804, Mar. 1991, doi: 10.1063/1.1142087.
- [32] A. H. Goode, M. E. Tyrrell, and I. L. Feld, *Glass wool from waste glass*, vol. 7708. US Department of Interior, Bureau of Mines, 1972.
- [33] D. Streimikiene, V. Skulskis, T. Balezentis, and G. P. Agnusdei, “Uncertain multi-criteria sustainability assessment of green building insulation materials,” *Energy and Buildings*, vol. 219, p. 110021, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2020.110021.
- [34] P. Ricciardi, E. Belloni, and F. Cotana, “Innovative panels with recycled materials: Thermal and acoustic performance and Life Cycle Assessment,” *Applied Energy*, vol. 134, pp. 150–162, Dec. 2014, doi: 10.1016/J.APENERGY.2014.07.112.
- [35] Ministero dello Sviluppo Economico: Roma, *Decreto Ministeriale 26 Giugno 2015. Applicazione Delle Metodologie di Calcolo Delle Prestazioni Energetiche e Definizione Delle Prescrizioni e dei Requisiti Minimi Degli Edifici*. Italy, 2015.
- [36] J. de S. Freitas, J. Cronemberger, R. M. Soares, and C. N. D. Amorim, “Modeling and assessing BIPV envelopes using parametric Rhinoceros plugins Grasshopper and Ladybug,” *Renewable Energy*, vol. 160, pp. 1468–1479, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.renene.2020.05.137.

Fragility and recovery of colonial architecture: toward a sustainable approach in Morocco

Santi Giovanni - Department of Energy, Systems, Territory, and Constructions Engineering.
University of Pisa, Pisa, Italy, e-mail: giovanni.santi@unipi.it

Abida Majda - Ecole Nationale d'Architecture de Marrakech, Marrakech, Morocco,
e-mail: abida@enamarrakech.ac.ma

Abstract: The built colonial heritage in North African countries is still underrated. Nonetheless, Morocco-the subject of the current research has recently initiated inventories to classify buildings from that period, with the aim of preventing their demolition. The paper focuses on some specialised building types (industrial buildings, commercial, etc.) that are briefly mentioned in these technical inventories, as opposed to other types (residential, administrative, school buildings, etc.). The research is deepened by studying the now-abandoned covered market in the city of Casablanca, by observing the evolution of its original state alongside with its surrounding environment leading to the current state of the market today. The study adopts different methods from the graphic-semantic analysis, thanks to archival research and site surveys, a type-technological framing, and a parametric reconstruction using H.B.I.M. Recovery design reflections showing how many parameters are required for a hypothetical redevelopment, from respecting the original history of the building to meeting changing human needs.

Keywords: Architecture Reconversion, Sustainable reconversion, Moroccan colonial heritage, Casablanca modern architecture.

1. Introduction

Numerous postcolonial countries that were under foreign domination and gained independence between the end of World War II and the early 1960s and 1970s, represented a field of architectural experimentation for new forms of habitat in the aim of reconnecting with local identities and traditions of life. Therefore, the post-independence scenario takes place with opportunities of redemption and liberation for the former colonies. Within this framework, colonial architecture, a built heritage left in colonised territories, becomes vulnerable and fragile since it is an icon of a specific historical period to be overcome. (Fig 1). In the case of Morocco, many colonial buildings are demolished due to lack of protection. As they raise the question whether they deserve to be preserved as part of the national building heritage because they represent the image of foreign power (Fig 2). For instance, the majority of the razed buildings are industrial or commercial architecture. These categories are easily abandoned due to the rapid development of the city requiring new activities with updated building models as a representation of the country's progress far from that period of weakness.

The paper illustrates part of the research work, started in 2019, at the National School of Architecture in Marrakech, and still ongoing [1].



Figure 1. S.I.M, an abandoned industrial enterprise in Roches Noires, Casablanca, Morocco



Figure 2. Demolition of a building in *Gueliz*, the centre of *Marrakech*, Morocco.

Various studies have shown that these architectures, in other geographical settings, for example in Europe, have long been protected as evidence of values beyond architecture [2,3]. Workspaces, and even industrial archaeology, show important examples of buildings with bold constructive and technological solutions. Within this framework, places of commerce, and specifically the market building, in its various forms and declinations, have always played a central role in the layout of cities. As a result, such building artefacts, structured on particularly significant typological systems, appear with different declinations in the various Western and Eastern contexts, nevertheless showing permanent characters in different settlement and architectural typologies. Beginning in the 1920s, the research in the field of thin reinforced concrete shells led pioneering French and German engineers to experiment with the shape resistance of various geometries, including surfaces of revolution, such as domes, translation, such as cylindrical vaults, and ridged, such as the hyperbolic paraboloid [4]. Shells are skin structures by virtue of their geometry and shell action is essentially more towards transmitting the load by direct stresses with relatively small bending stresses. Concrete Shells are concrete structures, characterised by a very thin cross-section and the absence of pillars on the inside or buttresses on the outside. This type of construction, which is also referred to as a thin concrete shell structure, is used because it can take shapes with different sections and cover large spans with a modest amount of material.

Concrete Shells first appeared on the architectural - engineering scene in the 20th century, used for the construction of various buildings such as warehouses, industrial buildings, and as in the case study in Casablanca analysed covered markets. The curves used for the design of concrete shells are comparable to arches, they have a resistance by shape and, for this reason, no further reinforcements and supports are needed, and plan freedom becomes a fundamental element of the design (Fig. 3-4).



Figure 3. Marché de Royan-France



Figure 4. Chapel Lomas-de-Cuernavaca

The *Naples fish market (1929-1935)*, designed by *Luigi Cosenza (1905-1984)*, is organised around a large trading hall covered by a round vault built on iron reticulated arches and surrounded by the premises of the individual agents, each with their own sales organisation. The high vertical heads and wide longitudinal slits are made of glass-cement by Saint Gobain, one of the first examples in southern Italy. At the lower level, cells and warehouses define the various spaces serving the marketing of the product. The public entrance is from the large staircase to the north, and the driveways with ramps from the opposite front and the western end (Fig. 6). There are many similarities between this building model and the market in Casablanca. Another similar market to the case study and also called its “*Halle soeur*” was found with the market in the city of Reims, designed by *Émile Maigrot* and *Eugène Freyssinet* in 1922. They proposed covering the space with a very thin reinforced concrete “shell”, just 7 cm thick, and a large vault with a parabolic section. At both ends of the vault, two large windows let natural light into the interior, which is complemented by bringing in light from the sides and the top (Fig. 7).

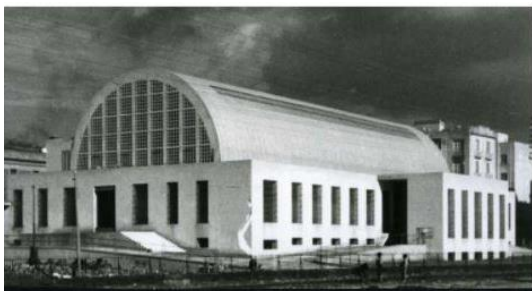


Figure 6. The fish market of Naples -Italy



Figure 7. Halle de Reims-France

Casablanca is one of the witnesses of modernity and architectural innovative technologies «*The first thin reinforced concrete vaults were built in Casablanca for example, by the Perret brothers in 1917. In addition, the buildings benefit from a level of comfort, at the time still rare in Europe: bathroom, WC, storage room, junk, elevators, underground parking. Finally, the Casablanca urban plan and regulations have served as a model for the development of many European cities for fifty years*» [5].

Casablanca today is the first centre of industrial production nationally, its history with industrial activities goes way back to the elaboration of *Prost's* plans in the 20th century by giving birth to many industrial districts in the town, for example *Ain Sebaa*, *Roches Noires*, etc. [6-8]. This last one is situated in the east of the city and used to host an important number of enterprises, industrial buildings [8-9] and most importantly our case study: *the wholesale Market of Crio*. The initiation of launching a 3d map of the city of Casablanca, and the efforts made by the *Urbain Agency of Casablanca* to highlight the city's architecture in its maps (Fig. 8), encouraged us to start the 3d model construction of modern buildings giving the possibility to explore *Modern Heritage* in its original state alongside with its state today on

a virtual Map. It is a way of sensibilization about our colonial Patrimoine and how it could be preserved with the right methods and tools such as recovery guidelines that result from studying the concerned buildings.



Figure 8. The indication of the patrimonial value of buildings in the map of Casablanca by the Urban Agency

2. Materials and methods

The research relies on direct knowledge methods both traditional (on-site surveys) and innovative (photoscan and application of HBIM) due to the fragmentation of the available information, and very often the lack of documentation. This has allowed us to reconstruct the modern heritage thanks to the information collected, with hypothesis, on the original state, supported also by the study of similar cases. For the initial phase of knowledge of such an articulated building heritage, it has been necessary to draw up special evaluation sheets of the elements: Territorial (urban location), Formal (planimetric/volumetric aspects), Distributive (typological aspects), Constructive (constructive aspects), Technological (main technology nodes).

2.1 The analysis's fundamental points

Subsequently, it was possible to have a cognitive framework based on the fundamental points mentioned in the following parts:

1. Understanding the building (documentation). Collection of all types of documents to contextualise the building (location, function, designer, architectural movement, interview to the people (testimonies about the history of the building) to drawing a historical timeline.
2. Understanding the building and its urban situation (macroscale). Urban analysis of the situation of the market (then and now, which changes). Interrogating people (evolution of the building and survey). Testimonies from people of the neighbourhood, their attitudes towards the case study.
3. Reconstructing the building +Analysing the building (microscale). The use of all the parameters from the two points above. Analysing the state of the building. The use of technologies such as (HBIM/Photoscan) for a more accurate diagnostic of the case study.

3. The case study

Developing the cognitive method specifically for this type of building was possible to proceed with by a reconstruction of the 3d model of the building, elaborated by elements,

coinciding with the original real one (Fig. 10-11). In the following part, we demonstrate how to proceed with the fundamental points for the project.

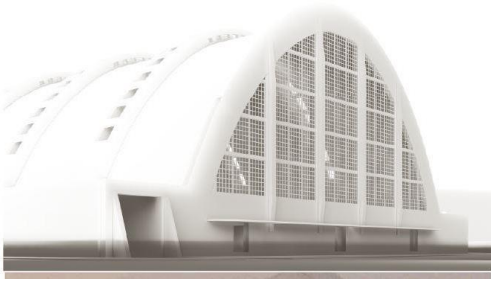


Figure 9. Virtual recreation of the original state of the market



Figure 10. Ancient photograph showing the original market

3.1 Understanding the building (documentation)

The documentation part was possible -luckily- for our building which we found registered in the *patrimonial information notice* by the *urban agency of Casablanca* (Fig. 11) which contains datas about the location, identification of the function of the building, historical information, state of conservation to the critics of evaluation allowing us to obtain more information such as (Tab 1). From other sources such as some books mentioning the market accessible thanks to the *Casamémoire association* help during a talk session with them, it became clear that the *Crio Wholesale Market* was constructed between 1936 and 1939, following an architectural competition won by the french architect *Paul Perrotte* and *Balois*. [10,11,15]. The name of the market «Crio» comes from the market “at the auction”, the concept of *dlala* [15]; it became the biggest market in Casablanca, with an area of 5000m², allowing a 120 m long circuit without any holding columns thanks to its catenary shape [10,11,12]. Thanks to many articles found online and people’s testimonies, we managed to draw a timeline tracing some of the most important events marking the building’s history (Fig. 12).

3.2 Understanding the building and its urban situation (macroscale)

The first step of this phase consists on locating the building in its urban environment and the major equipments characterising the area, then retracing the ancient plan on the present one as a way of understanding the transitions and transformations that happened during that period, and in which way these changes have affected the market and vice versa (Fig. 13-14).

The analysis of the relation between building and context revealed the following invariants necessary for the fse of the metaproject: Connecting the zone with many parts of the city by tramway line (the site is more accessible than before); The area slowly changed function to become more of a service, administrative and residential one (the studied area has become more open to people); The trucks parking near the market proposing shifting services “moqef” creating (informal economic activity); Demolition of many colonial buildings to be replaced by R+5 ones (changement of the volumetry of the site, in the early years of the market, its volume was dominant in the area, unlike today).

Table 1. The data gathered about Crio the Market from the patrimonial information notice

information presented in the patrimonial information notice

The exact location of the building is in Quartier Gare-Nord/Casablanca-Morocco.

Land title (to facilitate the access to the cadastral plan of the building)

The function of the building being a wholesale market.

The context (National architectural competition).

The Architect who built it, Paul Perrotte with Balois.

The Datation and chronological apparition of the market.

The description of the typology of the building and its architectural movement (lyric modern).

| LOCALISATION | |
|------------------|--|
| Quartier | Gare Nord |
| Adresse actuelle | Abdellah ben Yassine, boulevard - Mahroud Mohamed, rue - Mohamed |
| Titre foncier | T12629/C |

| IDENTIFICATION | |
|-----------------------|----------------|
| Dénominations | |
| Appellation d'origine | Marché de gros |
| Appellations | |
| Type | Equipement |

| DESCRIPTION | |
|------------------------------|-----------------|
| Nombre de niveaux | RDC |
| Implantation sur la parcelle | Bâtiment îlot |
| Usages actuels | Aucune |
| Usages actuels du RDC | Aucune |
| Écritures architecturales | Moderne lyrique |

| HISTORIQUE | |
|----------------------------------|---------------|
| Datation | 1939 |
| Période d'apparition chronologie | 1935 à 1942 |
| Maîtrise d'ouvrage | |
| Maîtrise d'œuvre | Perrotte Paul |
| Entrepreneurs | |

| ETAT DE CONSERVATION | |
|-------------------------|----------------------------------|
| Etat du bâti | B- Moyen |
| Intégrité de l'œuvre | Extension perturbant l'intégrité |
| Authenticité de l'œuvre | |

| CRITERE D'EVALUATION | |
|-----------------------|--|
| Valeurs patrimoniales | Constituant urbain, unique architectonique |
| Valeur du bien | A- Elevée |

Figure 11. Sheet of information about the market CRIO from the patrimonial information notice.

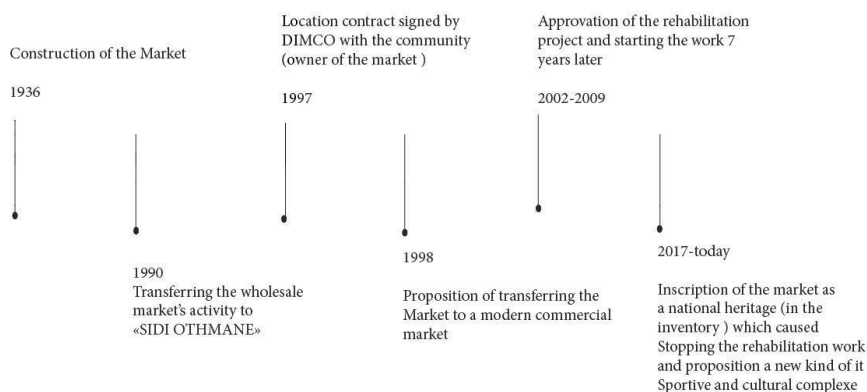


Figure 12. Historical timeline reconstruction



Buildings existing in 1950 plan in red.
Crio, the market.
Used to be a public garden
Train station Casa Voyageurs

Figure 13. Urban evolution of the zone of the market on an aerial photograph.



Figure 14. The red mark indicates the market in Prost's plan-Roche Noires, 1950

3.3 Reconstructing the building +analysing the building (microscale)

The on-site survey helped us spot the evolution of the building by comparing photographs taken in different years (Fig.15). To make possible the translation of the information from the in-site survey on a 3d model of the building concerned (Fig. 16) it had to pass by an appropriate intervention strategy. In our case, the exploration of the building to take measures wasn't possible due to the decision made by authorities to close the building until further notice.



Figure 15. Pictures of the same point of view of the market taken in different years

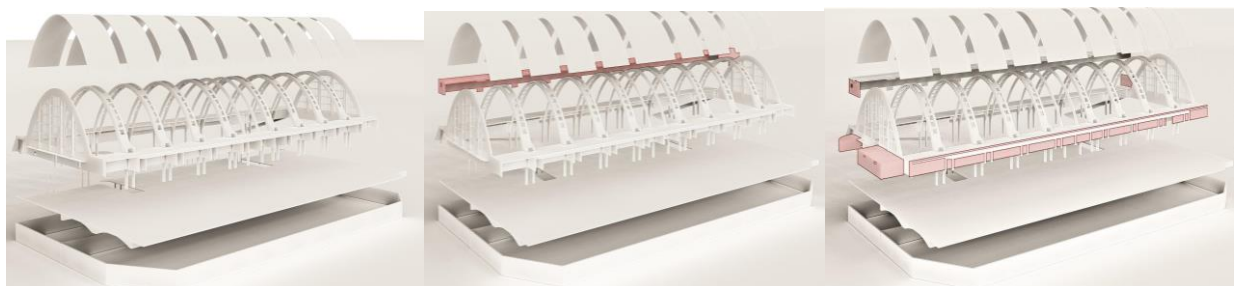


Figure 16. Representation of the architectural changes during time on the 3d model

The possibility left was to be based on documents of different intervention propositions obtained from the ex-community of Roches Noires since we couldn't find the original plans and documents of the market. The difference in the architectural representations market (Fig.17-18) lead to a hypothetical proposition of the original state of the market consolidated by the memories of some of the people interviewed.

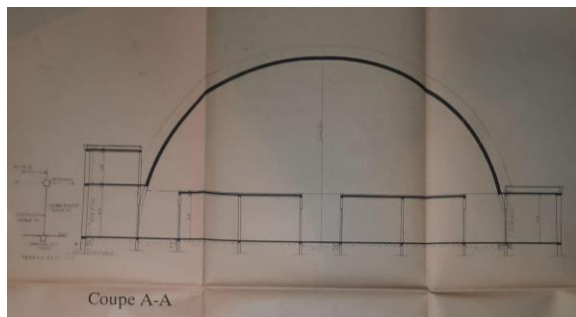


Figure 17. A reconversion proposition of turning the market into a commercial center 1998. Source: Archives of the ex-community of «Roches Noires» 10/05/2021.

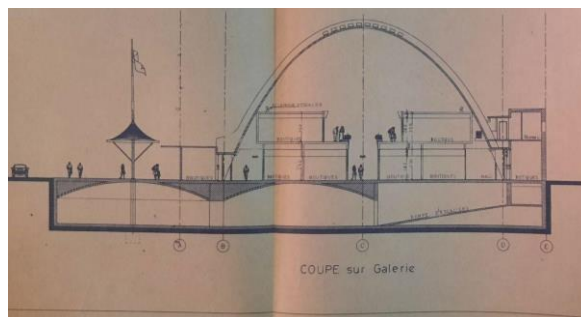


Figure 18. A reconversion proposition of turning the market into a commercial modern market. 2002. Source: Archives of the ex-community of «Roches Noires» 10/05/2021.

With the use of the H.B.I.M., the realised axonometric views show in red the load bearing elements and in blue all the elements that are non load bearing (Fig. 19). Surveys have shown that the most common degradation phenomena for reinforced concrete structures are widely analysed and treated [16], it deteriorated due to time, severe exposure, the climate and many other factors (Fig 20-21) (Tab 2). The photscan method allows more accuracy in the terms of the model recreation by taking on site pictures and then importing them on the metashape software to build a 3d model, which then will be imported on the rhinoceros software, in which we add the decays (Fig. 22) that are imported from another software (sketchup) to then add properties of each one in the archicad software.

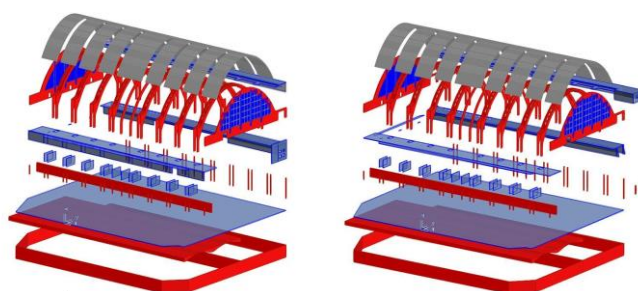


Figure 19. Exploded axonometric views showing the load bearing elements during two historical phases of the building



Figure 20. Decays on North Facade



Figure 21. Decays on South Facade

Table 2. Decays classification and types of interventions observed

| Facades decays | Interventions decays | Treated decays |
|---|-----------------------------------|--|
| Crackings in some parts of the principal facades. | Cutting elements from the facade. | Reconstructing the broken elements of the facade's claustra. |
| Exfoliation and efflorescence. | Exposing part of the basement | Removing the Patina on the roofs. |
| Presence of Graffiti on the walls of facades. | | Adding roofing elements to some roof parts to improve the state of the waterproof situation. |



Figure 22. Process of Photoscan to HBIM.

4. Results and discussion

The building presents a flexible potential for adaptive reuse which will have to take into account the results of the cognitive phase (Tab. 3).

Table 3. Results of analysis


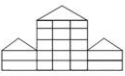
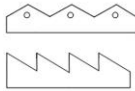



| The historical study: | The urban study | The structural study | The decay analysis |
|---|---|--|--|
| Allowed the identifying of some important architectural elements that characterise the building. From preserving the concrete claustras on the facades to putting in value modifications made such as the story added in the northern façade. | Made possible knowing the direction that the new project needs to take. A space for the public use. | Showed the possibility of hosting many different functions thanks to the free space it allows. | Helped determine the degree of damage the building knows and especially the parts needing consolidation for a much smoother recovery procedure . |

The conversion of industrial buildings requires compliance with current construction standards, safety, fire, hygiene, sound and thermal insulation rules, as well as accessibility [14]. Considering these elements and more, our design guideline presents the sustainable modifications that seemed necessary for the building from improving to removing : an adaptive and reversible reuse. The proposed changes are reliable to the future project to be held, that is why we tried to only mention the general ones and not a detailed guideline for a specific project (Tab. 4). The building must be able to accept the transformation in terms of cultural, typological, structural economic and social sustainability. In this framework, it emerges how different building types, depending on their characteristics, are more or less capable of having new functions (Tab. 5).

Table 4. Design Guidelines overview

| Parts to improve | Parts to add | Parts to remove |
|------------------------|--------------------|--|
| Accessibility | Insulation | new architectural volumes in front of the facade |
| Fire escape plan | Ventilation system | electrical cables |
| Openings Protection | Heating system | exposed plumbing |
| Stability of structure | Thermal insulation | |
| Lightening system | Sound insulation | |
| Thermal insulation | Energy efficiency | |

Table 5. Design Guidelines overview

| Typologies | | Potential new uses |
|---|---------------------------------|--|
|  | high and simple buildings | residential, offices, trade, hotels, manufacturing activities with limitations, public services with limitations |
|  | high and complex buildings | residential, offices, trade, hotels, manufacturing activities with limitations, public services |
|  | low and complex buildings | manufacturing activities, trade, offices, residential with limitations, public services |
|  | low and simple buildings | manufacturing activities, trade, offices with limitations, public services with limitations |
|  | courtyard buildings | public services, trade, offices, manufacturing activities with limitations, residential with limitations |
|  | buildings with special features | public services, restaurants, trade, offices, manufacturing activities with limitations, |

The human needs of today differ from these of yesterday, If 50 years ago the area used to represent an industrial zone + cité industrielle, today, it has become a service, administrative and a residential area, and from the “rapports justificatif assokhour assawda”[8] that gives a full diagnostic of the area, we have clearly understood that the zone needs more public spaces that serve the human being and its well being such as social, cultural public /relaxation spaces (and more needs of this kind today due to the covid situation). For so, only theoretical studies aren't sufficient without the practical ones such as including the people and their participation in such decisions, because in the end, the space is conceived and occupied by the human being. In the end of the day, the previous intervention propositions didn't see the light because, other than reconverting the building as a whole next to its urban situation for 'an adaptive reuse, it was treated as a unique element of the process without considerations of its environnement. In the future, research will focus on verifying the will of the citizens through a participatory process and assessing aspects of economic sustainability.

5. Conclusion

The first results of the research show the importance of the cognitive phase especially with the use of new tools like HBIM. Very often the lack of archival sources means that direct cognitive and bibliographic investigations have to be carried out. An informed and informative model of a building facilitates the design process and above all the possible future maintenance phases for an optimised management. The choice of new use for buildings similar to the case study is influenced by many factors from architectural and constructional to short and long term economic sustainability of the project, so it is important to examine the financial opportunities of public-private partnerships (the latter aspect will be central to further research). Furthermore, new uses should be linked to the needs of the territorial and local context, involving all stakeholders from the planning stage. Finally, the best re-use strategy cannot be defined without considering the needs of conservation and preservation of the architectural identity of the building. The question to be confronted in future developments of the work is, above all, whether the conversion operation is always synonymous with sustainability. The past proposed intervention to convert the market back to a "Modern Commercial Market" was not successful for the following reasons: The human factor was neglected, not including people's welfare in the conversion process; The architectural and historical aspects of the building in question were not taken into serious consideration; The economic and urban development of the area where the building is located, because we believe that the regeneration of one building can lead to the regeneration of the entire area and vice versa. Large containers, such as the case study, can be thought of as large covered areas capable of containing flexible and reversible structures, and thus the concept of Design for Disassembly (DfD for short) allows for easy reuse or recycling, and thus to be able to respond to rapidly changing contemporary needs. The Crio Market is a living argument of the subject of our research.

References

[1] In 2018, the scientific collaboration between ENAM (Ecole Nationale d'Architecture de Marrakech) and the Department of Energy Engineering of Territorial Systems and Construction of the University of Pisa began with the signing of a first international scientific cooperation agreement, in which the present research fits.

- [2] Cossons, N. Why preserve the industrial heritage? In Douet, J. (Ed.), *Industrial Heritage Retooled. The TICCIH guide to Industrial Heritage Conservation*. London: Routledge; 2015, pp. 6-16
- [3] Poretti, S., Casciato M., Mornati, S. (Eds). *Architettura Moderna in Italia. Documentazione e conservazione. Atti del Primo Convegno Nazionale Docomomo Italia*; Roma: Edilstampa, 1999
- [4] Joedicke, J. *Shell Architecture*. New York: Reinhold publishing corporation, 1963
- [5] Casablanca, Ville du XXème siècle, carrefour d'influences <https://whc.unesco.org/fr/listesindicatives/5848/> (access on 12/08/2022)
- [6] Revue de web : Patrimoine industriel de Casablanca. <https://www.cilac.com/1424-revue-de-web-patrimoine-industriel-de-casablanca> (access on 12/08/2022)
- [7] Royer, J. *L'urbanisme aux colonies et dans les pays tropicaux. Premier tome*. Delayance Editeur, 1932. <http://colonialarchitecture.eu/islandora/object/uuid%3A5f5e3ed2-e820-417c-8145-fe71fb74d89c/datastream/PDF/view> (access on 03/07/2022)
- [8] Agence urbaine de Casablanca. *Plan d'Aménagement du secteur Assoukhour-Assawda (2020)* <https://auc.ma/wp-content/uploads/2020/05/RAPPORTS-JUSTIFICATIF-ESSOUK HOUR-ASSAWD A.pdf> (access on 03/07/2022)
- [9] Serge Vassal, *Les industries de Casablanca*. https://www.persee.fr/doc/caoum_0373-5834_1951_num_4_13_1718#caoum_0373-5834_1951_num_4_13_T1_0069_0000 (access on 12/08/2022)
- [10] Cohen J. L., Eleb M. *Mythes et figures d'une aventure urbaine*. Vanves: Hazan; 2019
- [11] Neiger E., Alexandre N. *Lire Casablanca - Une Grammaire D'urbanisme Et D'architecture*. Mohammedia: Edition Senso Unico, 2018, p. 203
- [12] Jalil Laaboudi. *L'ancien marché de gros de Casablanca devient un centre commercial*. <https://www.bladi.net/marche-gros-casablanca.html> (access on 03/07/2022)
- [13] «Quelques problématiques de la reconversion des bâtiments industriels» Captation de la conférence prononcée le 13 février 2012. <https://www.citedelarchitecture.fr/fr/video/quelques-problematiques-de-la-reconversion-des-batiments-industriels>. (access on 18/07/2021)
- [14] «Reconversions. L'architecture industrielle réinventée» <https://journals.openedition.org/insitu/11745> (access on 29/06/2021)
- [15] As explained by Khadija Rabeh, architecte and member of Casamémoire: Association de sauvegarde du patrimoine architectural du XXe siècle au Maroc. during the documentation phase in April 2021.
- [16] Castelluccio R., Infante M., Vitiello V. *The technology of reinforced concrete elements. Determination of Project parameter: concrete cover*, XVI Forum internazionale "Le Vie dei Mercanti", Napoli-Capri, Gangemi editore spa, 2018, pp. 747- 756

Recupero del campanile a vela della Chiesa di San Domenico a Bari

de Marco Marina, Serra Alessandro, de Marco Studio Tecnico Associato, Bari, Italia,
studiodemarcoassociati@gmail.com

Abstract: The structural rehabilitation of the bell tower of the church of San Domenico in Bari was necessary due to some lesions that occurred on the wall facing for the stability of the structure. After the first phase of investigations and assessment of the extent of the damage suffered by the masonry, we moved on to the determination of the interventions necessary for safety first and then to restore the integrity of the masonry. After shoring up the entire part of the masonry and the bells, we intervened with punctual “scuci-cuci” operations to restore the curtain wall in the parts where the ashlar were fractured and to eliminate the concrete inserts that emerged after the plastering partial. For the remaining plastered surface of the facing, only recoiling, deep grooving of the joints and cracks were carried out with a mortar similar in granulometry and chemical components to the existing one, after scarifying and cleaning the cracks. The intervention ended with the restoration of the missing plaster parts and the painting of the surfaces with a lime-based paint finish cycle, whose colors and shades were agreed in compliance with the original colors of the facade and all the decorative elements that compose it.

Keywords: structural rehabilitation, lesion, scuci-cuci, concrete masonry.

1. Introduzione

L'intervento di risanamento strutturale del campanile a vela della chiesa di San Domenico si è reso necessario a causa di alcune lesioni che si erano manifestate sul paramento murario e facevano temere la stabilità della sottile struttura muraria.

Pertanto è stato redatto un progetto di recupero strutturale, realizzato con tecniche tradizionali, del manufatto architettonico.

2. Capitolo La storia della Chiesa

Nel cuore della città vecchia, lungo il perimetro tracciato dalle mura cinquecentesche di Bari, sorge la settecentesca Chiesa di San Domenico, edificata dai padri domenicani, giunti a Bari tra il XII e il XIII secolo, su una preesistente di epoca medioevale dedicata ai Santi Simone e Giuda.

Situata all'estremo angolo Nord del retro del palazzo della Prefettura ha subito nel tempo varie ristrutturazioni, fino alla completa demolizione e riedificazione avvenuta nel 1794.

Sita ai margini del quartiere Murattiano, nella città vecchia, ha il suo ingresso su strada Palazzo dell'Intendenza, a Sud-Ovest su vico San Domenico e, sugli altri due lati confina con il Palazzo della Prefettura ex convento dei Domenicani che il 07 novembre del 1808, a seguito di un decreto di Gioacchino Murat, divenne Palazzo dell'Intendenza e, dopo l'Unità d'Italia, sede della Prefettura.



L'edificio, all'apparenza anonimo esternamente, ha una pianta a croce greca con navate coperte da volte a botte al cui incrocio è impostata una cupola sferica su pennacchi sferici priva di tamburo, tutto interamente decorato con fregi barocchi, tele quattrocentesche di pregio, oltre un crocifisso settecentesco di scuola veneziana.

La facciata settecentesca presenta un cornicione mistilineo che la divide due ordini orizzontali sovrapposti. Il primo ordine, è caratterizzato da un motivo di lesene binate, che



partono da un alto zoccolo che caratterizza tutta la facciata e si concludono con capitelli a cornici inflesse, che lo tripartiscono verticalmente, mentre l'altro è contraddistinto da un cornicione che si incurva al centro sino a lambire un fastigio barocco posto sulla sommità.

Il frontone curvilineo del portale di ingresso della chiesa è interrotto dallo stemma della Confraternita di San Domenico mentre, sull'architrave sottostante,

è presente la scritta "Arciconfraternita del SS.mo Rosario", Ente ecclesiastico che dal 1900 provvede al mantenimento dell'immobile. In alto sul lato destro della facciata è posizionato il campanile ad altana, aperto sui lati da monofore e sormontato da una copertura dalle forme sinuose alla cui sommità è posta una croce in ferro. [1]

Numerosi risultano, durante il '900, gli interventi di manutenzione condotti sulla chiesa partendo dal 1929 con una pulizia della facciata e l'apposizione dei lampioni tutt'ora esistenti per concludersi con quello, della fine del 2009, di rifacimento dell'impermeabilizzazione della copertura.

3. Capitolo - Lo stato dell'immobile prima dell'intervento di restauro

L'edificio si presentava, nel complesso, in un buono stato di conservazione pur riscontrando, soprattutto all'interno delle navate, alcune macchie di umidità legate a vecchie infiltrazioni di acqua dalle coperture, tecnicamente già risolte con l'intervento del 2009, ma ancora presenti sugli affreschi della cupola ellittica, e altre, più recenti, legate a piccole infiltrazioni di diversa natura.

Dal punto di vista statico, sulle murature portanti della chiesa, non erano presenti quadri fessurativi rilevanti e/o preoccupanti mentre, in diverse zone della struttura muraria del campanile, erano evidenti parecchie lesioni soprattutto in prossimità dell'innesto dei supporti metallici delle campane.

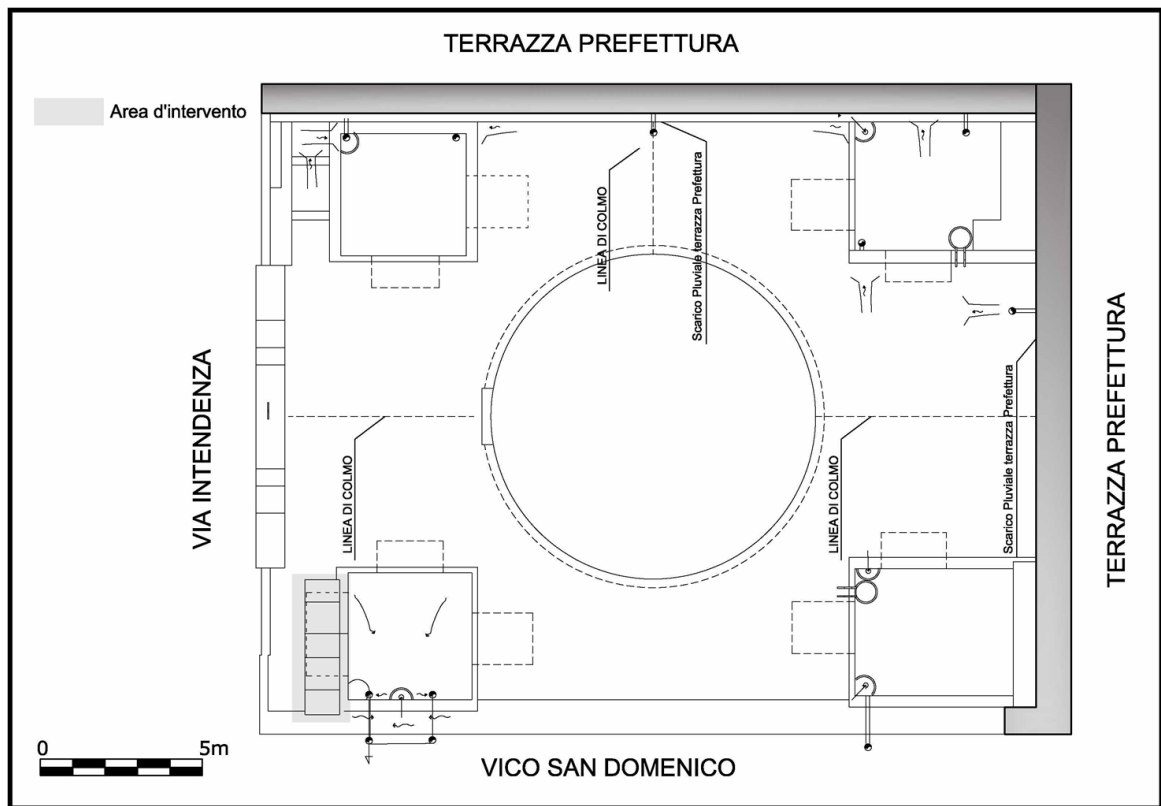


Figura 1. Pianta della copertura con identificazione dell'area di intervento

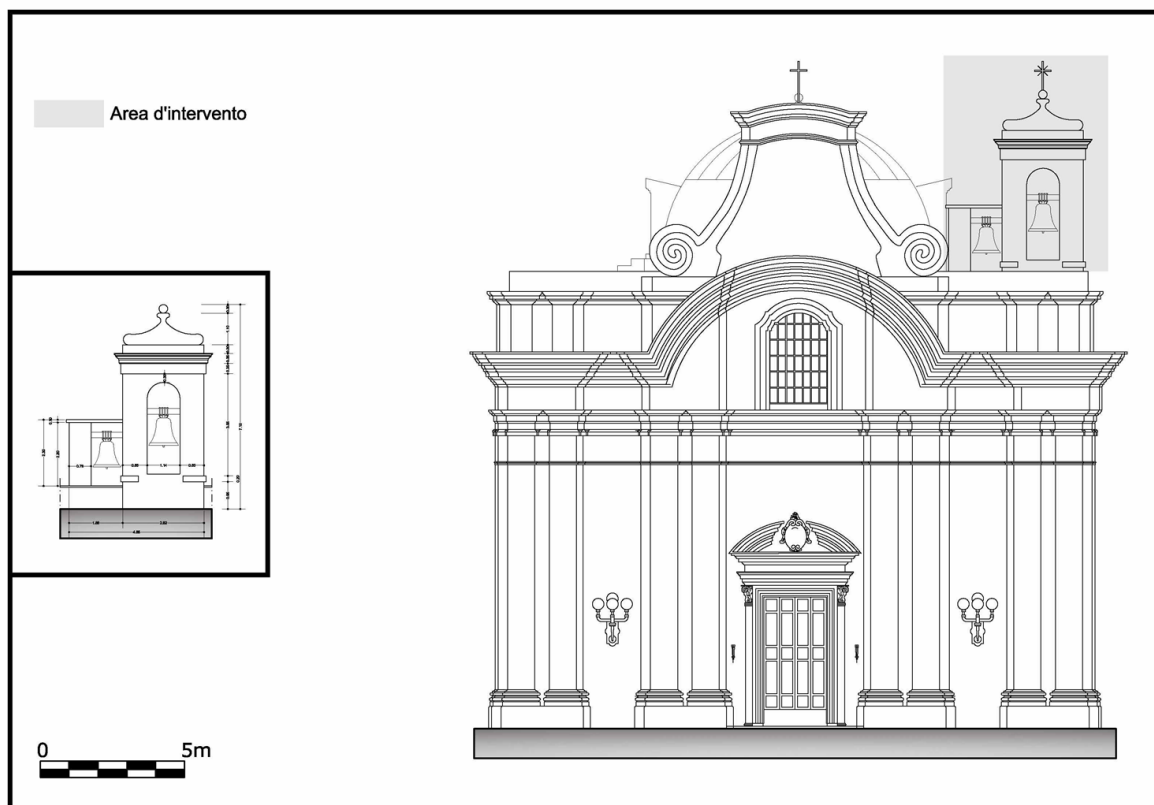


Figura 2. Prospetto vico S. Domenico con identificazione dell'area di intervento



Figura 3. Campanile a vela ante dell'intervento

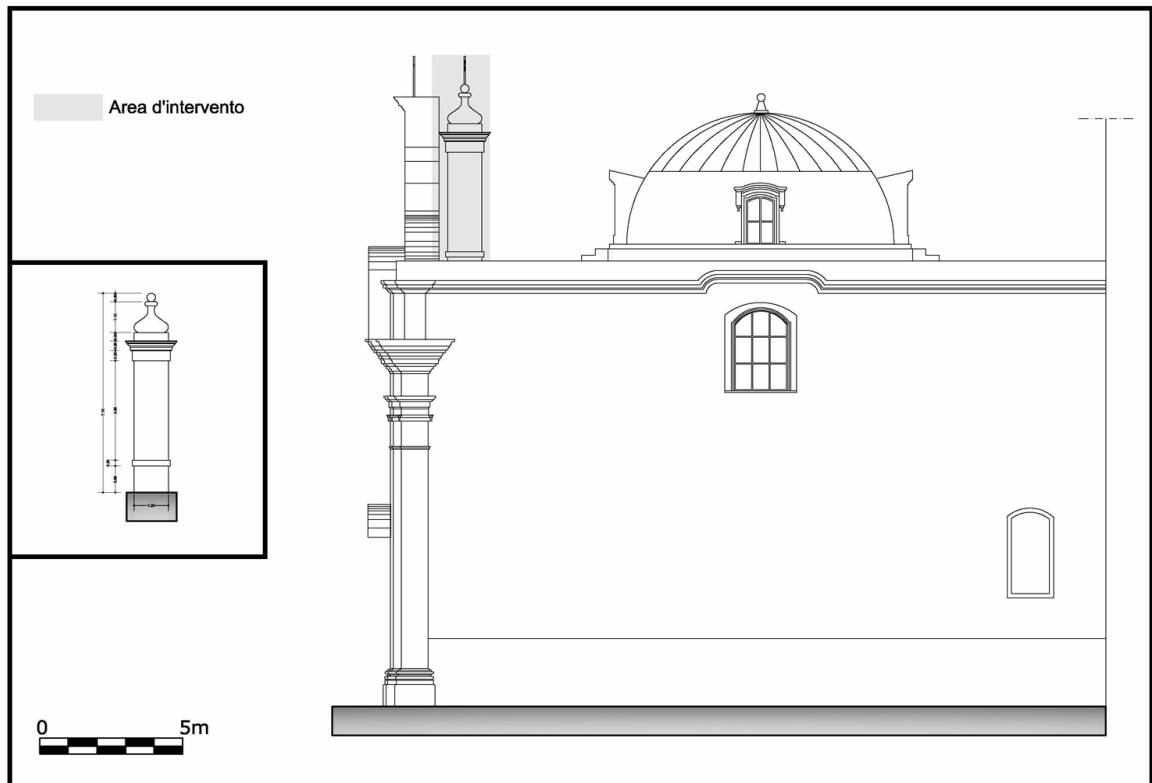


Figura 4. Prospetto via Intendenza con identificazione dell'area di intervento



Figura 5. Lesioni del campanile a vela



Figura 6. Stato della muratura ante intervento



Figura 7. Dettaglio della muratura del campanile a vela ante intervento

4. Capitolo Gli interventi

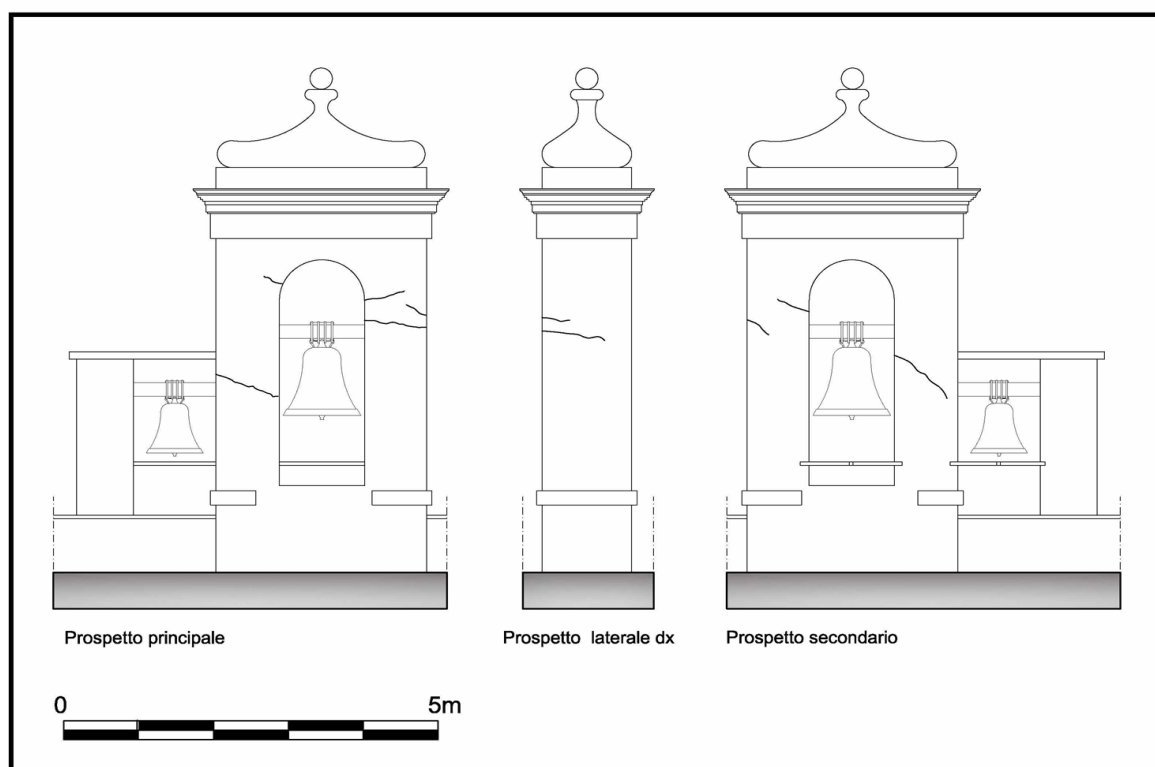


Figura 8. Prospetto via Intendenza con identificazione dell'area di intervento

Ogni intervento di recupero e conservazione di un edificio storico necessita del supporto di una filosofia di approccio e di conoscenza della storia dell'edificio per comprendere quali sono state le diverse fasi costruttive nel tempo che hanno portato allo stato finale e che possono aver modificato e snaturato il modello originale. [2] A seguito del sopralluogo effettuato sulle coperture della chiesa e dall'analisi dello stato fessurativo presente sulla struttura muraria del campanile, è risultato evidente che il motivo delle lesioni era dovuto alle vibrazioni causate dalle campane che, con il loro movimento, sollecitavano la muratura che tendeva a fessurarsi soprattutto nei punti di inserimento di alcune barre metalliche utilizzate per collegare le vecchie campane al nuovo sistema meccanico installato per farle suonare automaticamente.

Pertanto, esaminata la situazione del campanile, si è ritenuto opportuno effettuare dei saggi, eliminando l'intonaco nelle zone interessate dalle lesioni, per valutare meglio l'entità dei danni provocati alla muratura e verificare quante riguardassero la struttura muraria in tutto o in parte del suo spessore e quante risultassero di tipo superficiale.

Dall'esito dei saggi è parso evidente che soltanto alcuni conci erano fortemente danneggiati pertanto si è proceduto, previo puntellamento di tutta la parte di muratura e delle campane, con delle operazioni di scuci – cucì puntuali per ripristinare l'integrità della muratura nelle parti dove i conci murari risultavano fratturati e per eliminare alcuni inserti di calcestruzzo emersi dopo la stonatura parziale.

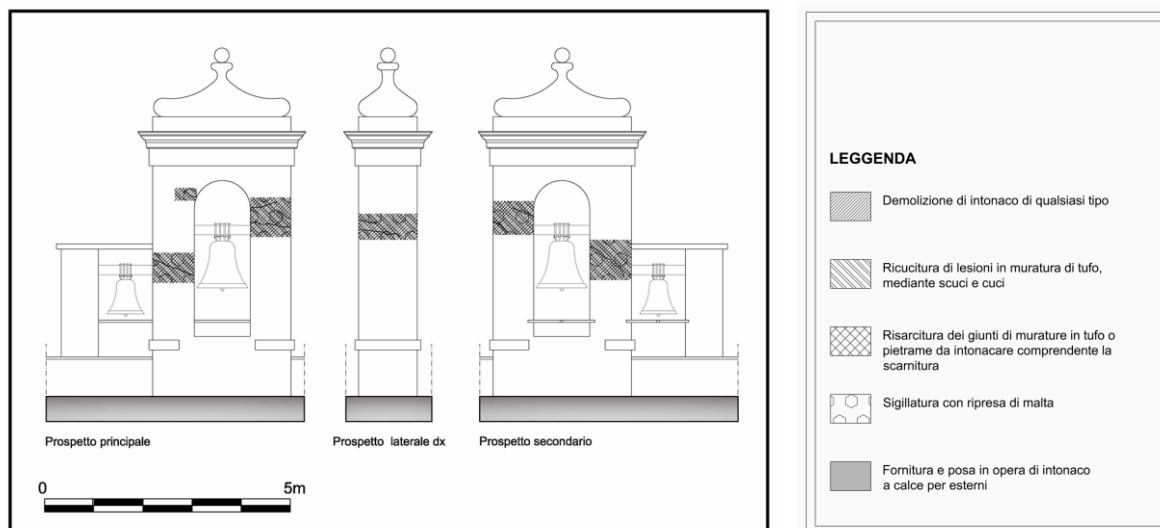
Per la restante parte di superficie stonata dei paramenti, invece, previa scarificazione e pulizia accurata di tutte le sconnessure, sono state effettuate soltanto delle rincocciature e delle stilature profonde dei giunti e delle fessurazioni con una malta simile, per granulometria e componenti chimiche, a quella esistente.

L'intervento si è concluso con il ripristino delle parti di intonaco mancanti e la tinteggiatura delle superfici con un ciclo di finitura pittorica a base calce le cui colorazioni e tonalità sono state preventivamente concordate con la Soprintendenza Archeologica, delle Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Bari sulla base di campionature eseguite in loco, nel rispetto delle originali colorazioni della facciata e di tutti gli elementi decorativi che la compongono.

5. Capitolo - Elencazione delle lavorazioni effettuate sul campanile

Di seguito sono riportate le voci corrispondenti alle lavorazioni previste e indicate nella Tavola degli interventi:

- montaggio di ponteggio completo, sistema tubo-giunto, compresi tavolati metallici, tavole fermapiede, chiusure di testate, ancoraggi in ragione di uno ogni 22 mq circa e mantovane parasassi secondo quanto richiesto nel PSC;
- ponteggio autosollevante monocolonna per luci fino a 6 m e per un'altezza di 25 m, compreso: controventature, ancoraggi, livellatore automatico, trasporto andata e ritorno, approntamento del piano di appoggio, montaggio e smontaggio (lato vico San Domenico);
- montaggio di struttura metallica per puntellatura di elementi verticali e/o archi in tubolari metallici tipo giunto-tubo, tavole e tavoloni di ripartizione a pavimento e lungo le pareti, puntelli metallici con basi regolabili, compreso collegamenti e controventatura dei puntelli, smontaggio finale e ogni altro onere e magistero occorrente per la messa in sicurezza del campanile;
- verifica dell'intera superficie intonacata, eseguita a percussione per la localizzazione di tutte le parti ammalorate e fatiscenti;
- esecuzione di tassellature dei diversi strati di pittura della facciata, eseguite da personale specializzato con l'utilizzo del bisturi, per determinare la colorazione originaria;
- eliminazione di tutte le porzioni di intonaco decoese o in fase di stacco, delle grappe e dei chiodi presenti sulla muratura del campanile;
- analisi fisico-chimica dei campioni dell'intonaco asportato, al fine di accertarne la composizione e la eventuale compatibilità con i nuovi materiali introdotti;
- eliminazione dei conci fratturati mediante operazioni di scuci-cuci, con utilizzo di conci in tutto simili, per caratteristiche chimico- fisiche, a quelli esistenti;
- rincocciatura e stilatura dei giunti e delle fessurazioni con malta simile, per granulometria e composizione chimica, a quella esistente per l'intera superficie dei paramenti stonacati, previa scarificazione e pulizia delle sconnessure;
- integrazione delle porzioni mancanti e/o eliminate del vecchio intonaco con quello nuovo a base di calce compatibile con l'esistente, rasatura e carteggiatura delle aree interessate;
- ciclo di finitura pittorica a base calce;
- smontaggio di tutte le impalcature e dei ponteggi utilizzati durante i lavori;
- pulizia e riconsegna del cantiere.



interventi di restauro

6. Conclusione

Una scelta importante è stata quella sull'impiego delle tecniche di recupero e sull'uso dei materiali. Per semplificare e schematizzare si può dire che ci sono state due possibilità:

- A. Intervenire con *soluzioni contemporanee* che prevedono l'impiego di materiali e tecniche innovative.
- B. Intervenire con *soluzioni di restauro* che comportano l'uso di materiali originali (murature, intonaci, ecc.) e la *valorizzazione degli antichi magisteri*.

Entrambe le scelte hanno le loro motivazioni e dipendono da caso a caso. In questo caso è stato importante saper valorizzare l'esistente attraverso l'applicazione di tecniche di restauro tradizionali. Pertanto, nell'ampio panorama delle tecniche di intervento, sono state utilizzate le "tecniche antiche", in relazione alla tecnologia impiegata che fanno riferimento ai magisteri tradizionali delle costruzioni in pietra e muratura portante quali tecniche di sostruzione dello scuci - cucì. Si è invece, escluso l'intervento attraverso le tecniche contemporanee e le tecniche in fase di sperimentazione in quanto le prime impiegano materiali e tecnologie contemporanei dei quali non si conosce ancora la risposta nel tempo, le seconde non tutte normate in Italia. E' stato quindi, fondamentale conoscere lo stato di degrado dei materiali per poter decidere le tecniche di intervento più idonee. Infatti, gli interventi di manutenzione inseriti nel progetto di restauro conservativo del campanile a vela della facciata di San Domenico sono stati eseguiti con tecniche tradizionali e materiali il più possibile compatibili per caratteristiche chimiche, fisiche e granulometriche a quelli utilizzati per la realizzazione dell'antica muratura così da non alterarne le peculiarità originarie.



Figura 10. Stato attuale del campanile a vela



Figura 11. Dettaglio della muratura post intervento

7. Ringraziamenti

Ringraziamo sentitamente l'egregio Prof. Ing. Humberto Varum, componente del Comitato Scientifico e Comitato Organizzatore dell'evento, per l'invito e per la sua disponibilità a renderci partecipi al congresso, per noi grande opportunità di crescita e di confronto tecnico professionale.

8. Riferimenti

[1] Ministero per i Beni e le Attività culturali, Soprintendenza per i Beni architettonici e per il Paesaggio per le Province di Bari e Foggia, Progetto Mirabilia - Piano di Comunicazione del Patrimonio Culturale Nazionale, (2016), "Chiesa Di San Domenico", Sec. XVIII

[2] Fabrizio Astrua e Riccardo Nelva, (2016) "Manuale del recupero edilizio - Edifici in muratura in cemento armato", Le scelte progettuali, pp. 280-289

Il chiostro di Santa Marta a Bergamo: dal restauro di Luigi Angelini al contesto attuale del nuovo Centro Piacentiniano

The cloister of Santa Marta in Bergamo: from the restoration by Luigi Angelini to the current context of the new Piacentiniano Centre

Antonella Versaci- Università Kore di Enna, Enna, Italia, e-mail: antonella.versaci@unikore.it

Alessio Cardaci – Università degli studi di Bergamo, Dalmine, Italia, e-mail: alessio.cardaci@unibg.it

Abstract: During the first half of the 20th century, the town of Bergamo was affected by urban interventions of great importance. In the Upper Town, a conservative rehabilitation plan was designed that will mark an evolution of the restoration discipline; in the Lower Town the so-called Piacentiniano Center will be built, an administrative, financial and cultural heart, overlapping the historical plot without completely canceling its memory and fundamental characteristics. The restoration of the cloister of Santa Marta by the engineer and architect Luigi Angelini fits into the latter context. While being a child of its time, it expresses an idea of restoration as a tool to read and understand the past, placing it at the service of a contemporary enhancement of the territory. A goal that Angelini tries to reach on the basis of the hypotheses of fluidity, sharing, transversality. A very modern approach which confronts today with the new major redevelopment project of the Piacentiniano Centre that the municipal administration of Bergamo is carrying out.

Keywords: Conservation, Reuse, Rappresentazione, Luigi Angelini, Bergamo.

1. Introduzione

La città di Bergamo presenta uno dei centri storici meglio conservati e di maggior pregio della penisola italiana. I famosi interventi che hanno interessato la Città Alta nel cinquantennio che va dall'inizio del XX secolo sino al 1963 ne hanno segnato positivamente il destino, instrandando il vecchio borgo verso un rinnovamento armonioso e rispettoso, che si rispecchia nel suo ordinato e caratteristico volto attuale. L'attività condotta da numerosi tecnici e amministratori dell'epoca e, in particolar modo, dall'ingegnere e architetto Luigi Angelini è certamente significativa nella storia della città [1]. Essa rappresenta, ancora, un tassello importante nell'evoluzione della cultura della tutela dei monumenti e dei centri storici, e persino nella costruzione dell'odierno apparato teorico-operativo della disciplina del restauro. Un'opera che ha permesso di trovare una soluzione alle tragiche condizioni igienico-sanitarie e al grave stato di fatiscenza e di degrado degli edifici che, già dai primi anni del Novecento, rendevano complessa e miserabile la vita degli abitanti dell'antica *Bergomum*: il colle che in epoca romana era diventato città, circoscritto da tre successive cinte murarie [2].

Appartiene a tale epoca, anche la decisione di ripensare la Città Bassa al fine d'imprimere una svolta decisiva all'area fino ad allora occupata dal suggestivo impianto settecentesco

della Fiera di Sant’Alessandro e connettere i due borghi cresciuti lungo via Pignolo e via Sant’Alessandro (le antiche vie per Venezia e per Milano). La volontà di creare un ‘nuovo centro’ per Bergamo, a beneficio dei suoi cittadini [3] porta a bandire nel 1906 un concorso nazionale per la sistemazione di quello che era destinato a diventare il fulcro palpitante della vita e delle relazioni cittadine. Nonostante l’alta affluenza di partecipanti, questa prima competizione rimarrà priva di vincitore a causa di un’impostazione troppo accademica dei progetti presentati - dominata da presupposti di simmetria e virtuosismi neoclassici - e, inoltre, poco attenta alla morfologia cittadina e alle sue caratteristiche architettoniche e ambientali [4]. Sarà, dunque, indetto un secondo grado di concorso nel 1907, che vedrà laureato il progetto ‘Panorama’ elaborato dall’ingegnere Giuseppe Quaroni e dall’architetto Marcello Piacentini.

Il cosiddetto Centro Piacentiniano in Città Bassa, realizzato tra il 1912 e il 1926, anche grazie al concorso di altri professionisti operanti a Bergamo come Luigi Angelini, Ernesto Suardo e Giovanni Muzio, permetterà di riflettere sul futuro della città nel suo complesso, immaginando dunque per l’acropoli una riqualificazione libera dalle costrizioni di un - altrimenti necessario - adeguamento ai bisogni funzionali e logistici di una modernità che verrà, invece, assegnata alla Città Bassa, sovrapponendosi sulla trama storica senza annullarne però del tutto la memoria e i caratteri fondamentali.

In tale contesto, si situa il caso di studio del chiostro di Santa Marta: un luogo prezioso sopravvissuto a distruzioni e abbattimenti, che sarà integrato nel nuovo centro politico, amministrativo, finanziario e culturale di Bergamo, posto a valle dell’antico abitato monumentale di Città Alta. La sua conservazione e il suo reinserimento nella vita cittadina si devono, in effetti, a Luigi Angelini che, come si accennava, fu a lungo il braccio operativo di Piacentini a Bergamo, dopo aver compiuto il tirocinio post-laurea dal 1909 al 1911 nel suo studio romano [5]. Un periodo che certamente contribuirà fortemente alla formazione del tecnico bergamasco, permettendogli di pervenire a quella personale lettura della lezione sull’ambientismo di scuola giovannoniana che ritroveremo impressa nei diversi progetti condotti nel corso della sua vita professionale.

La figura di Luigi Angelini ‘restauratore’, solo recentemente messa in luce attraverso una disamina della sua attività operativa e una ricerca e lettura critica dei riferimenti culturali sottesi [6], si contraddistingue, in effetti, per una minuziosa e rigorosa opera di ‘conservazione attiva’ dell’architettura storica, al fine di proteggerla dalle numerose insidie dettate dai processi economici e dalla speculazione, a vantaggio dell’armonia e della bellezza delle città. Il restauro architettonico è, in effetti, per Angelini, la soluzione ideale per allontanare lo ‘spettro del piccone’ e può rivelarsi motore di una rivitalizzazione complessiva del ruolo della città storica all’interno dell’intero contesto urbano e di miglioramento della vita dei suoi abitanti. La ‘bellezza ritrovata’ deve poi poter essere fruita, farsi contesto e partecipante attiva di un processo simbiotico di natura culturale, logica e psicologica intrattenuto con la popolazione.

In tal senso, il caso studio del restauro del chiostro di Santa Marta appare emblematico. Seppur erede delle concezioni del suo tempo, esso esprime una concezione del restauro quale strumento per leggere e comprendere la storia, ponendola al servizio di una valorizzazione in chiave contemporanea del territorio. Un obiettivo che Angelini cerca di raggiungere impostando i suoi progetti su presupposti di fluidità, condivisione, attraversabilità. Un approccio di grande modernità, per l’epoca in cui si situa, che oggi si confronta con il nuovo grande programma di riqualificazione del Centro Piacentiniano che l’amministrazione comunale di Bergamo sta portando avanti.

2. Il chiostro di Santa Marta: un progetto di restauro e riuso per la modernità

Cessato il soggiorno lavorativo a Roma e ormai diventato braccio operativo della Soprintendenza ai Monumenti lombarda, Luigi Angelini inaugura il 3 febbraio 1912 il suo studio professionale a Bergamo. Dopo un primo periodo contraddistinto da una certa serenità creativa e da esercizi di raffinata progettazione di nuova architettura, sfortunatamente interrotto dal sopraggiungere della Prima guerra mondiale alla quale egli partecipa nel 1917, l'operato di Angelini nel campo del restauro si innesta, quindi, in una fase di grande dinamismo e sovrapposizione di incarichi, concomitante - quando non determinata - dall'avvio dei due episodi di maggior rilievo nell'ambito dell'architettura e dell'urbanistica bergamasca: la progettazione del Centro Piacentiniano in Città Bassa e il risanamento della Città Alta.

A quest'epoca, appartiene il suo primo grande restauro a Bergamo, ovvero quello relativo al chiostro di Santa Marta [7]. Un intervento conservativo che si inserisce, tuttavia, in un complesso progetto di risistemazione e riqualificazione urbana, che causerà numerose perdite del patrimonio architettonico esistente. È, del resto, ben noto come Bergamo nei primi decenni del Novecento si apprestasse «a diventare un modello di città moderna dopo essere stata per tanti secoli una delizia di città antica» [8] e, come tale esigenza, comporterà la rinuncia a molti dei suoi antichi beni.

Uno tra i siti più suggestivi della città - una «nota di antichità nella Bergamo più moderna» [9] [10] - il chiostro rappresenta la componente superstite del trecentesco complesso conventuale delle Domenicane. Miracolosamente scampato alle trasformazioni susseguenti agli editti napoleonici e poi, in qualche modo, ad arte 'ritagliato' per essere risparmiato dalle demolizioni compiute durante la sistemazione della piana di Sant'Alessandro che condanneranno, invece, l'annessa chiesa e il convento, il chiostro aveva, nel tempo, assunto differenti funzioni: caserma, mercato, uffici comunali. Vi si era tenuta perfino un'esposizione agricola «con le macchine che avevano invaso i quattro lati del porticato»¹ (fig. 1).

L'uso improprio e l'usura del tempo avevano messo a dura prova il monumento: un vero e proprio gioiello incastonato nel cuore della città, situato in posizione strategica nel contesto della nuova sistemazione complessiva dell'area dell'ex Fiera che si andava delineando. Una questione complessa che trovava finalmente risposta nel già menzionato progetto di Piacentini e Quaroni².

La proposta era stata favorita rispetto alle altre presentate, in virtù di un'impostazione chiara avente il proprio fulcro in un lungo fronte porticato; tuttavia, essa non era esente da alcune debolezze, legate soprattutto ad una sovrapposizione piuttosto rigida sulle parti resistenti del vecchio impianto urbano, la cui risoluzione richiederà più estese tempistiche e approfondimenti specifici [11]. Travolto da numerose polemiche e ritardato, dunque, nell'attuazione, il piano, per volontà della Giunta municipale, viene sottoposto nel 1911 ad una serie di necessarie migliorie riguardanti, più in dettaglio, proprio l'area del largo di Santa Marta e gli assi viari ad esso collegati (fig. 2a). Un sostanziale impulso alla definizione dello strumento viene offerto allorché la Banca Mutua Popolare - dal 1899 sita in uno stabile eretto in adiacenza alla chiesa di Santa Marta - decide di acquistare dal Comune l'ormai cadente

¹ La citazione è tratta dalla scheda del monumento inclusa nel *Piano di Governo del Territorio di Bergamo* (PGT) (cfr. https://territorio.comune.bergamo.it/PGT/VarPGT_2/IBCAA/IBCAA_00088.pdf).

² Senza volersi attardare sulla questione della ricostruzione dell'area dell'ex Fiera di Bergamo, già ampiamente dibattuta in letteratura [11], si ricorda che il concorso del 1907 succede a quello del 1906 che non vide alcuno dei progetti presentati meritevole di approvazione. Cfr. anche [12].



Figura 1. In alto, il convento e la chiesa di Santa Marta nella *Veduta* di Alvise Cima, 1693, al centro, nella *Pianta della città di Bergamo* di Giuseppe Manzini, 1816 e, in basso, in un'incisione del 1815 circa.

caserma Vittorio Emanuele II (ovvero, parte dell'area dell'ex convento), fino ad una metà circa del vecchio chiostro che, mai del tutto completato, si allungava verso est. Quest'ala del fabbricato, nel periodo in cui il convento era stato trasformato in caserma era stata destinata a dormitorio dei soldati. Nel 1909, la progettazione complessiva del nuovo quartier generale dell'istituto di credito viene affidata a Marcello Piacentini, in concomitanza con l'entrata in vigore del piano regolatore: bisognerà però attendere la fine del 1911 affinché l'area venga del tutto liberata dal Genio militare.

Alcune lettere di Piacentini a Luigi Angelini, risalenti al periodo 1911-1913, danno testimonianza dell'attività di progettazione portata avanti dall'architetto romano, seppur con notevoli ritardi e difficoltà di interlocuzione con l'amministrazione municipale: «mi scrive il Gregis che la Popolare ha approvato a margine il mio progetto, ma che ancora non ha avuto l'onore dal comune»³ e, più tardi, «riguardo al chiostro di S. Marta io trovai d'accordo con

³ Biblioteca Civica di Bergamo - BCBg, *Archivio Luigi Angelini*, Cartelle, fald. 603bis - Corrispondenza con arch. Marcello Piacentini, lettera di Marcello Piacentini a Luigi Angelini del 15 luglio 1911.

Corrado Ricci una soluzione che liberava completamente l'area della Banca popolare: tale soluzione comunicai subito sia alla Banca che al Municipio, raccomandando una sollecita risposta di accettazione, onde fissarla definitivamente con la Direzione delle Belle Arti, anche per non correre il rischio di non poter più ottenere quanto si era già ottenuto. Ma naturalmente, non ho avuto nessuna risposta né dal Municipio né dalla Banca»⁴.

Riteniamo plausibile pensare che Piacentini, in un momento in cui cospicue erano le esortazioni dei conservatori nei confronti della salvaguardia del complesso, tentasse di risolvere una questione molto complicata, direttamente in relazione con il Ministero della Pubblica Istruzione e l'allora direttore generale Ricci. Appare, in effetti, insolito come in un periodo storico già contraddistinto da prime misure di protezione del patrimonio culturale del Paese, potesse essere possibile vendere e ipotizzare demolizioni e trasformazioni così disinvolute su monumenti e opere di interesse storico e artistico, certamente meritevoli di tutela, benché sensibilmente rimaneggiate. In effetti, la legge Nasi del 12 giugno 1902 aveva già istituito il limite dei cinquanta anni dalla produzione dell'oggetto perché la tutela potesse svolgere i suoi effetti e introdotto il concetto della cosiddetta 'tutela indiretta' per regolamentare l'edificazione nelle vicinanze di monumenti tutelati; la legge Rosadi-Nava del 20 giugno 1909 aveva stabilito, inoltre, il principio dell'inalienabilità del patrimonio culturale dello Stato e degli enti pubblici e privati, affermando la possibilità per la pubblica amministrazione di sottoporre a vincolo le opere di proprietà privata considerate di importante interesse attraverso l'istituzione della notifica. Su tale aspetto, Maria Mencaroni Zoppetti afferma che la chiesa era già stata dichiarata 'monumento nazionale' [10].

Gli impegni crescenti in vari cantieri distribuiti in tutta l'Italia costringeranno Piacentini ad allontanarsi sempre più da Bergamo tanto che egli delegherà le attività relative al piano regolatore a tecnici locali. Tra questi spiccherà Luigi Angelini⁵, già tecnico di fiducia del comune e, dal febbraio 1913, anche della Banca Mutua Popolare di Bergamo che gli assegnerà l'incarico della progettazione per l'ampliamento della sede della banca, in relazione al progetto generale predisposto da Piacentini⁶. Con la consueta prontezza, il 27 marzo successivo, Angelini presenta al Consiglio di Amministrazione della Banca una prima proposta progettuale e il relativo preventivo di spesa. La relazione tecnica allegata mette in evidenza le difficoltà insite nell'operazione di rifunzionalizzazione voluta e studiata nelle grandi linee dallo stesso direttore dell'istituto, il cav. Tullo Vitale Luiselli e da Angelini esaminata, verificata e 'graficizzata': «io mi permetto osservare che trattandosi di costruzioni parzialmente nuova da farsi a contatto con una costruzione vecchia, parecchie appostazioni del preventivo potranno dare qualche sorpresa dovendosi sistemare e riattare alcune parti di finimento, daranno poca affidamento sulla bontà del risultato a meno che non si proceda in forma più radicale a ricambiare elementi vecchi; a sostituire parti in disordine, a provvedere mediante una più vasta riforma ad un miglior esito pratico ed estetico»⁷.

Angelini sembra preoccuparsi della limitatezza delle somme allocate, utili solo alla realizzazione di locali 'semplicemente imbiancati' privi di qualsiasi decorazione. Egli conclude con il considerare 'opportuna e adatta' la formazione della Sala del pubblico così come veniva proposta mentre non considera consigliabile il riadattamento, se non parziale e provvisorio, delle altre parti dell'edificio di Santa Marta sia per l'irregolarità planimetrica sia per la diversità dell'uso a cui erano stati fino ad allora adibiti quei locali.

⁴ *Ivi*, lettera di Marcello Piacentini a Luigi Angelini dell'11 febbraio 1913.

⁵ *Ivi*, lettera di Marcello Piacentini a Luigi Angelini del 15 luglio 1911. Cfr. anche su tale punto [13].

⁶ *Ivi*, ANG. D 479-558 - Bergamo, Palazzo della Banca Mutua Popolare. Ampliamento sede 1913-1915.

⁷ *Ivi*, relazione di Luigi Angelini al Consiglio di Amministrazione della Banca Mutua Popolare di Bergamo del 27 marzo 1913.

Il 28 ottobre 1914, l'ex chiostro viene vincolato ai sensi della legge Rosadi-Nava che ne sanziona l'obbligo della conservazione e del 'pubblico godimento'. Se le strutture conventuali superstiti - ritenute ormai prive di alcun valore storico-artistico sono affrancate da ogni eventuale obbligo conservativo e, pertanto, nulla impedisce il loro definitivo sventramento (fig. 2b), le necessità di ampliamento della Banca richiedono la demolizione della parte di chiostro ormai di sua proprietà. La questione è spinosa e dà luogo ad un feroce contenzioso tra la Soprintendenza, il Comune e la Banca, tanto da indurre quest'ultima, nel novembre 1914, a decidere di posticipare l'avvio di ogni attività. L'ente incarica, comunque, Angelini di finalizzare la progettazione delle nuove opere al fine di poter essere in condizione, a tempo debito, di richiedere al Comune, il necessario permesso di costruzione⁷. Si susseguono scritti, verbali, nuove riunioni. In particolare, si discute un'ipotesi avanzata nel corso di un sopralluogo che si era tenuto il 19 ottobre 1914, in presenza di Ambrogio Annoni per conto della Regia Soprintendenza ai Monumenti di Milano, dei rappresentanti del Comune di Bergamo, della Banca Mutua Popolare e di Luigi Angelini nella doppia veste di Ispettore onorario dei Monumenti, Gallerie e Antichità di Bergamo (carica che ricopriva dal 1911) e progettista: la demolizione di parte del chiostro, ovvero, la sua riduzione dall'antica forma ad L alle sole cinque campate sui lati di nord-ovest e di sud-est attuali, 'trasponendo' il lato nord parallelamente a se stesso ed edificando un muro trasversale posto a confine con la nuova area ceduta alla Banca (fig. 3a).

Dopo varie negoziazioni, tale soluzione di compromesso viene infine accettata. La Soprintendenza rinuncia a far valere ogni valore di «monumentalità dell'intero Chiostro [benché questa fosse] non ignota nell'occasione dell'acquisto da parte del Comune e del tracciato di massima del Piano Regolatore della località»⁸, riconoscendo le difficoltà per la Banca di stabilire i propri nuovi uffici nel complesso all'uopo acquisito, senza un suo quantomeno parziale abbattimento. Viene però espressamente richiesto di accompagnare la demolizione dei locali interni con l'apertura, lungo la nuova via, di tutto il lato del chiostro corrispondente verso sud, conservando così aperto il porticato, sistemandone la fronte esterna in maniera identica alla fronte interna; mettendo a verde e a fiori la striscia triangolare di terreno che ne risultava verso il filo della nuova via per creare «un luogo aperto e ridente e si gioverebbe al buon uso (museo, raccolte d'arte, ecc.) o anche allo sfruttamento speculativo (in modo consono col carattere ed il decoro dell'edificio) dei locali»¹⁰.

Alla Banca spetterà l'onere della ricostruzione delle arcate del pianterreno e del piano superiore utilizzando il materiale e gli elementi decorativi della parte demolita. Nel 1915, viene avviata la demolizione della ex chiesa, già in gran parte compromessa perché, sin dall'Ottocento, vi era stato installato un magazzino di 'provviande militari' per poi essere trasformata durante il periodo del governo austriaco in panificio militare con ben sei forni a legna funzionanti almeno fino al 1886, come dimostrano i resoconti grafici del pittore Rinaldo Agazzi (fig. 3b). Ormai conclusa l'attività di separazione delle due componenti - pubblica e privata - del comparto, il chiostro è interessato nel 1916 da alcuni saggi di pulitura sulle due arcate formanti l'angolo sud-est del cortile, condotti sotto la direzione di Angelini. L'avanzare della guerra fa sì che purtroppo non faccia seguito il restauro complessivo voluto dal Comune al fine di destinare la struttura - come suggerito dalla Soprintendenza - a sede

⁷ BCBg, *Archivio Luigi Angelini*, Progetti, ANG. D 479-558 - Bergamo, Palazzo della Banca Mutua Popolare. Ampliamento sede 1913-1915, lettera della direzione della Banca Mutua Popolare di Bergamo a Luigi Angelini del 23 novembre 1914.

⁸ *Ivi*, lettera della Soprintendenza ai Monumenti alla Banca Mutua Popolare di Bergamo del 17 marzo 1915. Cfr. anche *Ivi*, la lettera della Giunta Comunale di Bergamo alla Soprintendenza ai Monumenti di Milano (1915) e la lettera del Consiglio d'Amministrazione della Banca Mutua Popolare di Bergamo alla Soprintendenza ai Monumenti di Milano, (1915).

¹⁰ *Ibidem*.

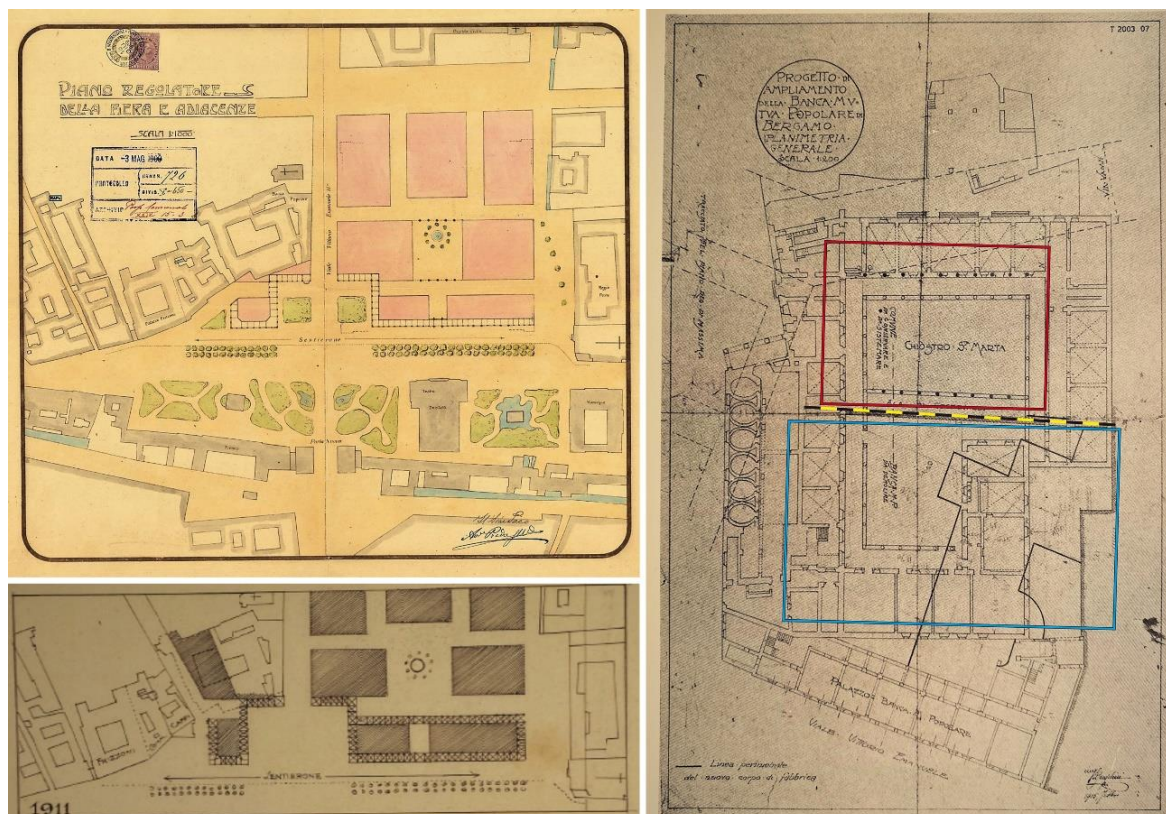


Figura 2. (a) A sinistra, in alto, il piano regolatore della Fiera approvato dal Consiglio Comunale il 5 maggio 1909 (@BCBg, *Archivio RAPu*) e, in basso, l'area del chiostro di S. Marta, Bergamo, variante della planimetria, 1911 (BCBg, *Archivio Luigi Angelini*). A destra (b), progetto di ampliamento della Banca Mutua Popolare di Bergamo: planimetria, febbraio 1915 (BCBg, *Archivio Luigi Angelini*).

museale. I locali saranno, quindi, adibiti a sede dei magazzini dell'Annona municipale. Tuttavia, la Banca Mutua Popolare aveva già, dall'anno precedente, provveduto allo strappo e conservazione di un considerevole gruppo di affreschi che erano apparsi nell'ex chiesa in seguito ai lavori di rifunzionalizzazione interna.

Alla fine del conflitto, con la conseguente ripresa dell'attività edilizia cittadina, torna d'attualità la questione della sistemazione dell'ex Fiera. In particolare, rimane da definire la planimetria dell'area situata tra la torre progettata da Piacentini all'angolo del viale Vittorio Emanuele II (ora via Roma) e la nuova sede della Banca Commerciale, edificata pochi anni prima su progetto dell'architetto Luca Beltrami e dell'ingegnere Giovanni Battista Casari. Le differenti proposte confluiscono in una prima soluzione nel 1917 che avrebbe dovuto essere definitiva perché approvata per Regio decreto ma che sarà superata da una seconda versione nel 1919, nondimeno considerata ancora poco convincente. Oltre a sopprimere ogni passaggio pedonale nell'area dell'ex convento, portando nocimento alle attività commerciali site in quel tratto a causa dell'assenza di transito, il progetto richiude entro gruppi di fabbricati nuovi di proprietà privata, il chiostro, sottraendolo sia alla visione che alla fruizione collettiva.

Ripresa in mano la progettazione della nuova sede della Banca Mutua Popolare, è proprio Angelini nel 1922 a risolvere il difficile innesto con Santa Marta attraverso la redazione di una variante che segnerà definitivamente la cancellazione anche della parte residua dell'antica chiesa, ovvero, la fronte con il portico. La nuova idea progettuale creerà un sottopassaggio in prosecuzione dei colonnati piacentiniani e, dall'altro lato, un percorso coperto in asse col marciapiede fronteggiante la Banca Commerciale (fig. 4), prevedendo all'incontro un allargamento esagonale pressoché in direzione baricentrica al chiostro: «in

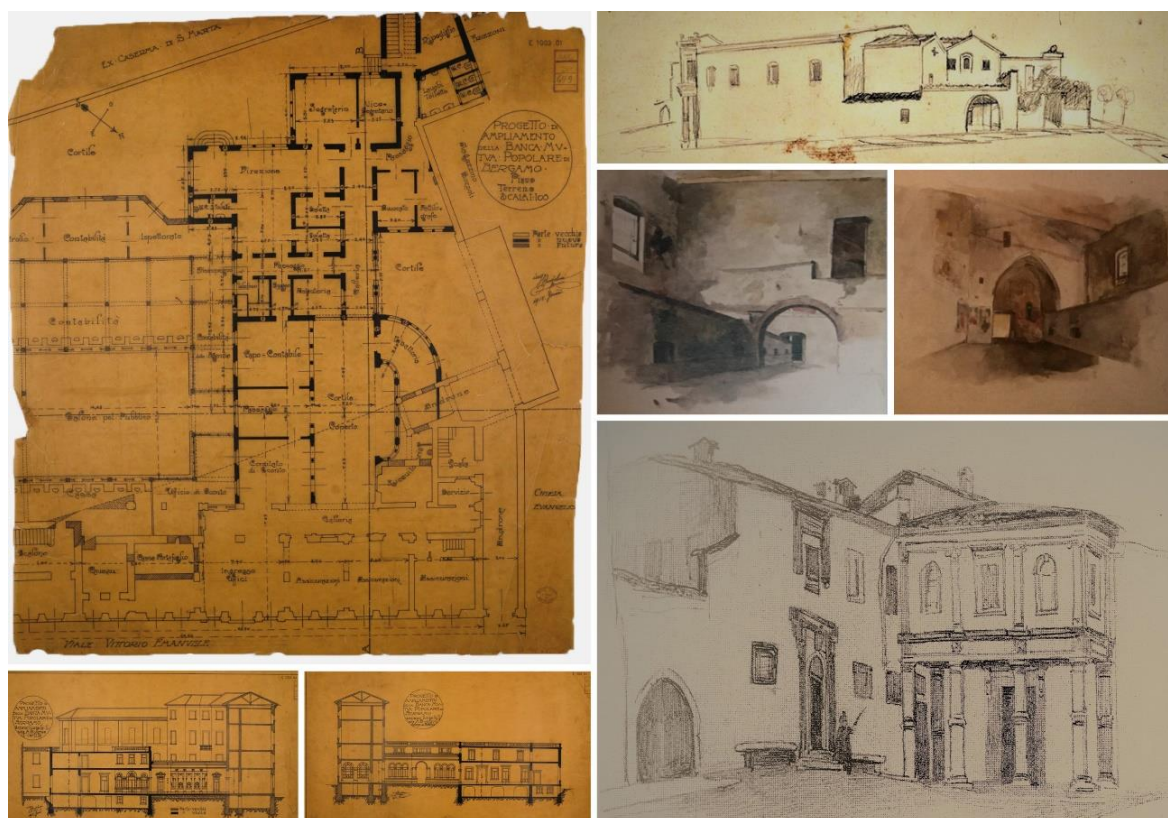


Figura 3. (a) A sinistra, progetto di ampliamento della Banca Mutua Popolare di Bergamo, Luigi Angelini, gennaio 1915 (BCBg, *Archivio Luigi Angelini*); a destra (b), in alto, nelle opere di Rinaldo Agazzi, il fianco dell'ex chiesa Santa Marta, ottobre 1886, al centro, l'interno con i forni e in basso, il portico, novembre 1886 (BCBg, *Raccolta Gaffuri*).

tal modo la soluzione assumeva un aspetto di pratica effettuabilità conciliando ragioni di comodità, di maggiore messa in valore degli stabili da costruirsi e infine di estetica per il senso di collegamento alla vita cittadina del Chiostro non più asserragliato e perciò reso inutile, ma portato come elemento vivo al movimento del pubblico» [9].

Tra il 1923 e il 1926 si realizzeranno, quindi, i nuovi edifici della Banca Bergamasca e della Banca Mutua Popolare; quest'ultima, acquisita tutta l'area della retrostante caserma Vittorio Emanuele, si impegnerà ad erigere un nuovo fabbricato lungo la via Crispi e a conservare l'antico chiostro, adibendolo nelle ore diurne anche al transito pedonale.

Il restauro del chiostro, progettato in perfetta intesa con il soprintendente Gino Chierici al quale Angelini richiede di fornire l'indirizzo e, a cui, costantemente egli sottopone ogni sua scelta progettuale, segue, dunque, il principio della pura conservazione dell'edificio senza prevedere alcun tipo di rifacimento di elementi decorativi o ripristini radicali. Angelini provvede alla rimozione dei numerosi strati di tinteggiatura grigio-scura apposti durante il mezzo secolo di occupazione militare su pareti, archi e colonne. Tali operazioni permettono di far riemergere dei pregevoli elementi ornamentali realizzati secondo motivi geometrici negli intradossi degli archi della loggia superiore e ricavati a rilievo nella malta, nonché delle profilature degli archi anch'esse a rilievi lineari⁹.

Inoltre, viene riportato alla luce un lacerto di decorazione della fine del Quattrocento tra le cornici della parete nord che Angelini decide di non integrare, certo che fosse «molto più

⁹ BCBg, *Archivio Luigi Angelini*, Progetti, ANG. D (5858-5903) - Bergamo, restauro del chiostro di Santa Marta, 1923-1935-1936, lettera di Luigi Angelini alla Reale Soprintendenza dei Monumenti di Milano del 29 ottobre 1935.

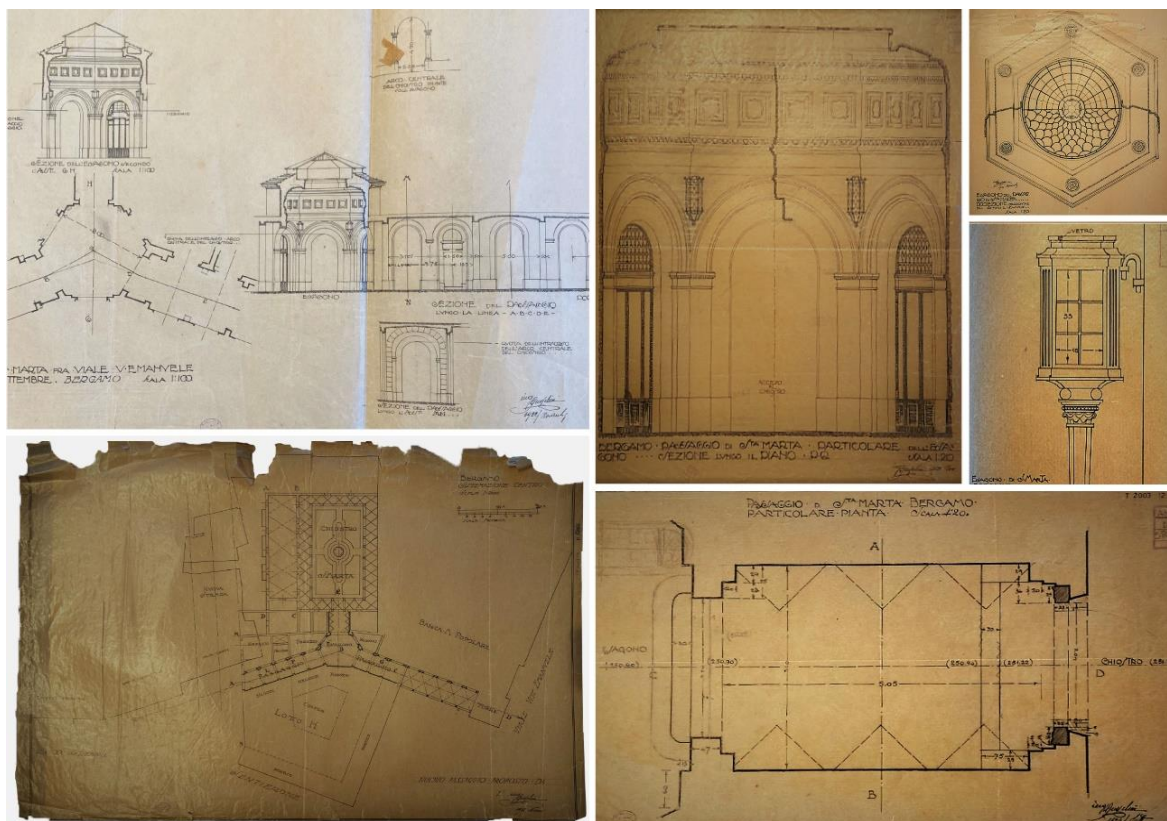


Figura 4. A sinistra, il passaggio di S. Marta nel progetto di Luigi Angelini: sezioni, novembre 1922 e planimetria, marzo 1922; a destra, in alto, sezione lungo il piano, particolare dell'esagono, proiezione orizzontale del soffitto e velario, dettaglio di lampada in bronzo, novembre 1922 e, in basso, particolare della pianta, settembre 1923 (BCBg, *Archivio Luigi Angelini*).

consona alla tendenza odierna del non fonder l'autentico col falso antico il creare fra i frammenti genuini di fregio semplici tonalità che dessero solo una sensazione di armonia cromatica» [9].

Laddove egli ritrova la sagoma originaria dei mattoni profilati, questa viene denudata e mantenuta; diversamente, quando i rifacimenti posteriori e le sagome sbrecciate richiedono una ripresa di intonaco, ricorre solo a semplici velature lievemente patinate. Un trattamento differente viene, quindi, riservato al quarto lato ricostruito, al fine di garantirne la riconoscibilità: i motivi correnti orizzontalmente nelle altre pareti, qui vengono solo dipinti con campiture di colore senza rilievo «perché all'occhio esperto sembrassero, non opera di finzione, ma solo elemento di unità decorativa» [9]. Quanto agli elementi in pietra arenaria (parapetti e basi delle colonne) viene adottato il principio della sostituzione solo in presenza di erosioni gravi o disgregazioni tali da interferire con la stabilità delle arcate. Angelini prevede, inoltre, il rifacimento del tetto, utilizzando, nuovi travetti e nuovi tavelloni di cotto, solo se assolutamente necessario. Infine, per assicurare la notorietà dell'intervento, egli fa realizzare due graffiti illustrativi: uno richiamante prospetticamente, con lo sfondo di Bergamo Alta, la forma della Fiera demolita per l'erezione del vecchio centro, e l'altro riprodotto la planimetria e l'alzato del convento con la chiesa e il chiostro come apparivano nel XVIII secolo.

Secondo Angelini, benché ridotto notevolmente nelle dimensioni, quest'intervento di restauro, fortemente voluto dall'Ente Bancario cittadino, sarà la dimostrazione di un'attività di «nobile conciliazione fra le necessità della vita odierna e la conservazione di ciò che è, per noi italiani, ragione - nell'amore alla tradizione - di fedele e spirituale legame a un passato di bellezza» [9]. Una bellezza nascosta ma non per questo meno preziosa, oggi

costellata da opere d'arte contemporanea che dall'incontro con tale luogo risultano essere fortemente valorizzate: il 'Grande Cardinale seduto' di Giacomo Manzù (1984), 'Le Suore che comunicano' di Elia Ajolfi (1971) e il monolite di granito nero 'Untitled' o 'Parabola' (2004) dell'artista anglo-indiano Anish Kapoor.

Uno spazio caratterizzato da una dimensione senza tempo, forse leggermente sbiadita da una carenza di manutenzione dello splendido passaggio coperto di accesso, probabilmente dovuto alla particolare situazione determinata dalla crisi pandemica degli ultimi anni, tanto duri per tutti, ma inclementi, in particolare, verso la città di Bergamo (fig. 5). Il chiostro viene reso, ahinoi, accessibile dalla Banca Popolare solo ogni prima domenica del mese anche se è spesso sede di mostre e attività culturali e forse meriterebbe maggior risalto, per essere davvero e pienamente goduto dalla collettività.

3. Conclusione

Il Centro Piacentiniano, dopo oltre cento anni dal concorso vinto da Piacentini e Quaroni, aveva necessità di adeguarsi alle nuove esigenze della città contemporanea. Il nucleo vitale di Città Bassa non era più in grado di rispondere alle necessità di socialità del vivere odierno e ai bisogni funzionali di una città, negli anni molto cambiata. Esso, sin dalla fine del secolo scorso, aveva iniziato a manifestare segnali di indebolimento e dinamiche di 'sofferenza' in termini di attrattività economica e turistico-ricettiva. Si evidenziavano in maniera chiara seri fenomeni di dismissione e cessazione di attività commerciali anche storicamente consolidate, di delocalizzazione delle funzioni originarie di molti edifici 'di rappresentanza' verso sedi più grandi ed attrezzate site in aree esterne, prossime alle grandi arterie di comunicazione, di incremento di spazi sfitti o solo parzialmente utilizzati perché privi molto costosi e privi di servizi (parcheggi, negozi, ristorazione, ecc.); ma, soprattutto, era manifesto l'abbandono dei luoghi non più 'vissuti' dalla cittadinanza perché, forse, non più percepiti come un'estensione 'familiare' degli spazi della vita quotidiana e del tempo libero.



Figura 5. A sinistra, il passaggio di Santa Marta con particolare dell'esagono e del lucernario e a destra, il chiostro con alcune delle opere d'arte contemporanea (@autori, 2021).



Figura 6. Masterplan del progetto vincitore *Flânerie*, elaborato da Luigino Pirola (capo gruppo), Maria Claudia Peretti, Simone Zenoni, Carlo Peretti, Gianluca Gelmini e Elena Franchioni, Concorso Bergamo Centro Piacentiniano, Fase I, settembre 2017 (© Pirola, capogruppo).

Il Comune di Bergamo, al fine di porre rimedio alla situazione, il 5 maggio 2017 ha bandito un concorso di progettazione in due fasi per la riqualificazione degli spazi pubblici del centro di Città Bassa; un’iniziativa finalizzata ad attivare un processo di riutilizzo e di riqualificazione dei luoghi attraverso il *restyling* di piazze, strade e aree verdi nonché il riuso di immobili pubblici e privati - dismessi o di imminente dismissione - come spazi legati al sapere, alla formazione e alla creatività. Azioni mirate a ritrovare il *genius loci* perduto e a permettere lo sviluppo di relazioni fra cittadini, operatori economici e soggetti di promozione artistico-culturale.

Il bando ha visto la partecipazione di numerosi progettisti sia nazionali che internazionali, ma a prevalere è stato il progetto *Flânerie*, proposto da un gruppo di architetti bergamaschi (fig. 6). La giuria ha premiato il progetto perché si rapporta al Centro Piacentiniano con interventi minimali, incentrati soprattutto sulla riprogettazione delle pavimentazioni e sul ruolo protagonista del verde come nuovo connettivo, in un contesto di rispetto per l’esistente che riconosceva il grande valore identitario del luogo.

Il progetto si pone l’obiettivo di creare una nuova vitalità delle aree collettive e di rigenerare il ‘cuore pulsante’ della città attraverso il connubio tra la memoria storica e le nuove architetture, senza mettere in discussione l’esistente ma prediligendo un dialogo tra un passato degno di essere valorizzato e un futuro che con esso si pone in continuità. Esso mira a rendere migliore un territorio, oggi promiscuo da un punto di vista delle funzioni e con una compromessa qualità urbana, attraverso interventi ‘leggeri’, non invasivi e sostenibili. Agendo sullo spazio pubblico, il progetto vuole stimolare la riqualificazione delle aree private e il riuso degli edifici, dei piani terra e dei cortili, all’interno dell’ambito progettuale che su esso si affacciano. L’ormai assopito cuore di Bergamo Bassa potrebbe, quindi, vedere rafforzata la sua identità e luoghi come il chiostro di Santa Marta, ritrovare nuovo vigore.

I lavori per il rinnovamento del ‘salotto buono’ della città avviati, con le note difficoltà dovute alla pandemia, alla fine del 2020, dovrebbero essere completati tra pochi mesi. Si tratta di una sfida che punta su una mobilità dolce, su una vocazione pedonale e sulla maggiore presenza di spazi verdi - con alberi piantumati a sostituzione dei posti auto e pietra al posto dell’asfalto - per rendere il centro più bello, attrattivo e inclusivo. Un’operazione di restauro alla scala urbana pensata per renderlo ‘meno triste’ (come dichiarato dall’amministrazione comunale) ma il cui risultato positivo non sembra ad alcuni così scontato. I più critici sottolineano il rischio di ritrovare presto un ‘salotto vuoto’, giacché il progetto punta sull’idea che le nuove generazioni possano in futuro prediligere un centro *green* rispetto alle grandi strutture commerciali e di intrattenimento delle periferie. Ma la proposta è organica e lodevole e merita fiducia.

Bibliografia

- [1] Barbero W, Gambirasio G, Zanella W, editors.. Luigi Angelini. Ingegnere architetto. Milano: Electa; 1984.
- [2] Casini S, Fortunati M, editors. Bergomum: un colle che divenne città. Bergamo: Lubrina Editore; 2019.
- [3] Angelini L. Il volto di Bergamo nei secoli. Bergamo: Poligrafiche Bolis; 1951.
- [4] Ojetti U. Relazione sul concorso per la sistemazione della fiera di Bergamo. Bergamo: Istituto d’arti grafiche; 1907.
- [5] Angelini L. L’architetto Marcello Piacentini. La rivista di Bergamo 1924: 35, 1851-1860.
- [6] Versaci A. Luigi Angelini. Restauratore e innovatore. Bergamo: Lubrina Bramani Editore; 2021
- [7] Scarrocchia S. Materiali per la storia del restauro. Bergamo Alta di Luigi Angelini (parte prima). Restauro&Città 1986: 3-4, 253-259.
- [8] Papini R. Bergamo rinnovata. Bergamo: Istituto italiano d’arti grafiche; 1929.
- [9] Angelini L. Il chiostro di S. Marta in Bergamo: origini vicende restauri, Bergamo: Banca mutua popolare di Bergamo; 1936.
- [10] Mencaroni Zoppetti M. Quella nota antica nella Bergamo del Novecento. Dal Monastero di S. Marta alla Banca Popolare di Bergamo. Bergamo: Sestante Edizioni; 2009.
- [11] Irace F. Le due città: Piacentini e Angelini. In Rumi G, Mezzanotte G, Cova A, editors. Bergamo e il suo territorio. Milano: Cariplo; 1997, p. 161-197.
- [11] Fornoni V. La Torre dei Caduti. In Mencaroni Zoppetti M, Resmini M, editors. Atti dell’Ateneo di Scienze, Lettere ed Arti. Bergamo: Sestante Edizioni; 2019, 1, p. 389-402.
- [12] Nicoloso P. Marcello Piacentini e Luigi Angelini 1906-1942. In Mencaroni Zoppetti M, Resmini M, editors. Atti dell’Ateneo di Scienze, Lettere ed Arti. Bergamo: Sestante Edizioni; 2019, 1, p. 333-359.

Técnicas de digitalización 3D para el modelado HBIM de un edificio existente. Aplicación al inventario de defectos y gestión del mantenimiento de una fachada

3D digitalisation techniques for the HBIM modelling of an existing building. Application to the inventory of defects and the management of the maintenance of a façade

Carrasco César A., University of Cantabria, Santander, Spain, cesar.carrasco@unican.es

Sánchez-Espeso Javier M., University of Cantabria, Santander, Spain, javier.sanchez@unican.es

Lombillo Ignacio, University of Cantabria, Santander, Spain, ignacio.lombillo@unican.es

Abstract: Building Information Modelling (BIM) is a parametric solution that is rapidly becoming popular because it allows the three-dimensional modelling of construction projects, facilitating the linking of all types of information (architectural, structural, installations, etc.) in the digital model. Its implementation in the built heritage is known as HBIM, favouring the integral management of the building throughout its life cycle. The objective of this document is to expose and develop a methodology to generate an HBIM model of an existing building. This methodology is implemented to digitise three-dimensionally the facade of a building of the University of Cantabria. Subsequently, this model will be used to inventory the defects of the building envelope, manage its maintenance and document the rehabilitation process.

Keywords: BIM; HBIM; Photogrammetry; Laser scanning; Facility Management; CMMS

1. Introducción

Building Information Modeling (BIM) es una solución paramétrica, asistida por computador, desarrollada para revolucionar el proceso de toma de decisiones durante el ciclo de vida de los edificios y las ciudades inteligentes [1]. La implementación de la tecnología BIM en el patrimonio construido, HBIM, permite optimizar los recursos necesarios [2], logrando un mejor conocimiento, protección, conservación y difusión de dicho patrimonio, tanto desde el punto de vista de su valor histórico, como en relación a su estabilidad y funcionalidad como estructura [3].

Para obtener los datos necesarios para la generación precisa de un modelo geométrico 3D de un edificio existente es habitual combinar técnicas fotogramétricas y láser escáner. La fotogrametría es el método más popular en el modelado del patrimonio [4], en tanto que proporciona imágenes precisas con fines de visualización y documentación, a un coste reducido y con poca inversión de tiempo. Para ello, utiliza algoritmos avanzados de orientación y análisis de imágenes para generar nubes de puntos [5]. Por su parte, el láser escáner es una herramienta muy eficiente desde el punto de vista geométrico, pues es más rápida y potente [3]. Capta información precisa sobre características geométricas como como

son las irregularidades, deformaciones, formas, etc. Para ello, captura la totalidad de la realidad existente visible en cada escaneado [6], información mucho más masiva que la fotogrametría. Esta es la razón por la que se justifica su uso a la hora de tomar datos del patrimonio existente para su importación, modelado y gestión en un software BIM.

Una vez capturada la información es importante destacar que a la hora de modelar el patrimonio construido existen limitaciones importantes, algunas relacionadas con la carencia o insuficiencia de bibliotecas de objetos que representen las características complejas de los elementos de los edificios históricos [7][8], como por ejemplo sus irregularidades. Por ello, se recurre a técnicas de modelado de “familias de objetos”. Otra limitación, es la falta de conocimiento HBIM de los *stakeholder*.

Una vez que el modelo HBIM se genera, es alimentado a través de los “parámetros compartidos”, que son las variables que permiten atribuir información fundamental para garantizar la protección del patrimonio construido [9][10]. El modelo resultante es una herramienta con múltiples aplicaciones, varias de ellas asociadas al seguimiento de obras de rehabilitación y a la gestión de la documentación existente.

2. Metodología

En la Fig. 1 se propone una metodología para generar un modelo HBIM de un edificio existente, que podrá emplearse para gestionar de su ciclo de vida. Está estructurada en varias fases fundamentales: Etapa ① - *Adquisición de datos*, Etapa ② - *Procesado de los datos*, Etapa ③ - *Generación del modelo HBIM*, y una última etapa alternativa que se relaciona con el uso que se le vaya dar al modelo; en este artículo consistirá en la gestión HBIM 7D del edificio (Etapa ④).

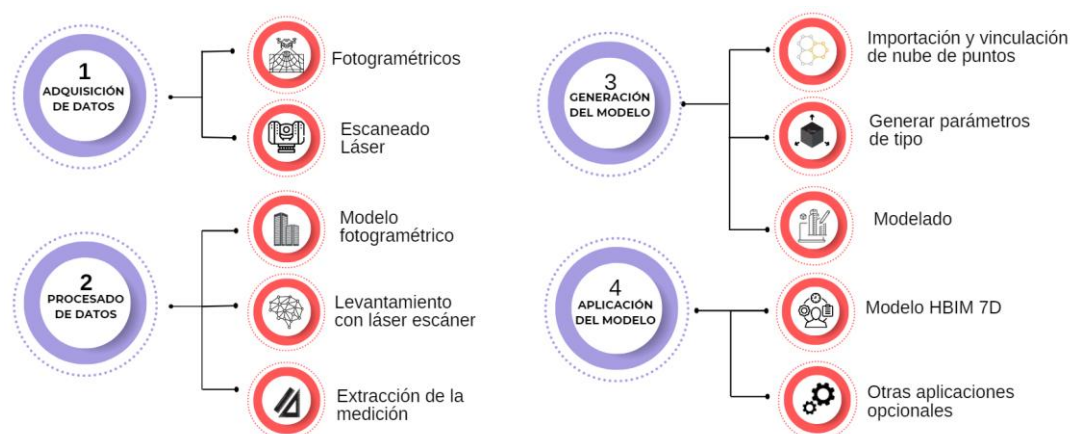


Figura 1. Metodología empleada.

2.1. Etapa ① - *Adquisición de datos*

Para la obtención del modelo geométrico 3D se combinará la fotogrametría arquitectónica terrestre y el láser escáner (a veces puede ser necesario emplear también fotogrametría aérea a partir de imágenes captadas vía vehículos aéreos no tripulados, VANT, como los drones).

El proceso consiste en cuatro pasos:

- *Obtención de los datos fotogramétricos.* Aspectos a considerar: diseño adecuado a la precisión exigida, suficiente solape entre imágenes, inexistencia de zonas ocultas, buenas condiciones atmosféricas y condiciones de iluminación favorables.

- *Realización de escaneados láser.* Se emplea para registrar la geometría (nube de puntos) y, si es posible, información de la textura.
- *Materialización del sistema de referencia.* La combinación de los *outputs* generados con ambas técnicas, así como la previsión de nueva información en etapas posteriores, exige la monumentación estable de un sistema de referencia en la zona de trabajo, con precisión acorde a los resultados necesarios. En principio, se combinarán técnicas de geodesia espacial y topografía clásica.
- *Observación de los puntos de control.* Con el objetivo de establecer un sistema de referencia al que referir los distintos modelos generados, para ambas metodologías, se tendrán que definir los puntos de control mediante técnicas topográficas. Así, en el caso de la fotogrametría servirá para dotar de métrica y orientar el modelo formado desde las imágenes, y para el láser escáner permitirá controlar la bondad de la nube de puntos.

2.2. Etapa ② - *Procesado de los datos*

Consiste en el trabajo desarrollado en gabinete, a partir de los datos extraídos en campo, con el objetivo de integrarlos a los softwares de modelado y gestión HBIM. Para ello, se deberá procesar la información obtenida con el modelo fotogramétrico y los datos del levantamiento láser escáner. La información resultante es una ortoimagen de elevada resolución geométrica y radiométrica obtenida a partir del modelo fotogramétrico, y una nube de puntos obtenida del láser escáner

2.3. Etapa ③ - *Generación del modelo HBIM*

El proceso se desarrolla en tres pasos esenciales:

- *Importación y vinculación de la nube de puntos* en el software de modelado 3D.
- *Edición de familias y generación de los parámetros de tipo.* Habitualmente, el punto de partida en el modelado de un edificio existente es una composición constructiva que no suele figurar en las familias estándar de los softwares dada la singularidad de cada construcción [10]. Por tanto, se tiene que recurrir a técnicas de modelado de “familias de objetos” que representen el estado original del edificio [11].
- *Modelado.* En este paso se procede a generar el modelo 3D a partir de los objetos parametrizados en el paso anterior.

2.4. Etapa ④ - *Aplicación del modelo*

En esta etapa, una vez que el modelo geométrico está generado, se emplea para desarrollar diferentes aplicaciones. Por tanto, la finalidad de esta etapa es variable.

El trabajo con los modelos HBIM están definidos por dimensiones, teniendo cada una su propósito aun estando relacionadas [2][12]. En este caso concreto, dentro de las potenciales aplicaciones, el modelo HBIM se va a emplear con una perspectiva orientada a la dimensión 7D. Para ello, con el objetivo de permitir la gestión virtual y tridimensional de información, el modelo se vincula con un software de gestión de información asistida por ordenador, GMAO (en inglés: *Computerized Maintenance Management System*, CMMS).

3. Caso de estudio: Fachada sur del edificio Interfacultativo de la Univ. de Cantabria

La metodología se desarrolla en la digitalización de la fachada sur del edificio Interfacultativo de la Universidad de Cantabria, Fig. 2, con el objetivo de generar un modelo 3D para albergar la información derivada del mantenimiento de dicha envolvente.



Figura 2. Vista de la fachada sur del edificio Interfacultativo de la UC.

La captura de los datos requeridos (etapa ①) se efectuó en media jornada. Para generar el modelo fotogramétrico se empleó una cámara digital *Canon EOS5D*, de 12 Mpx, con sensor completo de 4368 x 2912 píxeles, y dos objetivos de focal fija, de 50 mm y 28 mm. Se intentó mantener una relación de separación entre imágenes (base) y la distancia al objeto (fachada) en torno a 10, capturando un total de 179 imágenes (114 y 65 con las focales referidas, respectivamente), Fig. 3. Previamente a la captura, se posicionaron 7 dianas en la parte inferior de la fachada, ya que no pudo accederse a las dependencias del edificio (oficinas y despachos) para distribuir las de forma homogénea en altura. Las dianas fueron cuadradas de 130 mm de lado, con una marca circular central de 45 mm. En el resto de la fachada se observaron puntos naturales, fácilmente identificables en las imágenes, que se emplearon como puntos de control o de chequeo.



Figura 3. Vista general de las imágenes tomadas, con detalle de algunos puntos de apoyo.

Para realizar el láser escáner se empleó un equipo *Leica Geosystem modelo C10*, Fig. 4(a), con las siguientes características: medida por pulsos, compensador de doble eje, 50.000 puntos por segundo, distancia máxima 300 m (90% albedo), precisión en distancia de 4 mm a 50 m. Para la georreferencia de los escaneados se emplearon dianas circulares de 6", Fig. 4(b). Dadas las características del escáner y de la fachada, se consideró adecuado efectuar 3 estacionamientos frente a la misma.



Figura 4. (a) Configuración de la toma con el equipo Leica Geosystem C10. (b) Dianas de enlace y referencia de los escaneados láser.

Con objeto de uniformizar los levantamientos, se adoptó como sistema de referencia el elipsoide ETRS89, huso 30N, y altitud referida al NMMA (Nivel Medio del Mar en Alicante). Se observaron dos vértices, señalizados convenientemente, usando técnicas de Geodesia Espacial. En concreto, se usó un *equipo GNSS Leica Geosystem 1200*, doble frecuencia con observación de fase. Se empleó el método estático rápido, usando otros vértices de referencia existentes en la red Geodésica Activa de Cantabria.

Tanto para la observación fotogramétrica como los escaneados láser fue preciso observar las dianas y puntos de control referidos anteriormente. Para ello, se empleó una *estación total Leica TS13*, con precisión de 5", y *distanciómetro láser*.

Una vez finalizada la captura y referenciación de los datos, se pasó a su procesado (etapa ②). En relación al modelo fotogramétrico se empleó el software *Metashape Agisoft pro*, versión 1.8. Así, se orientaron las 179 imágenes del proyecto, con un tamaño de pixel terreno (GSD, *Ground Sample Distance*) de 3,6mm. Tanto la autocalibración de la cámara como la orientación externa del bloque se resolvieron satisfactoriamente, mostrándose en la Tabla 1 los residuos en los puntos de control y chequeo.

Tabal 1. Residuos en los puntos de control y chequeo del proceso fotogramétrico

| Clase - puntos | Error X (cm) | Error Y (cm) | Error H (cm) | Error XY (cm) | Error total (cm) |
|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Control – 30 | 0.8 | 1.4 | 0.3 | 1.6 | 1.6 |
| Chequeo – 11 | 0.6 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 1.3 |

Una vez calibrado el modelo, se generó una densa nube con $12.9 \cdot 10^6$ puntos, Fig. 5. Dicha información fue clasificada y editada para formar el modelo de malla de la fachada, con $374 \cdot 10^3$ caras.



Figura 5. Nube de $12.9 \cdot 10^6$ puntos.

Para el procesado de los datos obtenidos mediante láser escáner se empleó el software *Reality capture* de Leica, concretamente las herramientas *register360* y *cyclone3DR*. Los tres escaneados se enlazaron “nube a nube”, obteniéndose una nube conjunta con un total de $15.6 \cdot 10^6$ puntos. El error medio del conjunto en los enlaces fue de 0.005m. Igualmente, se registró la nube conjunta en el sistema de referencia del proyecto, con un error medio de 0.006m. Dicha nube de puntos se limpió y clasificó, Fig. 6, sirviendo de base para la formación de un modelo de malla de la fachada de $374 \cdot 10^3$ caras. Dicha nube de puntos fue la empleada para la generación del modelo HBIM, al ser de mayor calidad geométrica.

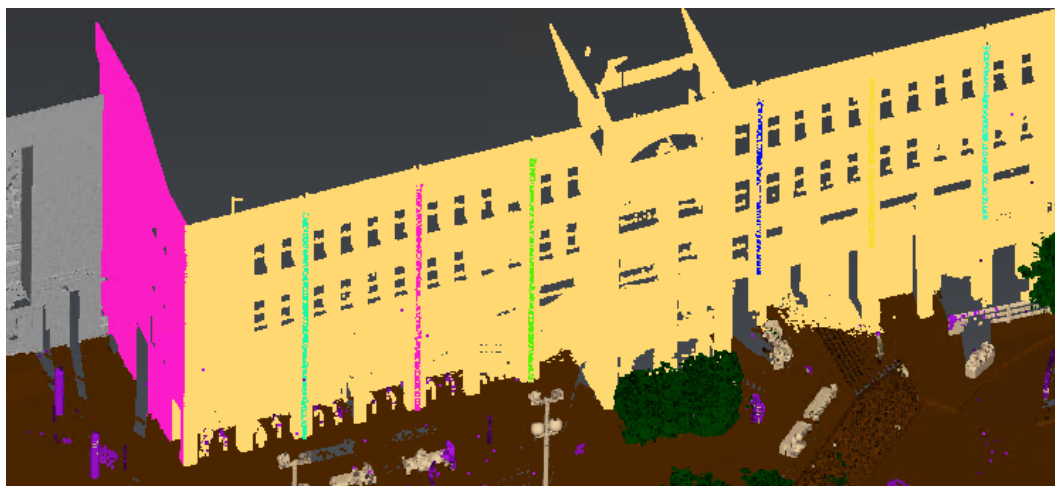


Figura 6. Nube de puntos clasificada.

Por tanto, teniendo presente el objetivo de generación de modelos de gestión HBIM, se obtuvieron dos *outputs* principales, una ortoimagen con una resolución de 0.5 mm y una nube de puntos. La ortoimagen de elevada resolución geométrica y radiométrica, obtenida a partir del modelo fotogramétrico, se empleó para identificar y documentar de la forma más sencilla, precisa y rápida los defectos existentes en la fachada, Fig. 7. Esta información 2D permite su explotación por los *stakeholders* involucrados en el proceso, pudiéndose obtener fácilmente mediciones de las zonas afectadas.

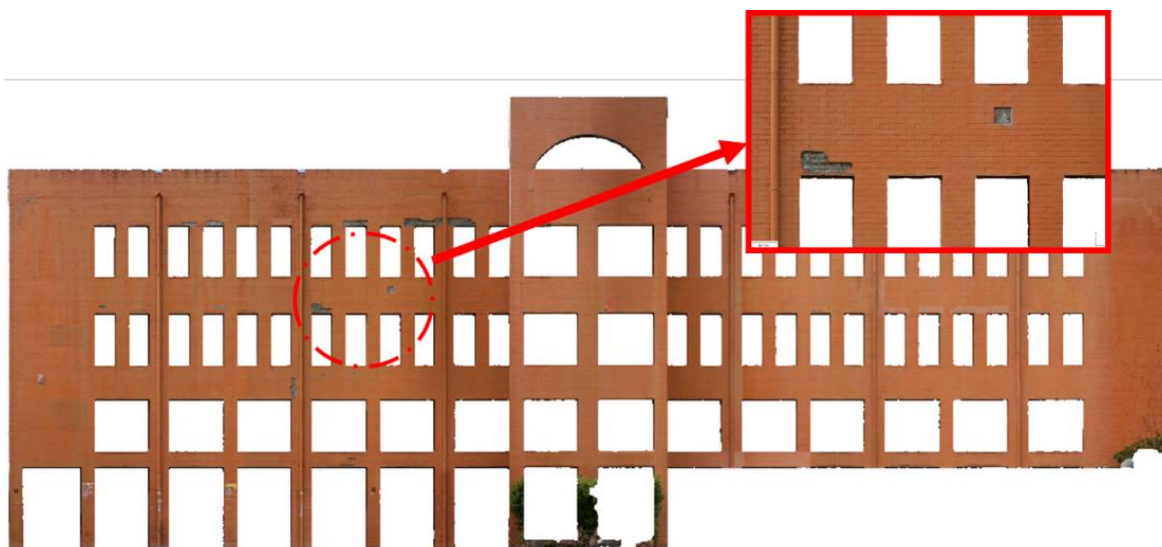


Figura 7. Ortoimagen y detalle de defectos detectados en fachada.

Por su parte, la nube de puntos obtenida mediante láser escáner fue exportada a *autodesk Recap*, Fig. 8.

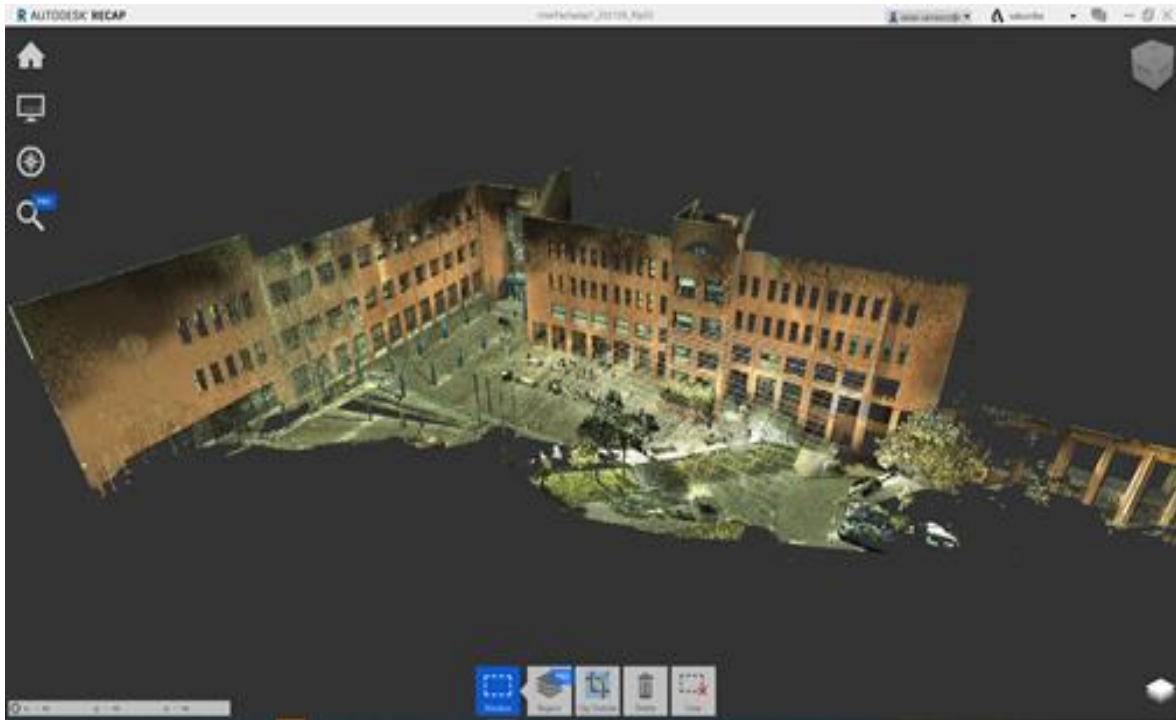


Figura 8. Nube de puntos generada en el software *autodesk Recap*.

A partir de la información generada, se procedió a la creación del modelo HBIM (etapa ③). Para ello, se empleó la herramienta de diseño 3D *autodesk Revit 2019*, desde la que se importó, a modo de plantilla, la nube de puntos generada con *autodesk Recap*. A pesar de que la nube de puntos estaba debidamente referenciada, al vincularla a Revit 2019 hubo que retocar ciertos parámetros como, por ejemplo, la ubicación del edificio, su cota de elevación o su orientación con respecto al norte real, Fig. 9, ya que el software de modelado (Revit 2019) está configurado por defecto para ubicar los modelos con respecto a coordenadas locales del software que no son las reales del emplazamiento.

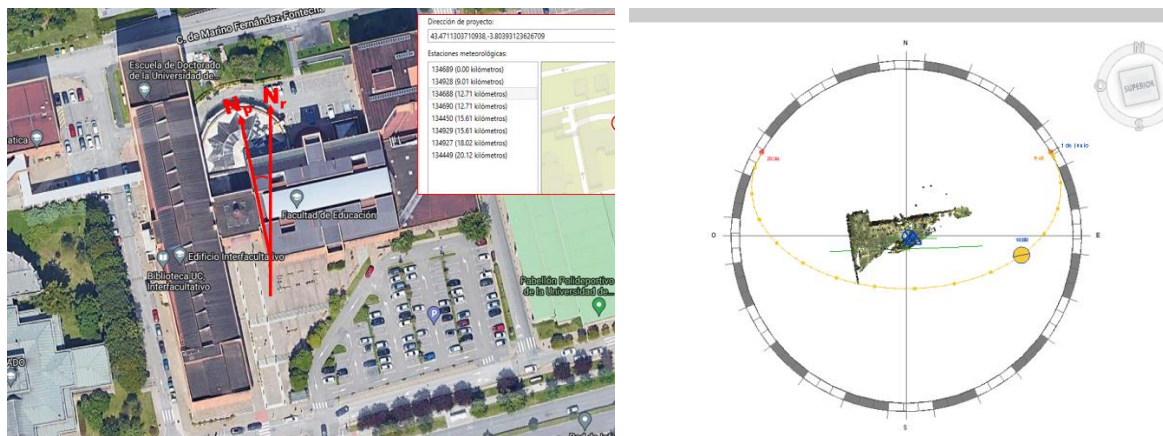


Figura 9. Configuración de la ubicación y orientación del modelo en Revit 2019.

Una vez importada la nube de puntos, fue necesario configurar los parámetros de tipo del modelo a través de la edición de familias en el menú “*Propiedades de tipo*” de Revit 2019. Los parámetros son los indicadores internos de los elementos constructivos en el software (altura, anchura, espesor, características específicas, etc.). En este caso concreto de aplicación se prestó especial atención a los elementos de carpintería, ya que eran objetivo del mantenimiento preventivo del edificio a desarrollar en el próximo ejercicio administrativo, Fig. 10.

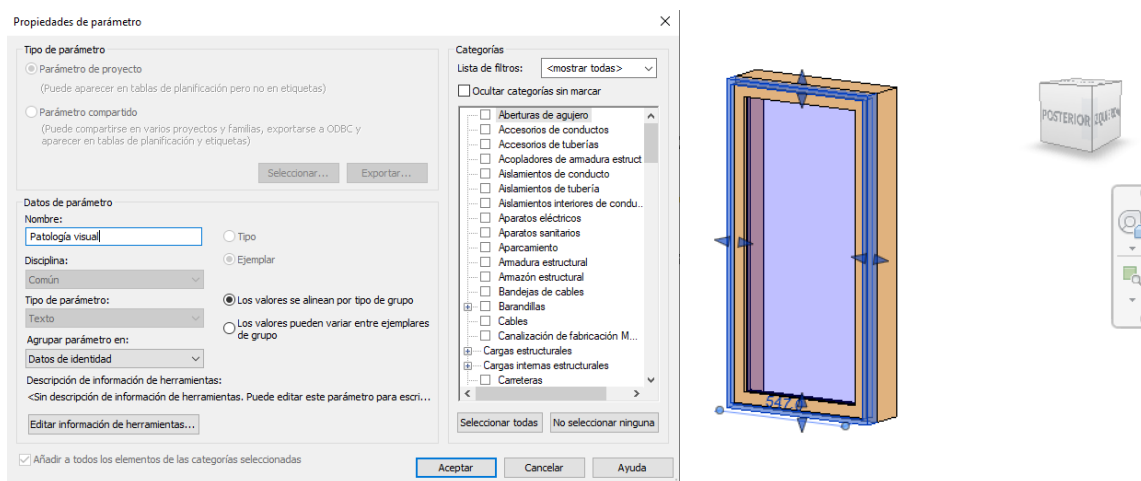


Figura 10. Configuración de parámetros compartidos y edición de familias en Revit 2019.

A partir de los objetos parametrizados en el paso anterior se procede a la generación del modelo 3D. Para ello, en primer lugar, dentro de la nube de puntos, se referenciaron diferentes planos de elevación que componen las plantas del edificio, Fig. 11. Dichos planos son necesarios para poder generar los diferentes elementos que componen la fachada. Así, se segmentaron y estructuraron los elementos en el modelo, separados por cada planta, para poder asignarles información individualizada, atribuyéndoles las relaciones que tienen entre ellos. En la Fig. 12 se ilustra el modelo 3D generado de la fachada.



Figura 11. Niveles de plantas del modelo.



Figura 121 Vista global del modelo 3D con la nube de puntos integrada.

Una vez que el modelo geométrico está elaborado puede emplearse en diferentes aplicaciones (etapa ④). Así, como un primer uso, del modelo virtual se extrajeron las

mediciones necesarias para diseñar y presupuestar determinadas actividades vinculadas con el mantenimiento preventivo del edificio. Dicha circunstancia representó un ahorro significativo de tiempo y coste al no tener que emplear o instalar medios físicos de acceso (plataformas elevadoras, andamios, etc.).

Igualmente, desde la perspectiva orientada a la dimensión HBIM 7D, el modelo generado en *Revit* (geometría, parámetros y documentación) se vinculó con el GMAO *Revizto v4*. Así, este segundo software fue configurado para mostrar mediciones, Fig. 13; y anotaciones que señalizan los defectos detectados, Fig. 14, que se vincularon automáticamente a los datos existentes funcionando a modo de enlace rápido a la documentación relacionada con el proceso patológico asociado (planos, informes, etc.).

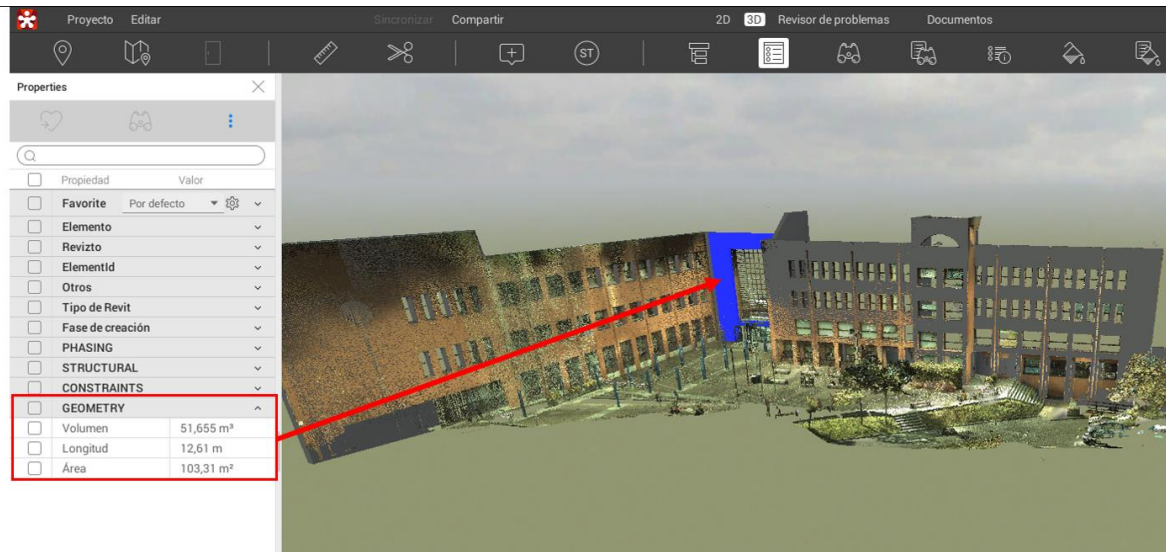


Figura 13. Gestion de mediciones en el modelo 3D con *Revizto*.

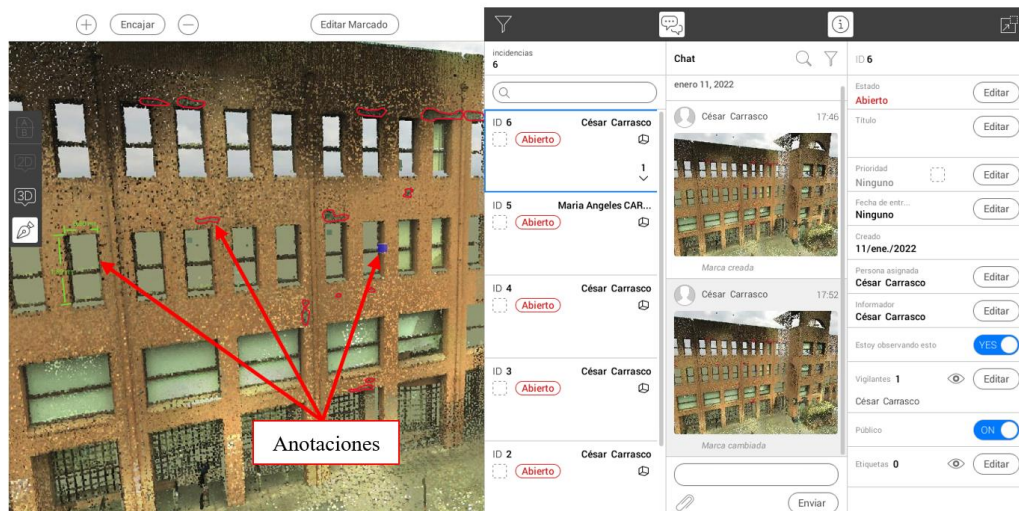


Figura 14. Creación, seguimiento y asignación de anotaciones a responsable.

Finalmente, aprovechando que se estaban desarrollando trabajos de mantenimiento en la fachada, algunas de las anotaciones se realizaron in situ en tiempo real, Fig. 15, empleando un dispositivo móvil (tablet) por el que se accedió virtualmente al modelo en la nube y se realizaron las referidas anotaciones. Estas anotaciones fueron vinculadas a un responsable, a modo de orden de trabajo, notificándose de forma síncrona y automática vía email. De esta forma se consigue minimizar la posibilidad de cometer errores en la gestión de tareas por falta de control o comunicación.

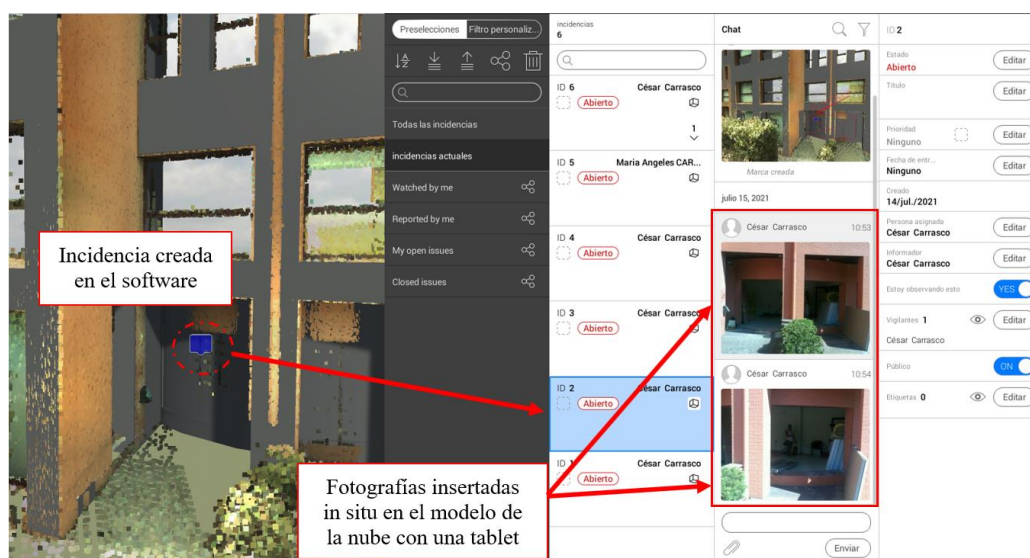


Figura 15. Seguimiento de obra in situ. Creación de incidencias y vinculación de archivos de inspección durante la ejecución de una obra en la fachada.

4. Conclusiones

En este artículo se ha expuesto un flujo de trabajo para la modelización HBIM 3D de un edificio existente, con el objetivo final de gestionar información para la elaboración y seguimiento de operaciones de mantenimiento preventivo.

Para ello, se han combinado distintas tecnologías y metodologías para la captación de datos necesarios para la generación del modelo (fotogrametría, láser escáner, GNSS y topografía clásica); se ha generado un modelo HBIM en *Revit* y se ha vinculado con una herramienta de gestión virtual 3D (*GMAO Revizto v4*).

Entre las potenciales utilidades del modelo HBIM pueden destacarse: La planificación del proyecto de intervención; la visualización 3D de la documentación, existente y generada, haciendo que el modelo funcione como una biblioteca virtual, permitiendo la optimización en el consumo de los recursos y el intercambio de información con todas las partes interesadas (*stakeholder*).

Como trabajos futuros, se ha propuesto realizar el modelado completo del edificio para ser integrado en la herramienta GMAO y, a partir de ahí, gestionar globalmente el mantenimiento de los elementos construidos del inmueble.

References

- [1] L. K. Goyal, R. Chauhan, R. Kumar, and H. S. Rai, "Use of BIM in development of smart cities: a review", in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Nov. 2020, vol. 955, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/955/1/012010.
- [2] M. Castellano-Román and F. Pinto-Puerto, "Dimensions and levels of knowledge in heritage building information modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain)", *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.*, vol. 14, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.daach.2019.e00110.
- [3] J. Herráez, P. Navarro, J. L. Denia, M. T. Martín, and J. Rodríguez, "Modeling the thickness of vaults in the church of santa maria de magdalena (Valencia, Spain) with laser scanning techniques", *J. Cult. Herit.*, vol. 15, no. 6, pp. 679–686, 2014, doi:

10.1016/j.culher.2013.11.015.

[4] X. Yang, P. Grussenmeyer, M. Koehl, H. Macher, A. Murdiyoso, and T. Landes, “Review of built heritage modelling: Integration of HBIM and other information techniques”, *Journal of Cultural Heritage*, vol. 46. Elsevier Masson s.r.l., pp. 350–360, Nov. 01, 2020, doi: 10.1016/j.culher.2020.05.008.

[5] A. Fryskowska and J. Stachelek, “A no-reference method of geometric content quality analysis of 3D models generated from laser scanning point clouds for HBIM”, *J. Cult. Herit.*, vol. 34, pp. 95–108, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.culher.2018.04.003.

[6] J. M. Sanjuán, C. L. Robles, and F. D. P. Montes Tubío, “Strengths and weaknesses of Laser Scanner survey technique for recording Cultural Heritage. Case study of the church of San Francisco (Priego de Córdoba)”, *EGA Rev. Expr. Graf. Arquít.*, vol. 2013, no. 21, pp. 216–225, 2013.

[7] A. Mol, M. Cabaleiro, H. S. Sousa, and J. M. Branco, “HBIM for storing life-cycle data regarding decay and damage in existing timber structures”, *Autom. Constr.*, vol. 117, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103262.

[8] F. M. Hidalgo Sánchez, “Interoperabilidad entre SIG y BIM aplicada al patrimonio arquitectónico. Exploración de posibilidades mediante la realización de un modelo digitalizado de la Antigua Iglesia de Santa Lucía y posterior análisis”, 2018, [Online]. Available: <https://idus.us.es/handle/11441/79394> (Accessed July 14th 2022).

[9] J. Lee, J. Kim, J. Ahn, and W. Woo, “Context-aware risk management for architectural heritage using historic building information modeling and virtual reality”, *J. Cult. Herit.*, vol. 38, pp. 242–252, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.culher.2018.12.010.

[10] R. Quattrini, R. Pierdicca, and C. Morbidoni, “Knowledge-based data enrichment for HBIM: Exploring high-quality models using the semantic-web”, *J. Cult. Herit.*, vol. 28, pp. 129–139, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.culher.2017.05.004.

[11] K. H. Sharkawi and A. Abdul-Rahman, “Improving semantic updating method on 3D city models using hybrid semantic-geometric 3D segmentation technique”, in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Sep. 2013, vol. 2, no. 2W1, pp. 261–268, doi: 10.5194/isprsannals-II-2-W1-261-2013.

[12] D. E. Andrianesi and E. Dimopoulou, “An integrated BIM-GIS platform for representing and visualizing 3D cadastral data”, in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Sep. 2020, vol. 6, no. 4/W1, pp. 3–11, doi: 10.5194/isprs-annals-VI-4-W1-2020-3-2020.

Microclimatic monitoring as basis of a project process: an experimentation in Rome

Turchetti Gaia – PDTA Dip. Sapienza University of Rome, Italy, e-mail: gaia.turchetti@uniroma1.it

Abstract: The monitoring and analysis of outdoor climatic factors is one of the basic operations for a correct design intervention at different scales. A prudent intervention cannot ignore this type of anamnesis which is added to the investigations and assessments already more consolidated at an operational level in the design process. Timing, tools, and operational methodologies are elements on which to reflect and experiment to improve the operational process that from data collection leads to project definition, as part of a cognitive path. Understanding climatic or rather micro-climatic factors must not be the exclusive prerogative of disciplines 'other' than that of the designer, but must become part of the training course, so that the professional knows how to correctly dialogue with the specialists in the sector and draw from this dialogue a design reading of the problem. Starting from the experimentation of an expeditious microclimatic monitoring campaign in the historic city of Rome, the work presented here attempts to answer some of the questions that have emerged, proposing a calibration of collection and investigation tools and methodologies aimed at the design action.

Keywords: Microclimatic monitoring; historical city; urban regeneration; city of Rome; academic training

1. Introduzione. L'importanza dell'indagine sul campo per la comprensione dei fattori climatici nei sistemi complessi della città storica

Parlando di città nel suo insieme, la letteratura ci riporta una molteplicità di politiche di adattamento e mitigazione, considerate lo strumento più efficace per agire attivamente su cause e effetti determinati dai cambiamenti climatici in atto, politiche nelle quali il termine "monitoraggio" sta acquisendo nel tempo sempre più importanza, non solo per quanto riguarda il 'processo', in termini di valutazione dell'efficienza e dell'efficacia degli interventi, ma anche - ed è quello che qui conta - per quanto riguarda la conoscenza di quel complesso sistema di input e output che definisce il metabolismo urbano.

Per comprendere le variabilità e i cambiamenti in atto è fondamentale la capacità di osservare e comprendere ogni componente del bilancio energetico del tessuto urbano dalla scala locale a quella globale, basandosi su un monitoraggio completo del sistema climatico e dei flussi radiativi grazie a dati in situ e spaziali - dalla macroscale, alla scala locale fino alla microscale-. Sono soprattutto questi ultimi dati, ovvero quelli alla microscale -anche se di non facile reperibilità-, che rappresentano per i progettisti uno strumento necessario per conoscere il luogo, la cui sottovalutazione potrebbe compromettere la reale efficacia dell'intervento ipotizzato, compromettendo una corretta lettura e comprensione dei possibili benefici dell'intervento, nonché alterare il calcolo degli indici di comfort. Tale rischio è maggiore in spazi complessi come quelli della città storica, per i quali l'effettiva entità dei dati è spesso sopra o sottostimata, determinando errori di valutazione sia nella costruzione dei modelli di calcolo che nelle analisi successive.

Il monitoraggio e analisi dei fattori climatici *outdoor* è una delle operazioni basilari per un corretto intervento progettuale alle diverse scale. Un intervento che si trovi in *concinnitas* [1] con l'ambiente, prevalentemente se storico, non può prescindere da questo tipo di anamnesi che si va a sommare alle indagini e valutazioni già più consolidate a livello operativo nell'iter progettuale. Ciò che spaventa nell'intraprendere operazioni di

monitoraggio è molto spesso il fattore tempo, che poco si concilia con le richieste della committenza. Sebbene sia vero che per ottenere un dato climatico stabile si debbano effettuare monitoraggi in range temperali estesi, il fattore tempo deve essere letto in un'ottica di programmazione a lungo termine, il che vuol dire abbandonare la non corretta prassi dell'intervento d'urgenza a favore di una manutenzione programmata alle diverse scale. Ciò è maggiormente cogente in tessuti complessi come quelli storici dove il fattore tempo assume una valenza ancora più importante. È poi necessario un ulteriore passaggio cognitivo e metodologico: la comprensione dei fattori climatici o meglio micro-climatici non deve essere esclusivo appannaggio di discipline 'altre' da quella del progettista, ma deve diventare parte del suo percorso formativo, affinché il professionista sappia correttamente dialogare con gli specialisti del settore e trarre da questo dialogo una lettura progettuale del problema.

La ricerca, qui brevemente presentata, vuole quindi sottolineare proprio l'importanza del monitoraggio ambientale in ambito urbano come base per la corretta operatività progettuale soprattutto in ambiti complessi come quelli storici da tutelare. Il tema del monitoraggio climatico va pertanto analizzato sotto due differenti punti di vista: uno teorico -per acquisire un'adeguata base conoscitiva-; ed uno operativo-sperimentale. Due differenti approcci necessari per un'azione critico-propositiva di trasformazione "microclimaticamente sostenibile" ed integrabile dello spazio urbano. Sono quindi di seguito analizzate queste problematiche, partendo dalle mancanze e/o potenzialità emerse da un'approfondita indagine sullo stato dell'arte ed arrivando a sperimentare sul campo di indagini applicate al tessuto storico della città: caso studio la città storica di Roma.

2. Dalla acquisizione del dato diretto alla sperimentazione progettuale. Il caso studio della città storica di Roma.

La scelta di Roma come caso studio è dipesa primariamente dalla possibilità di ottenere dati da stazioni di misurazione collocate nel centro cittadino, come l'Osservatorio meteorologico del Collegio Romano, uno degli osservatori più antichi d'Europa sorto alla fine del XVI secolo come specola astronomica dello Stato Pontificio nel centro di Roma. Oltre alle serie storiche, poi, dalla fine degli anni settanta fino ad oggi, diversi sono stati gli studi che hanno interessato il clima della città di Roma, analizzando su base annua il fenomeno dell'UHI.

Dai meno recenti studi di Grillini (1978) [2], Colacino e Baldi (1978- 1991- 1998) [3] [4] [5] e Lavagnini (1982) [6], a studi più recenti di Bonacquisti, Casale, Palmieri, Siani (2006) [7]; Cantelli, Monti, Leuzzi (2008) [8]; Fabrizi, Bonafoni, Biondi (2010) [9]; Fanchiotti, Carnielo (2011) [10]; Pelliccioni, Monti, Gariazzo, Leuzzi (2012) [11]; Salvati, Palme, Chiesa & Kolokotroni (2020) [12], Roma è stata oggetto di indagine sui fattori climatici causa del fenomeno di UHI: dalla valutazione delle diverse temperature registrate nel centro città (Osservatorio meteorologico Collegio Romano) e presso le sedi aeroportuali come Ciampino, all'analisi della circolazione della brezza di mare -conosciuta come Ponentino- in una vasta area che dal litorale arriva sino agli Appennini come fattori di influenza del fenomeno, strettamente correlato, come gli studiosi sottolineano, all'espansione del tessuto urbano e ai relativi effetti prodotti dall'attività umana.

Dalle prime ricerche ad oggi molto è cambiato nella definizione del problema, comprendendo sempre più come l'apporto del calore antropogenico determinato dall'inquinamento in zona urbana, all'inizio inteso come elemento scatenante, sia invece solo uno dei fattori concorrenti [5], e grande influenza si attribuisce anche a fattori morfologici e climatici del sito. La temperatura è, ad esempio, strettamente collegato al fattore di forma nella misura in cui la conformazione spaziale del singolo edificio o del complesso urbano facilita o riduce ad esempio l'irraggiamento solare. Così un'inappropriata

variazione dell'assetto urbano può determinare effetti negativi sulla temperatura dell'invaso urbano, agendo negativamente anche sulla percezione del calore.

Quanto si evince da questi studi, però, non deve essere letto solo quale mero dato climatico, appannaggio solo di climatologi e meteorologi, ma è necessario che, partendo dal dato e dalle consapevolezze acquisite negli anni, si arrivi a definire delle strategie e linee d'azione che, nel pieno rispetto delle peculiarità di ogni singolo tessuto urbano, possano guidare il progetto di trasformazione urbana – o meglio rigenerazione- verso un adattamento e mitigazione delle problematiche legate ai cambiamenti climatici nell'intero spazio dell'abitare. A tutte le scale di analisi resta ferma la consapevolezza dell'esistenza di una stretta interrelazione tra le varie componenti, rapporti di interdipendenza che relazionano in maniera diretta e indiretta il comfort outdoor con quello indoor, nella visione della città come complessa “stanza urbana”.

2.1 Le campagne di monitoraggio su Roma: l'iter di acquisizione del dato

Il cuore del problema è, come detto, nel comprendere l'andamento dei parametri climatici all'interno di un reale centro urbano, valutandone limitazioni e potenzialità concrete e toccando con mano anche le difficoltà operative di approcciarsi a questo tipo di analisi in ambiti complessi.

Solo attraverso un processo diagnostico di approccio diretto e graduale al tema, sperimentandone sul campo anche le problematiche connesse alla comprensione e trasposizione operativa del dato, è possibile impiantare indagini a diverse scale, partendo dall'analisi dell'*urban structure* e scendendo di scala, all'analisi dell'*urban fabric*, senza dimenticare il rapporto tra il tessuto urbano e l'uomo (*urban metabolism*). [13]

Partendo, quindi, dalle conoscenze acquisite nei decenni -che sono un preziosissimo strumento di conoscenza e analisi sull'andamento lineare e non delle condizioni ambientali di una città- si è deciso di fornire un ulteriore tassello di approfondimento, provando a definire un'immagine più di dettaglio del microclima urbano della città, ovvero comprendere come ed in che misura la conformazione dello spazio urbano incide sulla lettura dei dati registrati e analizzati su scala più vasta.

Per il raggiungimento di questo obiettivo, nell'ambito della ricerca qui presentata, sono stati elaborati due tipi di raccolta del dato, che definiremo ‘dato diretto’: un dato al di sopra del *canopy layer* -raccolto dalle stazioni meteorologiche posizionate in ambito urbano che, su Roma, sono collocate all'interno del ‘perimetro’ della città storica- ed uno al di sotto, ovvero al livello del *pedestrian level*, per comprendere come ed in che misura la conformazione dello spazio urbano incide sui fattori climatici e sulla loro conseguente lettura.[14] Ciò ha consentito di costruire un vero e proprio *database* che unisce i dati delle principali stazioni meteorologiche urbane con quelli raccolti sul campo al *pedestrian level* registrati attraverso campagne di misurazione effettuate ai fini della ricerca. Questo *database*, oltre a fornire di per sé un importante fonte di informazioni sul caso specifico della Capitale, è anche un utile strumento per la calibrazione dei modelli, in particolare simulativi [15] [16], che sempre più spesso costruiscono la base delle operazioni di intervento a scala urbana, ma che bisogna saper gestire correttamente per intervenire in spazi complessi da tutelare come quelli della città storica.

Per la costruzione del primo database di dati raccolti e sistematizzati dalle principali stazioni meteorologiche urbane della Capitale, due sono state le principali fonti, ovvero la due stazioni di monitoraggio climatico collocate nel tessuto della città storica di Roma:

- 1) Osservazioni meteo Collegio Romano CREA-CMA (Unità di Ricerca per la climatologia e la meteorologia applicate all'agricoltura – ex UCEA) Piazza del Collegio Romano;
- 2) Arpa Lazio (Agenzia Regionale Protezione Ambientale del Lazio), via Boncompagni 101

A questo primo, è stato affiancato un secondo *database* che ha previsto la raccolta di dati sul campo al *pedestrian level* registrati attraverso campagne di misurazione effettuate ai fini della ricerca. Sono state, pertanto, sperimentate delle 'campagne di misurazione speditiva'¹, così definite in quanto effettuate con strumentazione manuale, di più facile reperibilità e immediatezza nella lettura dei risultati, e sviluppate nell'arco di 5 mesi (da maggio a settembre 2016 - condizioni ambientali primaverili ed estive), e condotte in 10 aree selezionate nella città storica di Roma (Figura 1). La costruzione delle campagne speditive ha previsto una ferrea sistematizzazione del processo per l'ottimizzazione dei tempi.

Per quanto riguarda la scelta della strumentazione, le cui specifiche sono riportate in tabella 2, si è deciso di utilizzare quella manuale - selezionata in base a intervallo di funzionamento, prontezza, sensibilità, risoluzione ed accuratezza dello strumento. Questa scelta è stata dettata primariamente dall'impossibilità di poter posizionare in loco in maniera stabile la strumentazione stessa. Per ogni area di studio sono stati quindi selezionati dei punti di stazionamento (tabella 1 e 3) in aree nevralgiche del sito e per ogni punto di stazionamento sono stati valutati diversi parametri (Tabelle 2), tra cui intensità e direzione del flusso; temperatura dell'aria; umidità relativa. Per ogni singola sessione di misura è stato, poi, seguito il seguente iter:

- predisposizione degli strumenti e controllo continuo della strumentazione, per evitare o ridurre errori di isteresi;
- controllo delle condizioni a contorno, per evitare il più possibile alterazioni del parametro;
- rilievo dei singoli parametri climatici e restituzione del dato su singole schede di campagna;
- rilievo visivo delle caratteristiche specifiche del sito (conformazioni particolari, ostacoli, materiali, etc....)

Nella Figura 2 viene presentata una scheda tipo relativa ad una delle aree analizzate dove si riportano i dati di sintesi relativi a diversi giorni di campionatura. La scelta di utilizzare il valore medio tra diversi giorni di misurazione, anziché quello di una singola giornata, è servita per ottenere un dato più rappresentativo del periodo analizzato, e bilanciare eventuali alterazioni che nella misurazione di una sola giornata possono dipendere da vari fattori quali repentini cambiamenti climatici, errori strumentali o di presa della misura, etc....

I dati diretti raccolti (al *canopy layer* e al *pedestrian level*) hanno consentito la definizione di *database* utili per valutare, come detto, l'influenza diretta del costruito sui singoli fattori climatici, localizzando problematicità e debolezze in relazione a dati spaziali (morfologici e morfometrici) ben definiti. L'importanza, però, di questi dati, letti in ottica progettuale, va anche rintracciata nella loro estrema utilità nei processi di costruzione e validazione di modelli simulativi che, ricostruendo schematicamente il tessuto urbano, ne consentono di

¹ Le campagne di misurazione sono state effettuate con la supervisione del CNR-IDASC Istituto di acustica e sensoristica "Orso Mario Corbino", presso il quale è stato svolto un periodo di tirocinio funzionale alla ricerca.



| ELENCO DELLE AREE SELEZIONATE: | | | |
|--|--|---|---------------------------------------|
| A. P.ZZA FONTANELLA BORGHESI Rione Campo Marzio | D. VIA ANICA - VIA DEI GENOVESI Rione Trastevere | G. P.ZZA DELL'IMMACOLATA Quartiere San Lorenzo | I. P.ZZA MINCIO Quartiere Coppedè |
| B. P.ZZA CINQUE SCOLE Rione Sant'Angelo | E. VIA BONCOMPAGNI -Sede Arpa Rione Ludovisi | H. P.ZZA MATTEI Rione Sant'Angelo | L. P.ZZA CAPRERA Quartiere Trieste |
| C. P.ZZA IN PISCINULA Rione Trastevere | F. VIA PIAVE- VIA SICILIA (interno mura) Rione Ludovisi | | |

Figura 1. Stralcio del Prg del Comune di Roma (2008) dove si evidenziano le aree prese in esame. © G. Turchetti

Tabella 1. Principali criteri di selezione dei punti di stazionamento. Tabella 2. Elenco e specifiche tecniche della strumentazione utilizzata. Tabella 3. Disposizione strumenti per singolo punto di stazionamento. © G. Turchetti

| Principali criteri di selezione dei punti di stazionamento (area di indagine/ assessment area) | |
|--|--|
| - | canyon principali; |
| - | canyon secondari; |
| - | punti di intersezione tra più canyon; |
| - | slargo o piazza in posizione centrale e periferica (in zona di calma e/o in asse con la direzione prevalente di flusso); |
| - | in presenza di particolari conformazioni spaziali del sito (restringimenti della sezione, sensibile variazione di quota, presenza di barriere antropiche o naturali -come alberature-, significative deviazioni dei fronti); |

Tabella 1

| Strumento | Grandezza misurata | Campo di funzionamento | Risoluzione | Accuratezza | Strumentazione aggiuntiva |
|-------------------------------|--|------------------------|-------------|--|---------------------------|
| Termo anemometro a filo caldo | Velocità del vento [m/s] | 0 +30 [m/s] | 0,1 | +/-3% F.S. nel campo di temp 4 a 32°C | bussola |
| | T°aria [°C] | -30+180°C | 1 | | -- |
| psicrometro digitale | Umidità relativa [%] | -40 +150 °C | 0,1 | ±0,3 °C (-60 +60 °C); (±0,2°C + 0,3% v.m. campo rimanente) | sonda igrometrica |
| Psicrometro Asmann | | -5°+45°C | | ± 0.2°C | -- |
| Piranometro | Radiazione globale [W/m ²] | 0 ÷2000 | 0,5 | +/-1% | Multimetro digitale |
| Radiometro IR | temperatura superficiale puntiforme [°C] | -30 ... +260 °C | 0,1 | ±2 % | -- |
| Termocoppia | Temperatura superficiale dell'acqua | -20°C÷400°C | 1 | +/-1% | Multimetro digitale |

Tabella 2

| Disposizione strumenti per singolo punto di stazionamento | | | |
|---|-------------|---|----------------------------|
| | | | |
| Direzione Intensità [m/s] T°aria [°C] | T°sup. [°C] | Radiazione globale [W/ m ²] | Umidità relativa [%] |
| Per ogni punto di stazionamento sono stati presi i dati a differenti altezze: 0 m: corrispondente all'attacco tra superfici orizzontali e verticali; 0,35m; 1,00m; 1,75m | | | |

Tabella 3

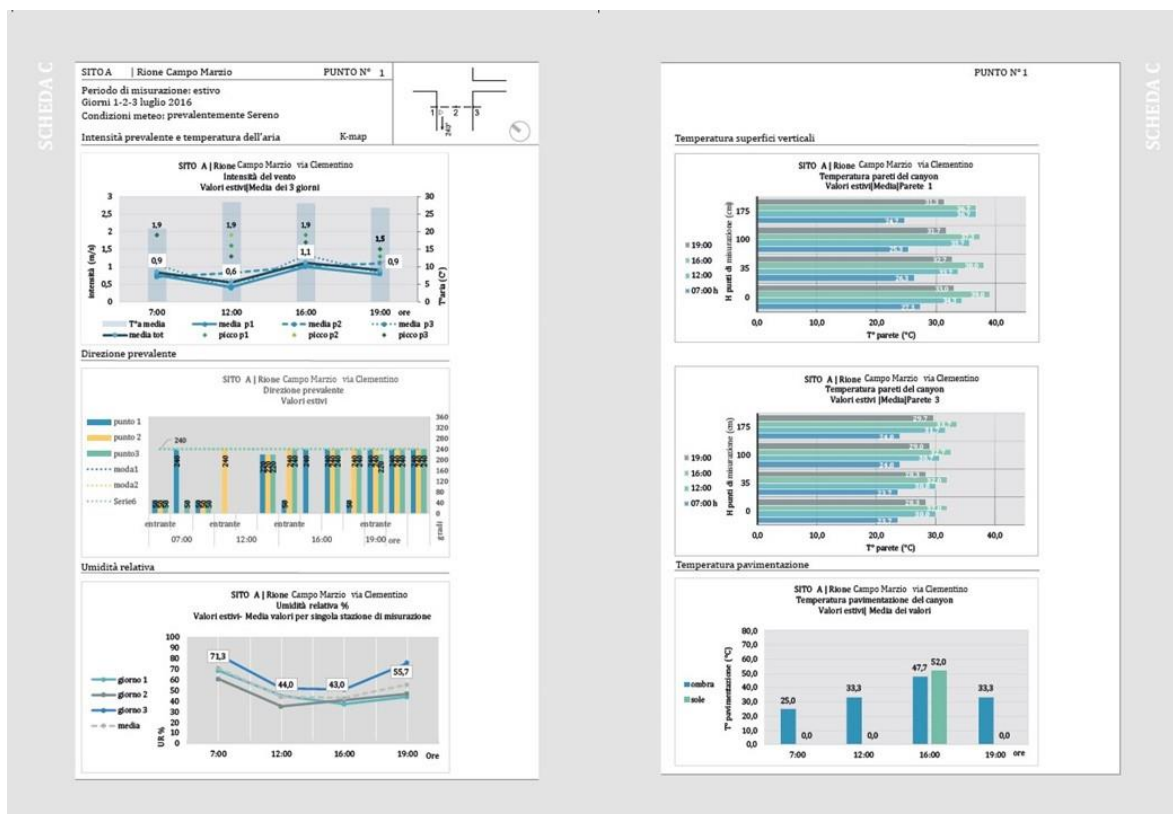


Figura 2. Schede di campagna tipo utilizzate durante i sopralluoghi e le relative specifiche per singola scheda.

Un esempio relativo alla zona di Roma, rione Campo Marzio. In queste schede sono riportati i grafici di rielaborazione dei dati raccolti sul campo, con lo scopo di estrapolare valori medi dei parametri ricercati: intensità e temperatura dell'aria; direzione prevalente; umidità relativa; principali temperature superficiali verticali e orizzontali. Questi valori sono stati raccolti per ogni punto di stazionamento e relativi sotto punti.

© G. Turchetti

capire ed esplorare rapidamente diversi e variegati scenari trasformativi, migliorativi delle condizioni climatico-ambientali esistenti.

Quanto raccolto, sistematizzato e analizzato ci ha permesso di ricostruire una visione della condizione microclimatica dei 10 siti analizzati, dandoci – come più volte sottolineato- una solida base conoscitiva per valutare se, come e quando intervenire progettualmente, nell'ottica di ottimizzare il processo decisionale e massimizzare i risultati.

3. Conclusioni. Dal dato al modello: una riflessione operativa

Molta dell'analisi e della progettazione su scala urbana oggi si basa su strumenti computazionali, ovvero modelli di analisi microscopici detti anche CFD (*computational fluid dynamic*), integrati anche in alcuni software che permettono una lettura olistica dei vari fattori concorrenti alla definizione del comfort, o meglio dis-comfort urbano. Questi strumenti aiutano a discretizzare il dato reale rapportandolo a maglie geometriche sempre più piccole e precise, offrendo una lettura quasi 'immediata' di vari fattori climatici, alcuni dei quali difficilmente misurabili strumentalmente. Di contro, però, tali strumenti necessitano di semplificazioni del dato morfologico, strutturali dei software stessi e presentano dei tempi di risposta che aumentano in maniera direttamente proporzionale all'aumento dell'area di indagine ed alla complessità del tessuto che si vuole analizzare. [17]

È dimostrato, poi, che questi strumenti di computazione fluidodinamica necessitano di una integrazione con i sistemi più tradizionali di misurazione in situ, se non altro per la

validazione del modello in vista del suo utilizzo per prefigurare scenari di futuri interventi. [18] [19] [20].

È alla luce di quanto presentato e di questa ultima considerazione che va riletta la ricerca qui presentata. Tutto il lavoro di raccolta sul campo è stato utilizzato come “materiale” progettuale: il clima, i singoli fattori e le loro interazioni sono stati valutati e considerati come elementi fondanti di un processo di trasformazione o meglio di rigenerazione che va oltre il solo cambiamento fisico della città [21], cercando di portare un miglioramento integrato, armonizzato e globale tra vari aspetti, dalle condizioni fisiche a quelle sociali, economiche e culturali di un organismo, la città, in continuo cambiamento, da un lato sfruttando la conoscenza del dato diretto e dall’altro ottimizzando il processo – anche in termini di tempo- grazie al miglioramento degli strumenti di analisi -ovvero dei modelli-.

Va quindi sottolineato che la comprensione dei fattori climatici o meglio microclimatici, come più volte detto, non deve essere prerogativa esclusiva di discipline 'diverse' da quella del progettista, ma deve entrare a far parte del percorso formativo, affinché il professionista sappia dialogare correttamente con gli specialisti del settore e trarre da questo dialogo una lettura progettuale del problema.

Come afferma Carlo Ratti [22] la città ha sempre più una duplice natura, fisica e digitale, e la sfida del prossimo futuro sarà legata al monitoraggio e quindi comprensione e orientamento di flussi metabolici bidirezionali in cui le persone sono attori fondamentali [23]. La città tutta, ed in particolare la città storica, può e deve, quindi, essere un terreno fertile della transizione in atto -ecologica, energetica e digitale come oggi viene definita- ed il perno è il consapevole utilizzo della conoscenza e della tecnologia quali strumenti per incentivare azioni più consapevoli, rendendo nel tempo più efficienti i sistemi urbani anche storici, trovando il giusto equilibrio tra le esigenze contemporanee di uso e le necessità fortemente importanti della tutela. È, pertanto, necessario abbandonare l’immobilismo erroneamente sotteso al termine “conservazione”, e ripensare a una dimensione progettuale “generativa” dove al termine “vincolo” si sostituisce quello di “opportunità”, «sinonimo non di privazioni, ma di temperanza, non di mancanza ma di qualità» citando una frase del filosofo francese Edgar Morin [24].

Acknowledgements

In questo contributo vengono presentati alcuni approfondimenti svolti dall'autore, assegnista di ricerca presso il Dip. di Progettazione, Design e Tecnologia dell'Architettura dell'Università La Sapienza di Roma, che traggono origine dai risultati di ricerche di dottorato condotte con il supporto del CNR -IDASC Istituto di Acustica e Sensori "Orso Mario Corbino" e che ad oggi sono oggetto di ulteriori sviluppi.

References

[1] Vitiello, M. (2012), *Prospettive ecologiche per il restauro. Riflessioni intorno ad alcune parole chiave*. Franco Angeli, Milano.

[2] Grillini B. (1978). Il clima urbano di Roma: la temperatura. *Rivista di meteorologia aeronautica* V.XXXVIII (4): 325-341.

[3] Colacino M. Dell’Osso (1978). The logical Atmospheric Circulation in the Rome Area: surface observations. *Bound. Lay.Meteorol* 14: 133-151.

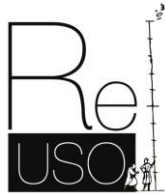
[4] Colacino M., Baldi M. (1991). *La climatologia della città di Roma*. Roma: CNR.

- [5] Colacino, M. (1998). Considerazioni in tema di clima urbano. *Nimbus 13-14*: 8-9
- [6] Colacino M., Lavagnini A. (1982). Evidence of the Urban Heat Island in Rome by Climatological Analyses. *Archives for meteorology, geophysics and bioclimatology* 31: 87-97.
- [7] Bonacquisti V., Casale G.R., Palmieri S., Siani A.M. (2006). A canopy layer model and its application to Rome. *Science of the Total Environment* 364: 1-13.
- [8] Cantelli A., Monti P., Leuzzi G. (2008). A subgrid surface scheme for the analysis of the urban heat island of Rome. *Croatian Meteorological Journal* 43 (1): 354-358.
- [9] Fabrizi R., Bonafoni S., Biondi R. (2010). Satellite and ground-based sensors for the Urban Heat Island analysis in the city of Rome. *Remote Sensing* 2(5): 1400-1415
- [10] Fanchiotti, Carnielo (2011). Impatto di cool material sulla mitigazione dell'isola di calore urbana e sui livelli di comfort termico negli edifici. *Report RdS/2011/145*. ENEA.
- [11] Pelliccioni A., Monti P., Gariazzo C., Leuzzi G. (2012). Some characteristics of the urban boundary layer above Rome, Italy, and applicability of Monin–Obukhov similarity. *Environ Fluid Mech* 12:405-428.
- [12] A. Salvati, M. Palme, G. Chiesa & M. Kolokotroni (2020) Built form, urban climate and building energy modelling: case-studies in Rome and Antofagasta, *Journal of Building Performance Simulation*, 13:2, 209-225, DOI: 10.1080/19401493.2019.1707876
- [13] Oke T.R (2006). *Initial guidance to obtain representative meteorological observation at urban scale*. Genevre: World Meteorological Organization.
- [14] Nikolopoulou, M. (2004), *Designing Open Spaces. In The Urban Environment: A Bioclimatic Approach*. Centre for Renewable Energy Sources (C.R.E.S.)
- [15] Park S., Tuller S. E., Jo M. (2014), Application of Universal Thermal Climate Index (UTCI) for microclimatic analysis in urban thermal environments, *Landscape and Urban Planning* n.125, pp.146–155.
- [16] Salata F., Golasi I., de Lieto Vollaro R., de Lieto Vollaro A. (2016), Urban microclimate and outdoor thermal comfort. A proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data, *Sustainable Cities and Society* n.26, pp.318-343.
- [17] Turchetti, G. (2017), “Urban microclimate: natural ventilation and open space in the historic city. Summary of critical evaluation on the italian and international research”, *Proceedings of the 4th WTA International PhD Symposium*, Delft, Netherlands, 13-16 September 2017, pp. 157-163. ISBN: 978-90-79216-19-2
- [18] Bröde P., Fiala D. (2012). Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int J Biometeorol* 56(3):481-94.; Park et al 2014;
- [19] Salata F., Golasi I., de Lieto Vollaro R., de Lieto Vollaro A. (2016b). Urban microclimate and outdoor thermal comfort. A proper procedure to fit ENVI-met simulation outputs to experimental data. *Sustainable Cities and Society* 26: 318-343.
- [20] Turchetti, G. (2020). “Environmental quality of the historical city: the wind strategy challenge/Qualità ambientale della città storica: la sfida della wind strategy”. *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, n.19, pp. 203-212, ISSN 2239-0243
- [21] Couch, C. (1990), *Urban Renewal: Theory and Practice*, Macmillan International Higher Education, London

[22] Ratti, C., Claudel, M. (2019). “SENSEable City – conversation” in Del Signore, M., Riether, G., *Urban machines: public space in a digital culture*, pp.208-213

[23] Shaw, S.L., Sui, D.(2018), *Human Dynamics Research in Smart and Connected Communities*, Springer, Switzerland

[24] Morin, E. (2007). *L'anno I dell'era Ecologica*. Roma: Armando Editore.



Nuove tecnologie di riuso dei materiali demoliti per finiture sostenibili: il progetto di riciclo del calcestruzzo in loco a Tres Cantos, Madrid

New recycling technologies of demolished materials for sustainable finishes: the project of concrete reuse on site in Tres Cantos, Madrid

Trinchese Giuseppe - Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy,
Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain,
e-mail: giuseppe.trinchese@unina.it ; giuseppe.trinchese@upm.es

Verniero Alessia - Università degli Studi di Napoli Federico II, Naples, Italy,
Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain,
e-mail: a.vernier@studenti.unina.it ; a.vernier@alumnos.upm.es

García López de la Osa Gregorio- Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain,
e-mail: g.garcia.lopezosa@upm.es

Abstract: The research work concerns an analysis of the on-site reuse of demolished concrete for the realization of non-structural products, such as building finishes. The case study dealt with concerns a building in Tres Cantos, a city of the autonomous community of Madrid, Spain. The aim is to trigger a process of reuse of the material of a building to be demolished, totally or partially, testing it in the laboratory and already planning a recycling plan of the materials on site. In this research work, therefore, an alternative proposal is advanced to the total demolition of the building and, depending on the future use and state of conservation, the possibility of partial demolition is pursued, recovering some environments and, at the same time, preparing on-site interventions aimed at the recovery of demolished concrete. This logic, proposed for each yard, would allow the introduction of the concept of "intelligent demolition", that is, an operation that promotes environmental protection, the eco-compatibility of materials in the construction sector, innovation in new recycling experiences, the creation of new reuse solutions and the transformation of waste through the development of the circular economy.

Keywords: reuse, demolition, recycled aggregates, sustainability, circular economy.

1. Introduzione

Il lavoro presenta il percorso ed i primi risultati di una ricerca che ha come obiettivo il reimpiego in loco di calcestruzzo demolito per la realizzazione di prodotti non strutturali, quali le finiture edilizie. Come caso studio si è scelto di affrontare, in maniera critica, la demolizione di un fabbricato a Tres Cantos, città della comunità autonoma di Madrid in Spagna. Lo stabile, edificio per uffici in disuso da anni, si presentava in uno stato di totale abbandono con parti ammalorate ed altre da recuperare. Obiettivo del contributo è quello di proporre innanzitutto, una demolizione parziale e non totale, riducendo notevolmente il quantitativo di rifiuto edilizio, in secondo luogo, innescare un inedito processo di riutilizzo del materiale di risulta, attraverso uno studio preliminare in laboratorio su campioni prelevati all'interno della struttura. Questa soluzione avvierebbe un processo virtuoso, prevedendo già in fase di progettazione un piano di riciclo dei materiali in loco.

Dalla vagliatura in cantiere del calcestruzzo demolito sono emerse tre differenti granulometrie, inerti di granulometria maggiore di 4 mm, inerti di granulometria inferiore a 4 mm, infine, le polveri, ossia inerti inferiori a 0,125 mm. Gli inerti di granulometria maggiore di 4 mm vengono predisposti per la realizzazione di una pavimentazione drenante negli spazi esterni, garantendo l'assorbimento di acqua meteorica nel sottosuolo per rimpinguare le falde acquifere.

Altresì, gli inerti di granulometria inferiore a 4 mm, ossia di 0,125 mm e 0,063 mm sono esclusi dalla sperimentazione poiché si presentano in forma di polvisco. Quindi, lo studio si è concentrato sugli inerti di granulometria tra 2 mm e 0,250 mm allo scopo di realizzare in loco prodotti per pavimentazioni esterne non carrabili. In linea con gli obiettivi dell'economia circolare va letta la decisione di utilizzare solo la vagliatura per determinare la dimensione delle particelle degli aggregati, senza ricorrere, dunque, a macchine atte alla frantumazione degli inerti, così da evitare ulteriori processi con l'inevitabile dispendio energetico correlato.

In tale lavoro di ricerca si avanza, quindi, una proposta alternativa alla demolizione totale del fabbricato e, in base alla destinazione d'uso futura e allo stato di conservazione, si persegue la possibilità di demolizione parziale. Ciò permette di recuperare alcuni ambienti, con una conseguente ottimizzazione dell'uso delle risorse e, allo stesso tempo, predisporre interventi in loco volti al recupero del calcestruzzo demolito.

2. Stato dell'arte

Il recupero non è una prerogativa dell'età moderna: è una consuetudine dell'uomo fin dalla Preistoria. Secondo uno studio condotto dal Catalan Institute of Human Paleocology and Social Evolution e pubblicato sul Journal of Archaeological Science, gli esseri umani si affidavano al riciclo già tredicimila anni fa, nel Paleolitico Superiore.

Dall'analisi degli strumenti ritrovati nel sito del Paleolitico superiore di Molí del Salt a Tarragona in Spagna è emersa una duplice vita degli attrezzi, infatti, i sassi opportunamente appuntiti per diventare rudimentali strumenti di caccia, sarebbero stati modificati quando la lama non risultava più sufficientemente affilata, convertendoli in utensili per conciare le pelli o cucinare.

Tale propensione al recupero era dettata dalla naturale ottimizzazione dei tempi di lavorazione, risultando più conveniente modificare un sasso già lavorato rispetto ad una nuova roccia. Infatti, le popolazioni nomadi preistoriche spesso si appropriavano degli oggetti trovati in accampamenti abbandonati, così da non doverli ricreare da capo, una dote che potrebbe essere considerata come "innata", ossia la scelta più logica per queste antichissime popolazioni [1].

A sostegno della tesi secondo cui l'idea di riutilizzare gli scarti appartiene da sempre all'essere umano, i testi delle civiltà antiche ce ne danno testimonianza. Dagli studi sulle murature romane si evince una matura conoscenza delle buone pratiche di recupero dei materiali, come quelle che emergono dal De Architectura di Vitruvio, dove è "appassionante scorgere come gli antichi riadoperassero le anfore oleate per alleggerire il peso delle volte o gli spezzoni di tegole come rinforzo murario, interessante è vedere come il coccio venisse pestato per essere re-impastato ed ottenere nuova malta, singolare è anche sapere di capelli fibro-rinforzanti per le pavimentazioni" [2]. Anche la città di Pompei, sepolta dall'eruzione del Vesuvio nel 79 d.C. durante la ricostruzione post sisma del 62 d.C., offre la possibilità di comprendere al meglio le scelte eseguite nel ricostruire gli edifici crollati dopo il terremoto. La scelta delle tecniche di costruzione da adoperare si basava sul riuso dei materiali crollati sia per motivi di spesa che per velocità di prelevamento. Sicuramente l'opera laterizia (*opus latericium*), l'opera incerta (*opus incertum*) e l'opera mista (*opus mixtum*) rispondevano al meglio alla necessità di usare materiale di scarto. L'opera Vitruviana, infine, presta il destro anche per ricordare il riuso in Grecia; Vitruvio, infatti, esalta le capacità dei greci, prima ancora dei romani, di riutilizzare gli intonaci

dei vecchi muri come mattoni [3]. Restando nei territori del mar Egeo, in molte città ellenistiche, durante i lunghi periodi di pace augustea, si è assistito ad un riutilizzo dei massicci sistemi difensivi, sia con il riuso dei materiali, che attraverso una ridefinizione degli ambienti e dei confini urbani, quasi in contrapposizione con quanto avviene in epoca medievale, quando torri, mura e fortificazioni vengono costruiti riutilizzando materiale antico. In epoca medievale, talvolta, la propensione al riuso degli *spolia* fu fondamentale nell'avvio di nuovi cantieri [4]. Lo stile cosmatesco trasforma, nel XII sec. il riuso dei materiali in una nuova e prestigiosa forma d'arte che, travalicando i confini di Roma, viene adoperata in numerosi luoghi del potere religioso, politico e culturale.

Leggere in chiave critica gli studi sulle murature, le analisi sui materiali da costruzione nel tempo, le ricerche sulle tecniche di realizzazione di finiture, di intonaci, di pavimentazioni e di rivestimenti interni ed esterni, le indagini sui depositi degli scarti di cantieri ed il loro uso efficiente, concorre ad aumentare la consapevolezza in tema di recupero e conduce a delle scelte opportunamente sostenute.

Nel 2015 presso i laboratori di materiali del Grupo de Investigación TEMA, Tecnología Edificatoria y Medioambiente de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), è stata condotta una tesi di dottorato da Pablo Sáiz Martínez dal titolo: “*Utilización de arenas procedentes de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de albañilería*” volta alla ricerca di soluzioni che riducano l'impatto dei Rifiuti da Costruzione e Demolizione (RCD) sull'ambiente.

Se il riutilizzo di residui di grandi dimensioni è attestato nella storia antica e moderna come riempimento per fossati e sottofondi stradali [5], il riutilizzo delle granulometrie minori ha interessato le ricerche più recenti. Infatti, l'uso della frazione fine dei diversi tipi di aggregati riciclati nella fabbricazione di malte da muratura rappresenta una via riscoperta per il nuovo impiego dei RCD e costituisce l'obiettivo principale della tesi di dottorato sopra citata. Quest'ultima ha valutato l'incorporazione della frazione fine degli aggregati riciclati nelle malte da muratura e la fattibilità della fabbricazione di malte riciclate sostituendo l'intero aggregato naturale. I risultati finali hanno indicato la fattibilità di produrre malte per l'uso in muratura impiegando il 100% di aggregati riciclati nel rispetto della normativa vigente [6]. La tesi ha tenuto conto di precedenti studi volti anch'essi al recupero dei materiali demoliti per la costruzione di pavimentazioni rigide durevoli, economiche e rispettose dell'ambiente. Dai risultati ottenuti è emerso che la combinazione migliore risultava essere quella costituita da calcestruzzo compresso e fibre di acciaio riciclato [7].

Il problema che è stato maggiormente riscontrato anche da altri studi presi in esame era la riduzione di resistenza meccanica del conglomerato composto da aggregati riciclati; per questo è stato utile tenere conto dei trecento cicli di congelamento e scongelamento effettuati dal gruppo di ricercatori della *School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science & Technology* in Cina che hanno indicato che la resistenza al ciclo congelamento-scongelamento dell'aggregato fine riciclato non è correlata al tipo di aggregato, ma è determinata dal rapporto acqua-cemento, la cui riduzione rappresenta un modo efficace per migliorarne la resistenza [8].

Risultano attualmente in corso diversi studi che in maniera trasversale affrontano il riutilizzo dei RCD per ridurre il quantitativo e il relativo impatto.

3. Gestione dei rifiuti edili tra l'Italia e la Spagna

I rifiuti derivanti da costruzione e demolizione sono generati in tutti i processi che costituiscono il ciclo di vita di un edificio. I dati presi in esame in questo lavoro condotto in collaborazione tra

il laboratorio TEMA dell'UPM e il dipartimento di eccellenza DICEA, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell'Università degli studi di Napoli Federico II, si riferiscono all'Italia e alla Spagna. Il diciassettesimo capitolo del nuovo Elenco europeo dei rifiuti (*Decisione 2001/118/CE*) riguarda i RCD, organizzati in tre livelli e contrassegnati con un codice a sei cifre raggruppate in coppie:

- aa – I livello – corrisponde ai capitoli;
- bb – II livello – corrisponde alle sottocategorie;
- cc – III livello – corrisponde al singolo rifiuto prodotto.

Secondo la banca dati Eurostat, i RCD costituiscono in termini assoluti il flusso più rilevante dei rifiuti speciali (definizione dell'art.184 del D. Lgs 152/06 - Norme in materia ambientale) prodotti in Europa. Il dato di produzione media per l'Unione europea nel 2016 è pari a 924 Mt. Tale valore rappresenta il 33% della produzione totale di rifiuti speciali dell'Unione Europea dello stesso anno (2,538 Mld di t).

La definizione normativa di “rifiuto” in Italia è data dall'art.183 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, il cosiddetto Testo Unico Ambientale: per “rifiuto” si intende “qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi” e nell'articolo 184, i rifiuti sono classificati in base all'origine e secondo le caratteristiche di pericolosità. Nel 2018, secondo i dati ISPRA, sono state avviate a recupero di materia 103,3 Mt di RS NP; di questi, il 61,2% è costituito da rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione. Per i RCD è previsto uno specifico obiettivo di preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, stabilito dalla Decisione 2011/753/CE all'allegato III ed è pari al 70% da raggiungere entro il 2020. I dati relativi al recupero di materia confermano un *trend* di crescita anche nel 2018, con un aumento dei quantitativi totali di rifiuti da operazioni di costruzione e demolizione, rispetto al 2017, pari al 12% corrispondente a circa 3,7 Mt. Il tasso di recupero dei RCD, calcolato sulla base dei dati di produzione e gestione di tale tipologia di rifiuti, si attesta nel 2018, al 77,4%, al di sopra dell'obiettivo del 70% fissato dalla Direttiva 2008/98/CE per il 2020. Tale percentuale risulta in aumento di oltre 2 punti percentuali rispetto al 2017.

In Spagna, nella Comunità di Madrid, i RCD sono classificati come segue:

- livello I: RCD in eccesso da scavi e lavori di terra (terra e materiali lapidei non contaminati). Nell'ordinanza APM/1007/2017 sono chiamati “terreni scavati non contaminati e altri materiali naturali scavati”;
- livello II: RCD non inclusi nel Livello I, generati principalmente nelle attività del settore delle costruzioni, demolizioni, riparazioni di case e la realizzazione di servizi (approvvigionamento e risanamento, telecomunicazioni, fornitura di elettricità, gassificazione e altri).

I rifiuti derivanti dall'attività di costruzione e demolizione prodotti nel 2008 sono pari a circa 40 Milioni di tonnellate [Mt]; nel 2014 sono pari a 20 Mt e nel 2018 sono pari a 14,5 Mt e rappresentano il 34% dei rifiuti speciali non pericolosi complessivamente prodotti in Spagna (43 Mt).

Per quanto riguarda l'obiettivo fissato dal Parlamento Europeo nel 2008, ossia quello di adottare le misure necessarie per riciclare i RCD fino al 70% entro il 2020 fissato dal Parlamento Europeo nel 2008, la Spagna si attesta intorno al 72%.

Inoltre, osservando le informazioni fornite dalla Banca Dati Eurostat si può notare una diminuzione della produzione di RCD in Spagna. Tuttavia, i fenomeni di illegalità, in quanto tali, non sono misurabili se non attraverso stime; motivo per cui non si può sostenere con certezza

che i dati riportati siano dovuti solo all'effettivo calo di produzione di RCD.

Si deve tener conto, quindi, della possibile gestione di RCD in modo errato o illegale, ossia che quest'ultimi abbiano quindi una destinazione sconosciuta o siano trattati in impianti non autorizzati. Infatti, dal 2018, sono molteplici gli articoli de *El País* che trattano di attività illegali a Madrid e in generale in Spagna. La strategia spagnola per l'economia circolare, *España Circular 2030*, pone le basi per promuovere un nuovo modello di produzione e consumo in cui il valore di prodotti, materiali e risorse sia mantenuto nell'economia il più a lungo possibile, in cui la produzione di rifiuti sia ridotta al minimo e quelli che non possono essere evitati siano utilizzati con il massimo scopo possibile. Tutto ciò in linea con gli obiettivi dei due piani d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare, "Closing the Loop - An EU Action Plan for the Circular Economy" del 2015" e "A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe" del 2020.

4. Un settore in evoluzione: cls demolito come aggregato in nuove costruzioni

Dai dati si può evincere che sia l'Italia che la Spagna hanno raggiunto l'obiettivo del 70% fissato dalla Direttiva 2008/98/CE per il 2020, a differenza di paesi come la Grecia, il Belgio, la Romania, la Slovacchia. Risulta per questo necessario l'elaborazione di prospettive future e la ricerca di soluzioni innovative in ambito di recupero di materiali: introducendo, quindi, il tema degli aggregati riciclati derivanti da demolizione o crollo, il loro processo di trattamento, i settori che li impiegano e il concetto di marcatura CE, ossia la certificazione prevista dalla normativa vigente per poter definire la cessazione dello stato di rifiuto e la contemporanea promozione a prodotto.

Istituendo, ad esempio, il "passaporto del materiale", è possibile valutare il materiale per le proprie caratteristiche prestazionali e non in base alla sua origine. Lo studio svolto, ha analizzato i vantaggi e le criticità relative all'uso degli aggregati riciclati, attraverso la ricerca di applicazioni esistenti, a cui poter fare riferimento, accompagnate da azioni volte a promuovere lo sviluppo del settore, come adeguamenti normativi ed organizzativi, incentivi, semplificazioni, formazione degli operatori coinvolti.

Un aspetto particolarmente rilevante per lo sviluppo di un'economia circolare è costituito dall'esistenza di un mercato per gli aggregati riciclati. Esso, secondo le Elaborazioni ANPAR su dati indagine associativa del 2018, è rappresentato in larga maggioranza (81%) dal settore delle costruzioni di infrastrutture (strade, ferrovie, piste ciclabili, ecc.), seguito da riempimenti e altri usi (12%), mentre una parte molto ridotta è destinata al confezionamento di calcestruzzi strutturali. Secondo le norme armonizzate europee l'Aggregato Riciclato (di seguito abbreviato con l'acronimo "AR") è definito come "aggregato minerale risultante dal recupero di rifiuti di materiale inorganico precedentemente utilizzato nelle costruzioni".

Gli aggregati possono essere usati sia come prodotto finito, ad esempio nelle massicciate ferroviarie o nelle opere di protezione, sia come materiale grezzo per la manifattura di altri prodotti importanti per il settore delle costruzioni, come il calcestruzzo, i prodotti prefabbricati, l'asfalto (composto al 90% da aggregati), la calce ed il cemento.

Ad oggi le possibili destinazioni d'uso di aggregati sottoposte a normativa sono:

- aggregato riciclato per la realizzazione del corpo dei rilevati di opere in terra dell'ingegneria civile e per la realizzazione di recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
- aggregato riciclato per la realizzazione di sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali, per la realizzazione di strati accessori (aventi funzione anti-capillare antigelo, drenante, etc.);

- cls: la normativa tecnica nazionale permette il confezionamento di cls con AR.

Per calcestruzzi strutturali la percentuale massima consentita di aggregati riciclati ed il numero e la tipologia dei controlli da effettuare sui materiali, ne rendono di fatto molto difficile l'impiego.

Il D. Lgs. n. 106 del 16 giugno 2017 precisa responsabilità, vigilanza e sanzioni in caso di violazione delle norme di immissione nel mercato dei prodotti da costruzione in capo alle figure di progettista, costruttore, direttore dei lavori, collaudatore, fabbricante, organismo notificato.

I provvedimenti in caso di violazione sono di tipo amministrativo e penale (impieghi di tipo strutturale).

Nonostante procedano gli studi che attestano e dimostrano le caratteristiche prestazionali elevate degli AR, la loro origine da rifiuti induce nel potenziale utilizzatore un'istintiva diffidenza, anche a causa di pratiche illecite che si sono verificate talvolta nei paesi. Infatti, i rifiuti che non hanno completato con successo il loro trattamento di recupero possono, se utilizzati al posto dei tradizionali materiali da costruzione, creare seri problemi all'impresa di costruzione di natura sia legale (in quanto si tratta di traffico illecito di rifiuti) che tecnica (mancata accettazione dei materiali da parte dei direttori dei lavori).

Risulta, quindi, fondamentale distinguere una corretta attività di riciclaggio, che porta alla produzione di aggregati di qualità, veri e propri materiali da costruzione.

Inoltre, i progettisti e i direttori dei lavori tendono a prediligere l'impiego di prodotti naturali, per i quali i rischi sono moderati, piuttosto che prevedere l'uso dei prodotti riciclati che presuppongono la definizione di caratteristiche in fase di progettazione e controlli di accettazione in corso di esecuzione dell'opera.

La diffidenza dilagante risiede, quindi, nella carenza di conoscenze delle caratteristiche dei materiali e delle procedure di controllo da applicare. Le norme europee armonizzate pertinenti gli AR hanno introdotto, ormai da diversi anni, il concetto che i prodotti immessi sul mercato delle costruzioni devono essere valutati per le proprie caratteristiche prestazionali e non in base alla loro origine. Solo la marcatura CE degli aggregati è in grado di attestare le caratteristiche del materiale acquistato.

5. Demolizione edificio per uffici a Tres Cantos, Comunidad de Madrid

Il caso studio è rappresentato dallo sviluppo del progetto a Tres Cantos volto alla riduzione del materiale da demolire, attraverso un abbattimento parziale della struttura, e al riutilizzo in situ del calcestruzzo di risulta.

Se per i grandi residui è consuetudine il riutilizzo prevedendo una pavimentazione esterna drenante, per quelli di piccola granulometria si è predisposto uno studio in laboratorio allo scopo di analizzarne le caratteristiche e promuoverne nuovi impieghi, uno tra questi potrebbe essere la realizzazione di prodotti non strutturali, quali le finiture edilizie ed in particolare le pavimentazioni esterne non carrabili.

Tale lavoro sperimentale è stato coordinato dal gruppo di ricerca di tecnologia e ambiente TEMA, che tra le numerose iniziative in via di sviluppo, ha promosso il progetto internazionale di ricerca - *“From waste to green decking: recycle demolition waste for new finishing products”*. In questo modo è stato possibile seguire attivamente i lavori di demolizione di un edificio per uffici a Tres Cantos, città della comunità di Madrid. Il nuovo progetto consisterà nella realizzazione di uno dei supermercati della famosa catena “Ahorreras”, costituita da 250 supermercati tra Madrid, Guadalajara, Cuenca e Toledo; la nuova destinazione d'uso prevede il

cambiamento dell'intera struttura dell'edificio, motivo per cui è prevista la sua demolizione.

Essendo indispensabile eseguire una demolizione selettiva, innanzitutto il primo passo è stato quello di individuare il materiale da risulta che non può essere trasportato negli impianti di riciclaggio e la cui destinazione è l'impianto di smaltimento.

Successivamente, l'impresa ha verificato la stabilità delle strutture, identificando quelle portanti e quelle non portanti.

All'interno del cantiere è stato autorizzato l'uso di macchine adibite alla separazione dei materiali post demolizione e al riciclaggio: a differenza di Madrid in cui difficilmente concedono tali permessi a causa sia del rumore che le macchine provocherebbero che del poco spazio a disposizione, nel caso del cantiere a Tres Cantos è stato possibile trattare il calcestruzzo demolito direttamente sul posto, risparmiando tempo e risorse e ponendo una grande attenzione per l'ambiente, in quanto sono stati eliminati i costi trasporto per la discarica e l'approvvigionamento di materiale.

Lo studio, come detto in precedenza, avanza una proposta alternativa alla demolizione totale che è stata effettivamente attuata: la destinazione d'uso suggerita è un *centro juvenil multifuncional*, polo multifunzionale giovanile, per la comunità di Tres Cantos. Cambiando la destinazione d'uso e occupandosi l'impresa AG Demoliciones Construcciones anche di demolizione parziale, si ipotizza la possibilità di demolizione solo del primo piano dell'edificio per uffici e si studiano gli interventi possibili volti al recupero del calcestruzzo.

A tale scopo, è stato gentilmente concesso parte del calcestruzzo demolito frantumato proveniente dal cantiere, la cui granulometria finale (0-100 mm) era costituita da grandi e piccoli residui, gli uni predisposti per una pavimentazione drenante e gli altri riutilizzati per la produzione di finiture green, in particolare di pavimentazioni esterne non carrabili.

5.1 Studi preliminari ed introduzione al lavoro di laboratorio

Dopo una dettagliata ricerca storica e bibliografica di articoli scientifici, tesi e libri specializzati, sviluppata con l'obiettivo di raccogliere le principali caratteristiche e proprietà degli AR, si è proceduto con lo studio e la caratterizzazione degli AR e dei materiali utilizzati nella ricerca. In questa fase, sono stati caratterizzati i materiali necessari per la produzione dell'impasto riciclato e di quello di riferimento, ossia inerte fine standardizzato, calcestruzzo demolito, cemento e acqua. Nell'ambito del programma sperimentale, lo studio è stato condotto nel laboratorio di materiali da costruzione della Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid (ETSEM). Innanzitutto, è stata analizzata l'influenza della frazione fine degli AR nei mix per pavimentazioni esterne non carrabili, sostituendo parte dell'inerte fine convenzionale con AR in percentuali diverse, al fine di determinare gli effetti prodotti, all'aumentare della sua percentuale di utilizzo. Le percentuali di sostituzione scelte sono state 0%, 45%, 50% e 55%. Per gli impasti era sufficiente l'uso di un unico cemento (CEM II/B-L 32,5 R) e un dosaggio di 1:3:0,5.

Quindi, si è passati allo studio delle proprietà degli impasti riciclati, analizzando le seguenti proprietà degli impasti mediante test di laboratorio su provini:

- resistenza meccanica (flessione e compressione);
- assorbimento per capillarità.

5.2 Determinazione della granulometria degli aggregati e produzione del mix design con AR

Per determinare la dimensione delle particelle degli aggregati, sono state seguite le prescrizioni della norma UNE-EN-933-1 *“Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los*

áridos”, “Test per la determinazione delle proprietà geometriche degli aggregati”. Tale metodo consiste nel posizionare una serie di setacci in ordine decrescente in base alla dimensione dell’apertura delle maglie, agitare meccanicamente il campione per un minuto e trattenere il materiale in base alle sue dimensioni nei diversi setacci. I setacci utilizzati erano di mm: 4-21-0,50-0,250-0,125-0,063. Sono state escluse le particelle di inerti di granulometria superiori a 4 mm per evitare che si costituissero linee preferenziali di rottura all’interno del provino; inoltre 4 mm è il limite che differenzia inerte fine da quello grosso. Sono state esclusi anche gli inerti da 0,125 mm e da 0,063 mm, presentandosi sotto forma di polvisco.

I materiali componenti del mix design sono:

1. cemento di tipo CEM II/B-L 32,5 R;
2. inerte fine standardizzato (sabbia di fiume di natura silicea);
3. acqua potabile proveniente dal Canale de Isabel II, responsabile della gestione dell’acqua nella Comunità di Madrid;
4. calcestruzzo riciclato proveniente dalla demolizione di un edificio per uffici a Tres Cantos.

Le proporzioni dei diversi componenti sono state pesate separatamente con una bilancia di precisione da 0,01 grammi, rispettando il rapporto 1:3:0,5; 450 g di cemento, 1350 g di inerte fine seccato 24 h in forno, 225 g di acqua.

Per stabilire le proporzioni di inerte fine e di aggregati riciclati è stato impiegato un cilindro graduato. I 1350 grammi di inerte fine inseriti nel cilindro corrispondevano a 860 ml: a partire da ciò sono state stabilite le proporzioni tra inerte fine e le relative sostituzioni del calcestruzzo demolito nelle differenti percentuali, ossia 0%, 45% ,50% e 55%.

Ai fini di una corretta progettazione del mix design è stato fondamentale valutare alcune proprietà peculiari dell’aggregato riciclato, tra cui l’assorbimento d’acqua. Come evidenziato anche da numerosi studi in letteratura, l’aggregato riciclato, a causa della malta cementizia aderente all’aggregato naturale originale, presenta un maggiore valore di assorbimento d’acqua, essendo la malta cementizia più porosa rispetto all’inerte vergine. Ciò influenza in modo negativo il mantenimento della lavorabilità nel tempo, motivo per cui si è deciso di pre-saturare d’acqua l’aggregato riciclato, prima di aggiungerlo agli altri ingredienti in fase di miscelazione dell’impasto.

Il calcestruzzo demolito è stato immerso in acqua per un’ora.

La produzione di ciascun impasto è stata effettuata con un mescolatore planetario, modello CIB-701 del marchio Ibertest, con una capacità di 3 litri.

L’acqua e il cemento vengono versati nella vasca dell’impastatrice planetaria, mentre gli aggregati vengono depositati nella tramoggia di questa macchina. I tempi utilizzati per la produzione degli impasti erano quelli stabiliti dalla norma UNE-EN 196-1 “*Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias*”.

Al fine di determinare la resistenza a flessione e a compressione, l’impasto fresco è stato versato in stampi di acciaio calibrati costituiti da tre provini prismatici di dimensioni 160 mm x 40 mm x 40 mm. Gli stampi vengono riempiti in due lotti, compattando meccanicamente ciascuno di essi con 25 colpi in un compattatore automatico modello CIB 801 di Ibertest. Una volta terminato il processo, l’impasto in eccesso viene livellato con una spatola e lo stampo viene trasferito per 24 ore in una camera di stagionatura climatica, che viene mantenuta a una temperatura di 20°C ± 2°C e a un’umidità relativa del 95% ± 5%. Dopo aver scasserato, si è proseguito con il riposizionamento dei provini (Fig. 1) nella camera umida, fino a 21 giorni con nomenclatura “A” e fino a 28 giorni per quelli con nomenclatura “B”. I provini di entrambe le

tipologie sono numerati da 1 a 3, i primi due da rompere a flessione e successivamente a compressione, il terzo da immergere in acqua per poter effettuare la prova di assorbimento per capillarità. Infine, su ogni provino è indicato il tipo di AR (cls) e la relativa percentuale di sostituzione.



Figura 1. Provini realizzati con sostituzione di AR in percentuali di 45%, 50% e 55%.

5.3 Resistenza a flessione e a compressione

La resistenza a flessione (Fig. 2) viene determinata ponendo ciascuno dei campioni fabbricati nella macchina, dove viene applicato un carico a velocità uniforme.

I provini poggiano su due rulli d'acciaio di lunghezza compresa tra 45 e 50 mm e diametro di 10 mm \pm 5 mm, distanti 100 mm \pm 0,5 mm l'uno dall'altro e sotto un terzo rullo situato al centro della campata, responsabile della trasmissione del carico.

La resistenza a compressione (Fig. 3) viene calcolata applicando un carico senza accelerazioni che aumenta progressivamente su due facce opposte del prisma fino alla sua rottura.

I campioni, ossia i due pezzi risultanti dalla rottura a flessione, sono collocati tra due piastre di 40 mm di lunghezza x 40 mm \pm 1 mm di larghezza e 10 mm di spessore.

5.4 Prova di assorbimento per capillarità

Il calcestruzzo è un materiale caratterizzato da una struttura ricca di pori, in grado di assorbire acqua al suo interno per effetto di forze capillari che dipendono da una serie di fattori tra i quali: la tensione superficiale, la viscosità, la densità del liquido. L'assorbimento è uno dei principali fenomeni di trasporto dell'acqua all'interno del calcestruzzo per quanto riguarda i meccanismi di deterioramento del materiale stesso. I provini sono stati collocati all'interno di un recipiente con il fondo piatto e posizionati in modo tale che la loro base inferiore fosse appoggiata su dei sostegni stabili. Si è riempito il recipiente di una quantità d'acqua tale da raggiungere un livello di 0,5 cm circa. All'inizio della prova (Fig. 4) sono stati fissati intervalli temporali specifici (ossia minuti: 0, 10, 20, 30, 45, 75) e di volta in volta è stato segnato il livello raggiunto dall'acqua nei provini RIF_A3, RIF_B3, A3 (45%, 50% e 55%), B3 (45%, 50% e 55%).

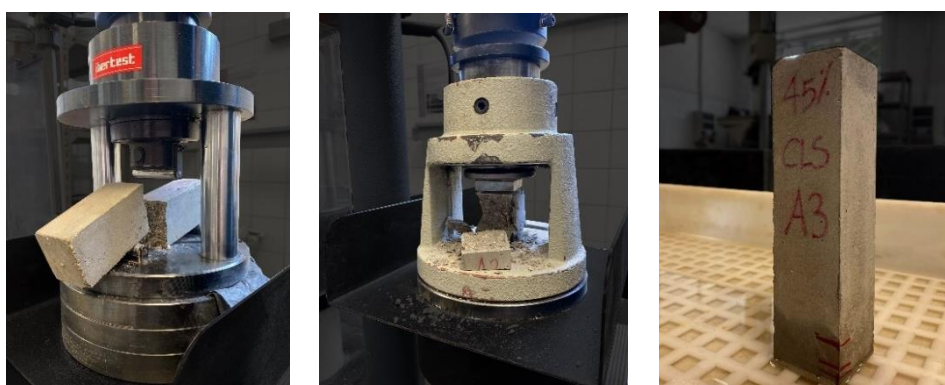


Figura 2, 3 e 4. Resistenza a flessione, a compressione e prova di assorbimento per capillarità.

5.5 Risultati resistenza a flessione

Si è calcolata la media e il relativo errore standard dei due valori di resistenze a flessione dei due provini di ogni stampo (A1 e A2 a 21 giorni e B1 e B2 a 28), mediante le seguenti formule:

$$Media = \frac{\sum_1^i R_i}{i} \quad \text{Errore standard} = \frac{S}{\sqrt{i}}$$

Dove: i = numero provini (ossia 2 nel caso della flessione e 4 a compressione) e S = deviazione standard. I dati a 21 e a 28 giorni ottenuti mediante il programma WinTest32 sono riportati nelle seguenti tabelle e grafici.

Tabella 1 e Grafico 1. Risultati rottura a flessione dei provini a 21 giorni in funzione della percentuale di sostituzione.

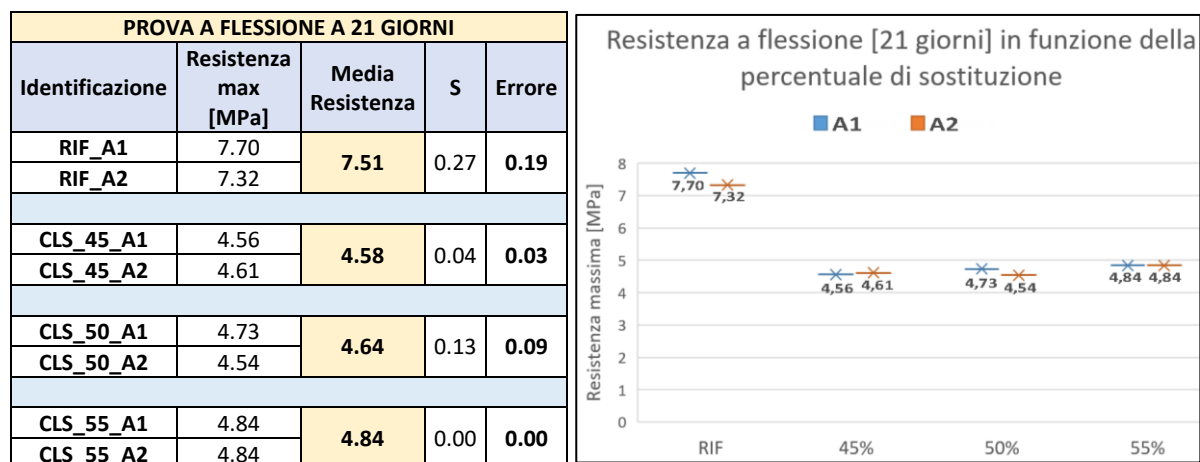
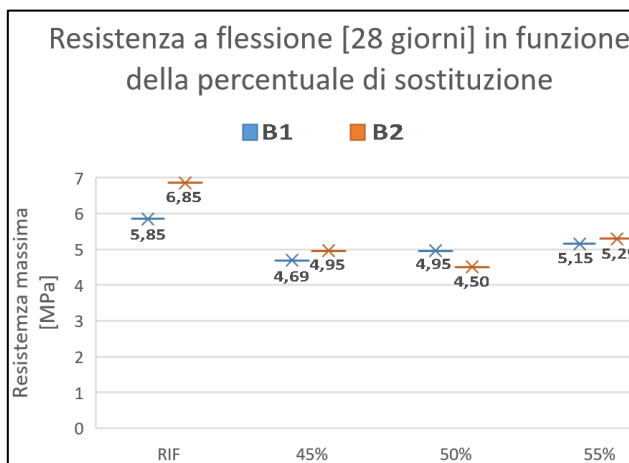


Tabella 2 e relativo Grafico 2. Risultati rottura a flessione dei provini a 28 giorni in funzione della percentuale di sostituzione.

| PROVA A FLESSIONE A 28 GIORNI | | | | |
|-------------------------------|----------------------|------------------|------|--------|
| Identificazione | Resistenza max [MPa] | Media Resistenza | S | Errore |
| RIF_B1 | 5.85 | 6.35 | 0.71 | 0.50 |
| RIF_B2 | 6.85 | | | |
| CLS_45_B1 | 4.69 | 4.82 | 0.18 | 0.13 |
| CLS_45_B2 | 4.95 | | | |
| CLS_50_B1 | 4.95 | 4.72 | 0.32 | 0.23 |
| CLS_50_B2 | 4.50 | | | |
| CLS_55_B1 | 5.15 | 5.22 | 0.10 | 0.07 |
| CLS_55_B2 | 5.29 | | | |



La prima considerazione che si può effettuare è che la media della resistenza a flessione del provino di riferimento è la maggiore fra tutte, sia a 21 che a 28 giorni e questo è un risultato che non compromette la ricerca, in quanto bisogna sottolineare che il provino con 0% di sostituzione dell'AR è stato realizzato allo scopo di avere un termine di paragone con cui confrontare gli impasti riciclati, ma la finalità della ricerca è la realizzazione di finiture green (pavimentazioni esterne) per cui le prestazioni auspicabili non devono raggiungere, o superare, i requisiti del provino di riferimento, che sono di norma finalizzati a scopi strutturali. Nel caso a 21 giorni è evidente il graduale incremento della media delle resistenze a flessione all'aumentare della percentuale di sostituzione dell'inerte fine con il calcestruzzo demolito. Nel caso a 28 giorni c'è una leggera diminuzione nel caso al 50% per poi aumentare nuovamente nel caso a 55%. Infine, comparando le due tabelle, si può notare che i valori di resistenza a flessione a 21 giorni sono inferiori rispetto a quelli a 28 giorni.

5.6 Risultati resistenza a compressione

Allo stesso modo, si è calcolata la media e il relativo errore standard dei quattro valori di resistenze a compressione dei due provini di ogni stampo (A1 e A2 a 21 giorni e B1 e B2 a 28 giorni) precedentemente rotti a flessione (la compressione si esegue sulle due metà ottenute). Alle tabelle è stato allegato un grafico che consente di osservare la resistenza a compressione in funzione della percentuale di sostituzione dell'inerte fine con AR: il grafico è denominato "a scatola e baffi" e pone in relazione una variabile quantitativa, ossia la resistenza massima a compressione dei provini, con una variabile qualitativa, ossia la percentuale di sostituzione di aggregato negli impasti.

Dalla lettura della Tabella 3 e del grafico annesso, si può osservare che la media della resistenza a compressione del provino di riferimento è la maggiore fra tutte ed è evidente un incremento, seppur leggero, dei valori di resistenza all'aumentare delle percentuali di sostituzione dell'inerte fine con il calcestruzzo demolito.

La Tabella 4 riporta i risultati della rottura a compressione dei provini a 28 giorni, ottenuti mediante il programma WinTest32; in allegato il Grafico 4.

Dalla lettura della tabella e del grafico annesso, si può osservare che l'optimum a 28 giorni si ottiene nel caso del 50% di sostituzione dell'inerte fine con l'AR, presentando una media di resistenza a compressione maggiore rispetto a quella associata al 55%.

Tabella 3 e relativo Grafico 3. Risultati rottura a compressione dei provini a 21 giorni in funzione della percentuale di sostituzione.

| Identif. | Resistenza max 1 [MPa] | Resistenza max 2 [MPa] | Media Resistenza | Errore |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------|--------|
| RIF_A1 | 30.22 | 31.1 | 33.08 | 1.61 |
| RIF_A2 | 37.41 | 33.57 | | |
| CLS_45_A1 | 17.73 | 16.61 | 16.69 | 0.51 |
| CLS_45_A2 | 15.32 | 17.11 | | |
| CLS_50_A1 | 16.98 | 17.56 | 17.52 | 0.19 |
| CLS_50_A2 | 17.72 | 17.82 | | |
| CLS_55_A1 | 17.53 | 18.26 | 17.98 | 0.22 |
| CLS_55_A2 | 17.68 | 18.44 | | |

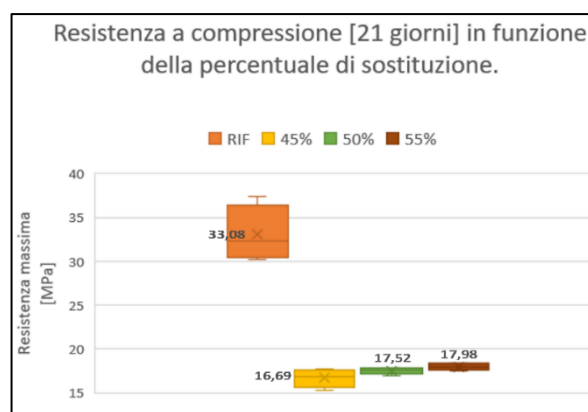
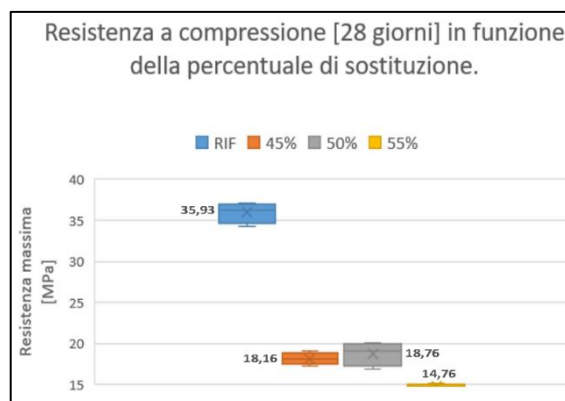


Tabella 4 e relativo Grafico 4. Risultati rottura a compressione dei provini a 28 giorni in funzione della percentuale di sostituzione.

| Identificazione | Resistenza max a [MPa] | Resistenza max b [MPa] | Media Resistenza | Errore |
|-----------------|------------------------|------------------------|------------------|--------|
| RIF_B1 | 34.28 | 37.06 | 35.93 | 0.61 |
| RIF_B2 | 35.83 | 36.55 | | |
| CLS_45_B1 | 18.23 | 19.07 | 18.16 | 0.38 |
| CLS_45_B2 | 18.09 | 17.23 | | |
| CLS_50_B1 | 19.8 | 18.32 | 18.76 | 0.74 |
| CLS_50_B2 | 16.85 | 20.06 | | |
| CLS_55_B1 | 14.44 | 15.16 | 14.76 | 0.15 |
| CLS_55_B2 | 14.68 | 14.77 | | |



6. Conclusioni e future linee di ricerca

L'obiettivo del lavoro di ricerca svolto è studiare la fattibilità dell'incorporazione della frazione fine di calcestruzzo demolito nella produzione di pavimentazioni esterne non carrabili.

Lo studio sperimentale effettuato è riassunto nelle seguenti conclusioni:

- la granulometria della frazione fine del calcestruzzo demolito si mostra adatta alla realizzazione di prodotti non strutturali, quali le finiture edilizie ed in particolare le pavimentazioni esterne non carrabili;
- la lavorabilità dell'impasto riciclato è inversamente proporzionale alla percentuale di AR utilizzata, quindi è stato necessario pre-saturare l'aggregato riciclato;
- in termini di resistenza, sia a flessione che a compressione, il comportamento meccanico degli impasti riciclati è inferiore a quello degli impasti di riferimento. Tuttavia, i risultati ottenuti soddisfano i requisiti per la realizzazione di pavimentazione esterna (trattandosi di un prodotto non strutturale);
- in termini di resistenza, sia a flessione che a compressione, si registra un leggero incremento all'aumentare della percentuale di sostituzione, ad eccezione solo dell'impasto costituito dal 55% di calcestruzzo demolito, rotto a compressione dopo 28

giorni: quest'ultimo manifesta una leggera diminuzione;

- gli impasti riciclati presentano capacità di assorbimento capillare leggermente più elevati di quelli di riferimento e il valore è tanto più alto quanto maggiore è la percentuale di AR utilizzata.

Di seguito sono riportati diversi aspetti che non sono stati analizzati in questo lavoro di ricerca o che non sono stati sufficientemente sviluppati e che potrebbero essere studiati in ricerche future per ampliare le conoscenze sugli impasti riciclati. Risulta innanzitutto indispensabile estendere lo studio del rapporto tra i componenti aumentando la percentuale di AR rispetto alla quantità di cemento. Altresì, è necessario realizzare test per conoscere il contenuto di cloruri, il contenuto di zolfo totale e studi come diffrazione di raggi X, analisi termo gravimetrica e fluorescenza a raggi X, successivamente determinare la resistenza all'adesione, la durezza shore D, il coefficiente di conduttività termica e quello di assorbimento acustico. Quindi, continuare lo studio sull'influenza della frazione fine degli AR negli impasti, utilizzando aggregati riciclati misti provenienti da altri materiali quali laterizio, gomma, lavagna., ecc.

7. Bibliografia

- [1] Vaquero, M., *The history of stones: behavioural inferences and temporal resolution of an archaeological assemblage from the Middle Palaeolithic*. In: *Journal of Archaeological Science*, Volume 35, Issue 12, dicembre 2008, pagg. 3178-3185.
- [2] Trinchese, G., *Il riuso dei materiali dal De Architectura di Vitruvio*. In: Conte, A. e Guida, G. (a cura di), *Patrimonio in divenire, conoscere, valorizzare, abitare*, ReUSO Matera, Gangemi Editore International, pagg. 1181-1192. ISBN: 9788849238006.
- [3] Ibidem, pag. 1186.
- [4] Trinchese, G., *Il riciclo dei materiali a difesa del territorio*. In: Fumo, M. e Trinchese, G., *Differenti strategie difensive. Dai muri di cinta alle barriere invisibili di protezione*, Luciano Editore, Napoli 2020, pagg. 113-120. ISBN: 9788860262776.
- [5] Etxeberria, M., Gonzalez-Corominas, A., Galindo, A., *Estudio de la aplicación del árido reciclado mixto en hormigón poroso y como relleno de zanjas en la ciudad de Barcelona*. In *Informes de la Construcción*, Vol. 68, 542, e142, giugno 2016, ISSN-L: 0020-0883.
- [6] Sáiz Martínez, P., *Utilización de arenas procedentes de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, en la fabricación de morteros de albañilería*. Tesi di dottorato, Universidad Politécnica De Madrid. [Consultato il 12 giugno 2022]. Disponibile da: <https://oa.upm.es/39585/>.
- [7] Muscalu, M., Andrei, R., Taranu, N., Budescu, M., Lungu, I., *Innovative Technologies and Logistical Solutions for the Reuse of Demolished Concrete in the Construction of Cement Concrete Pavements*, Editore Trans Tech Publications Ltd, giugno 2013, pagg. 259-268.
- [8] Changming Bu, Lei Liu, Xinyu Lu, Dongxu Zhu, Yi Sun, Linwen Yu, Yuhui OuYang, Xuemei Cao, Qike Wei, *The Durability of Recycled Fine Aggregate Concrete: A Review*. In *Journal Materials MDPI*, gennaio 2022, Disponibile da: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8839340/>

Progettazione salutogenica e rigenerazione per il patrimonio costruito

Salutogenic design and regeneration for building heritage

Rosa Maria Vitrano – University of Palermo, Palermo, Italy, e-mail: rosamaria.vitrano@unipa.it

Abstract: The design approach used is the SPCI “Salutogenic Park City Immersive” which focuses on the renaturation of urban living environments. A strategic role is played by the use of greening and landscaping design systems that are able to absorb a significant share of the country’s climate-changing gas emissions, as already partly highlighted by the European Green Deal. In particular, the key factors and methodologies of intervention are based on the interaction between Green City Adaptive and Resilient Design, in terms of physical redevelopment, environmental remediation and energy improvement, integrated with the enhancement of existing heritage. With the SPCI we intend to experiment with interventions that can act on associated life and social inclusion at all scales, operating an environmental reconversion that puts the inhabitant and his health at the centre of its interests, also with bottom-up procedures. Today, giving answers corresponding to new perspectives of renaissance and ecological transition with “salutogenic design strategies” becomes an objective that can no longer be postponed, and technological design is among the disciplines called upon to give increasingly targeted and concrete answers from this perspective. Urban design can offer cities new metabolisms, oriented towards wellbeing and health, by carrying out a combined strategy of material recovery and technological adaptation, but also stimulate the process of collective consciousness, with targeted interventions, directing society towards a culture of conscious and evolved healthy living.

Keywords: regeneration, green city, sustainability, resilience, co-design.

1. Introduction - Research framework and methodology

The research moved along two parallel trajectories: on the one hand encouraging international scientific and technical comparison in order to develop a deeper scientific debate on the possible environmental regeneration systems that can be activated by means of urban parkification (analysing three case studies in Spain and the United Kingdom), and on the other transforming theories into technologically competitive actions and strategies for direct verification on the territory of Porto Empedocle (Agrigento - Italy).

In operational terms, the research identified those environments of the city that we could define as characterising/strategic, or rather capable by their nature not only of offering a new service to citizens, but also of giving a sign of change, creating places and architectural spaces with the capacity to increase environmental wellbeing.

Vectors of development of the research project:

1. in-depth study of the physical consistency, typological articulation and in general of the environmental situation in the territory of Porto Empedocle;
2. comparison of urban and environmental regeneration solutions in European realities that have adopted specific programmes and projects;

3. construction of new information systems for the detection and monitoring of criticalities in the built environment;

4. experimentation of participatory processes for the implementation of adequate contrast policies.

Operational phases of the technological survey:

- on the identity structure - survey on the different built areas that constitute the identity values (historical centre, periphery, coastline) including the peri-urban and agricultural areas surrounding the urban settlement and which constitute a pool of great potential for the redevelopment to be carried out;

- on the environmental phenomenological structure - analysis of particular local environmental instability and/or imbalance factors and landscape: considerable presence of degraded and disused buildings both in the urban and suburban centre including the building aggregates of the disused industrial area and railway area.



Figure 1. Superilla Barcelona, Spain. www.barcelona.cat

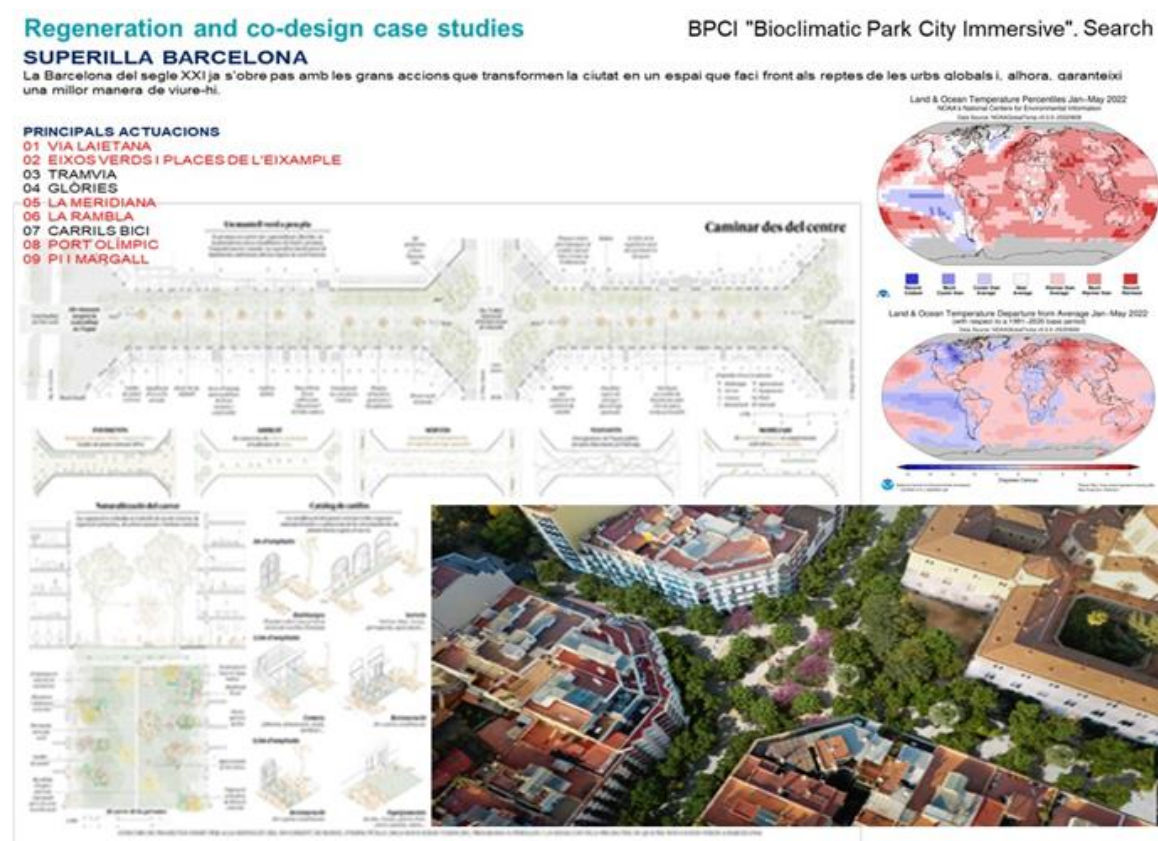


Figure 2. Superilla Barcelona, Spain. www.barcelona.cat

2. Salutogenic design for cities, sustainable design and health promotion

The objective of salutogenesis applied to urban regeneration design is to determine the factors that generate health. Regeneration is part of the broader theme of the relationship between technological culture and environmental culture, and in particular the central issue of optimising resources, both natural and artificial, and the problems arising from the fracture between the built environment and the physical-climatic context. Designing sustainable urban regeneration means first and foremost focusing on strategies that put the health of the inhabitants first, proposing intelligently 'renewed' urban environments, according to the use of decentralised energy sources, eco-building and green mobility, in order to provide immediate responses to resource depletion on the one hand and the need to protect the quality of natural and environmental capital on the other. By improving ecological quality and resilience, cities will make a decisive contribution to the well-being of citizens and the growth of local development. From a social science perspective, it can be said that "resilience corresponds to the human capacity to face life's adversities, overcome them and emerge strengthened or even transformed." (Grotberg, 1996)[2]

The salutogenic regeneration project must therefore be built on three basic principles:

- comprehensibility (analysis of stimuli from the environment);
- addressability (identification of resources to respond to these stimuli if available);
- meaningfulness (investigation of internal/external demands that constitute challenges worthy of social engagement and investment).

For several years we have acquired how much urban and environmental regeneration is necessary to satisfy housing needs and we have understood, also at European level, how indispensable it is to implement conditions of safety, inclusiveness, subsidiarity and social

equity. The contemporary project, through a virtuous integration of these components of sustainability and wide-ranging sensitivity, is therefore increasingly oriented towards health and safety, in the decisive overcoming of dissipative anthropocene models with high exploitation of resources. A key concept concerning health is found in Antonovsky's theory of how specific personal dispositions serve to make individuals more resilient to the stressors they encounter in daily life. Antonovsky identified these characteristics, which he said helped a person cope better (and stay healthy) by providing that person with a 'sense of coherence' about life and its challenges (Antonovsky, 1987). [3] Following a salutogenic approach means rethinking the conception of health, reviewing the theoretical-conceptual frameworks that frame it, identifying new tools and 'lenses' with which to view the mechanisms of health generation. The postulates derived from the evolution of the studies of Antonovsky and others have led to the formulation of interesting theoretical and practical perspectives for the promotion of health that in this era of serious environmental crisis can be applicable at a basic methodological level to the same technological design for the construction of appropriate processes of ecological transition. The European Union has responded to the environmental crisis with a planning instrument named Next Generation EU (NGEU), aiming more strongly at an ecological and digital transition plan. The fundamentals of the ecological transition, already outlined by the European Green Deal at the end of 2019, aspired to achieve climate neutrality by 2050 and to reduce climate-disrupting emissions by 55% by 2030 compared to the scenarios of the 1990s. Studies carried out by the IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change show how necessary it is to implement counteracting and preventive measures in adherence to the 17 goals of the 2030 Agenda, launched in 2015 by the United Nations. In fact, the "Health in All Policies" strategy indicated by the World Health Organization (WHO) points out that the health of inhabitants derives only from the quality of living and working environments (D'alessandro, 2017) [4], rather from the well-being and improvement of public health that can also follow a proper regeneration of urban areas.

Another important issue addressed by research on urban regeneration is the construction of appropriate inclusive decision-making processes. "Citizen participation, is an important element on two levels: on the one hand to identify, support, develop and sustain sustainability policies, and on the other hand as a tool to arrive at shared solutions" (Musco, 2016) [5]. Salutogenic processes involve: people, social groups and communities; in these contexts, individuals with active personal and social roles are 'salutogenic agents'. Expanding on Antonovsky's approach, the extended salutogenesis approach carried out by the research aims to study how social components generate health for the individual. The salutogenic approach, being aimed at observing and understanding the phenomena of health (which Antonovsky refers to as a 'mysterious phenomenon') can only make use of complex principles. From this perspective, the complex principles of:

self-organisation - the individual's ability to reorganise himself according to his own purposes and the environment; a flexible, growth-oriented state of equilibrium through dynamic imbalance/balance relationships that foster human potential;

negentropy - rather than entropy as closed systems have no possibility of keeping themselves alive; improbability and moving away from fixed (non-stationary) points allow the expression of human potential (see Verga oyster theory);

hologramatic principle - this can be defined, by simplifying it, as the ability of the micro to influence and modify the macro; the macro contains the micro; the micro contains the information and characteristics of the macro;

health promotion – “any combination of health education and related organisational, policy and economic interventions designed to facilitate behavioural and environmental changes designed to improve health.” (Green, 1996) [6]

3. Methodologies and guidelines for urban regeneration and environmental well-being

Urban regeneration is not a tool, but a method; it is not made up of established rules, but of specific approaches and analysis in each urban environment; it is not an immediate solution, but it takes time to appreciate its positive results; it cannot fail to comply with the legislation but must use it intelligently to achieve objectives and provide answers. With this in mind, organic action must be taken on all the levers necessary for the development of this new environmental, social and economic culture.

The wide-ranging analysis carried out with the SPCI (from European contexts to the territory of Porto Empedocle) in addition to defining the fundamental principles, identifies three main levels of intervention:

- creation of green infrastructure and protection of biodiversity;
- use of renewable energy systems and ecodesign;
- accessibility and design for all.

In general terms, it is intended to consciously pursue the following goals:

- raising the level of quality of life for residents and users by enhancing and revitalising the city with the inclusion of public green spaces (ecological sustainability - increasing biodiversity);
- health promotion - i.e. focusing our attention on generating well-being, not just treating but also preventing, informing, raising awareness and promoting healthy places and behaviours oriented towards well-being;
- the social, cultural and functional integration through the formation of new urban centralities, the coexistence and interrelation of residences, economic activities, public and commercial services, work activities, social and cultural services and activities promoted by public and private entities aimed at the development of local economies.

Assonances with the salutogenetic approach and theoretical reference models:

1. Cognitivist/participative approach
2. Ecological approach
3. Holistic approach
4. Systemic approach

Human beings are embedded in a network of biological, psychological and social relationships that influence health both individually and through mutual interactions. Here we have respect for the individual, for his or her autonomy and responsibility, for his or her ability to choose between different options aimed at improving health and care.

Community empowerment concerns social participation to improve general living and development conditions, social and political rules, connections and cohesion between the components of the social system.

Wallerstein proposes the following definition: “Empowerment is a process of social action through which people, organisations and communities acquire competence over their own lives in order to change their social and political environment to improve equity and quality of life.” (Wallerstein, 2006) [7].

Taking into account the definition and characteristics of the salutogenic approach, one can think of empowerment for health as the result of the concomitant action of internal and external salutogenic factors, determined by the living environment. But whereas empowerment for health presupposes the transfer of decision-making power between two subjects, salutogenesis results from a drive not necessarily resulting from an interpersonal relationship.

Regeneration and co-design case studies

BPCI "Bioclimatic Park City Immersive". Search



Figure 3. Green Quarter, Great Western Railway, Ealing, Lichfield. John Thompson & Partners <https://www.jtp.co.uk/projects/the-green-quarter> (2019)

Regeneration and co-design case studies

BPCI "Bioclimatic Park City Immersive". Search



Figure 4. Rugeley Power Station, Borrow Pit lake, Staffordshire, John Thompson & Partners, <https://www.jtp.co.uk/projects/community-planning>

4. Salutogenic Regeneration and eco-design case studies

The research selected three case studies: the Eixample project in Barcelona, emblematic of an environmental regeneration based on the parcelling out of the city centre, and two case studies of regeneration in the city of London, the United Kingdom is in fact an area where urban regeneration systems in a sustainable and participatory key have been experimented for more than twenty years now.

The Eixample (Barcelona, Spain). The Barcelona City Council in Spain is carrying out an interesting urban and environmental regeneration project in the heart of the city, transforming the streets of Consell de Cent, Rocafort, Comte Borrell and Girona into green axes and placing four large plazas of about 2.000 square metres each at their intersections. The regeneration and renaturalisation strategy is well oriented in this project, as it envisages the reconversion of public urban spaces also with eco-design devices to reduce high summer temperatures and pollution. This project is certainly an innovative response that puts inhabitants first by integrating natural processes, greenery and biodiversity, optimising resources, with rational and simple solutions. The project was also defined by listening directly to the inhabitants and all social actors. The participative project was open to all interested people through meetings and activities, both at neighbourhood and city level. The Barcelona project is thus among the most enlightened contemporary projects, which is implementing co-design tools right from the preliminary design phase (anticipatory project), the forecast for realisation is to finish work in 2023. As noted by Jannack (2015) [8], especially for regeneration projects of public interest, the real challenge for the future is to work with co-design tools by implementing massive communication between citizens and experienced professionals. Optimising and valorising the experience and ingenuity of communities, that is, that collective intelligence, which is itself a project asset. (Godet, Durance, 2014) [9]. Also important in this direction is the use of digital platforms (Laing, 2018) [10] to disseminate and involve all stakeholders on the strategies of reconversion, valorisation and fruition. Superilla Barcelona has become the model for the transformation of streets throughout the city, with the aim of reclaiming for citizens part of the space currently occupied by private vehicles; achieving a healthy, greener, fairer and safer public space that promotes social relations and the local economy. (Fig.1,2)

London, Southall Gasworks, United Kingdom. Urban regeneration of a London neighbourhood formerly home to the decommissioned Southall Gasworks in 1973, a site that had become inaccessible over time. The Vision for the Green Quarter – this is the title the studio gave to the project – was realised with the involvement of the community through the organisation of workshops and targeted events. Interesting is the idea of the park-quarter open to all, it offers 20 hectares of green space and several interconnected areas separated by activity (offices, commerce, leisure, etc.), the identity of the place is centred on ‘The Flow’, a public promenade for the inhabitants of the place that is also a new destination for the leisure hours of Londoners. The footprint is that of an ecological neighbourhood, immersed in nature with residential buildings that have been completely upgraded in terms of facilities, energy saving, state-of-the-art services and appropriate use of collective open spaces. This project is an example of regeneration that could be applied in Porto Empedocle in those suburban residential areas bordering the disused industrial area, whose area would be incorporated (through the establishment of green axes that will act as a filter) into the district and transformed into a public park (Fig.3).

London, Rugeley Power Station, United Kingdom. Rugeley Power Station is located on the edge of Rugeley Town Centre in Staffordshire. This is also a brownfield site of 139 hectares that has been completely regenerated. The area in 2016 was in total dereliction with

a number of disused coal-fired power stations, gas turbines, cooling towers and chimneys. This site was already important to the city as it provided jobs and social facilities. The owner of the Rugeley Power Station ENGIE was determined to redevelop the site. The comprehensive master planning application was registered by both Lichfield and Cannock Chase District Councils because the site straddles the two municipalities. Establishing a community planning process was the key to ensuring that the proposals met the needs of the community, with a process of broad involvement of all local social actors.

Very interesting is the design of the 25 hectare public Riverside Park, with a landscape vision of great identity strength. The mixed-use (residential and recreational) site provides enhanced areas of biodiversity with extensive meadows and gives access to a long inaccessible part of the River Trent. “The Railway” runs along part of the former railway spur for almost three kilometres, creating areas of mixed-use green space for the community. Also very successful is the creation of distinct areas of community interest:

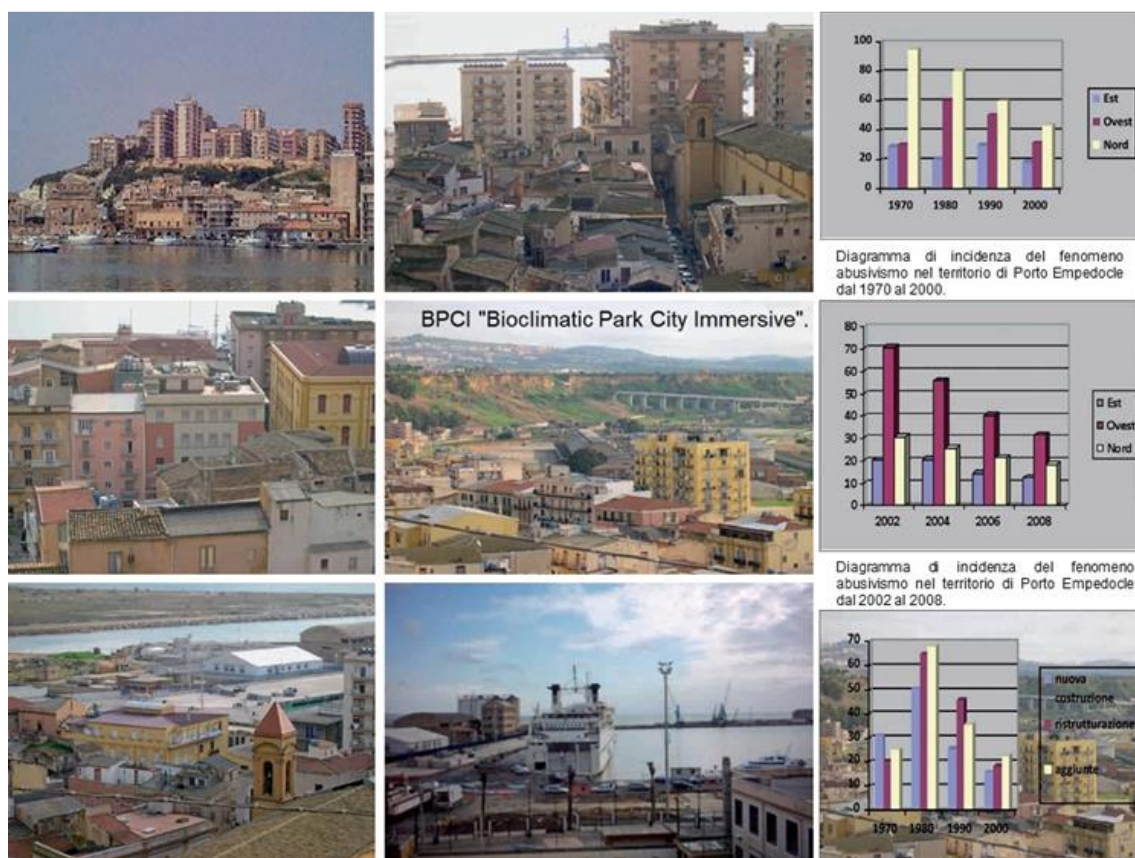


Figure 5. Porto Empedocle (Agrigento – Italy)

a first neighbourhood hub, to the northwest near the city, which includes a convenience store, a health facility and several retail outlets. These facilities are close to a town square, a place to facilitate the meeting of residents and new communities of homeowners and/or tenants.

This project also constitutes an interesting example of regeneration to be implanted in the disused railway area of Porto Empedocle, all the functions described well articulated and accompanied by a basic green vision, will make it a place of great attractiveness both in the involvement of residents and in attracting external visitors. The participatory involvement system used is also important, it has encouraged research into the construction of a participatory system based on the needs and desires of the community of Porto Empedocle through the organisation of exhibitions and community assemblies, gathering suggestions and criticism to improve and adapt its functional and formal aspects.

The Rugeley Power Station Project envisaged approximately 2.300 new homes for the community's needs, 1.2 hectares of mixed leisure space, as well as a 25-hectare riverside park; 5 hectares of work space, and a new school for the community. Different in quantity and consistency are the numbers for Porto Empedocle while common is the footprint of sustainability supported by ground- and roof-mounted solar panel installations. Also interesting is the maintenance and reuse of existing electrical substations for both regeneration projects (Fig.4).

The three case studies analysed supported the regeneration project tested in design terms in the context of Porto Empedocle, and were shown to the local community, which received them with considerable interest and enthusiasm. The project objectives that emerged from the analysis of the case studies are: use of renewable energy sources, reduction of energy needs, electrification of mobility activities but also of the management of indoor and outdoor living spaces, home farming, and activation of forms of circular economy, all responses that go in the right direction of healthy living in harmony with a regenerated and safe environment, in other words, in the direction of the necessary ecological transition.

5. The green regeneration project in Porto Empedocle

The innovativeness of the design process is for this southern Italian territory both in the interactive and multidisciplinary method with which the crucial problems of urban transformation are tackled, and in the determination with which the process itself is translated into an operational project for the nurturing of the urban settlement, guiding working groups in research laboratories, involving social forces and promoting participatory design systems. In addition to possessing environmental and landscape characteristics of inestimable value that are in immediate need of enhancement, this area has also been affected for several years by immigration issues (the Todaro wharf is continually affected by landings and transports of immigrants to the island of Lampedusa), which are now even more serious due to the new migratory flows caused also by the current criminal war in Ukraine.



Figure 6. Porto Empedocle. Roma street, Urban regeneration

The survey carried out in the centre of Porto Empedocle highlights several critical issues concerning the conditions of degradation in which many urban and suburban areas find themselves (Figg.5,6,7,8,9).



Figure 7. Porto Empedocle (Italy), urban regeneration of the historical centre

The problems of building and environmental degradation can be summarised as follows:

- Degradation of the coastal strip to the south-west: caused by the uncontrolled construction of seaside housing, initially built with precarious structures, but subsequently transformed into housing complexes and residences, without any care for urbanisation works.
- Strong environmental impact in the area to the south-east: due to the presence of the old buildings of the industrial complex, which are now in a state of total abandonment; to the presence of the disused railway station; to the unsuccessful construction of a third arm of the port, initially intended for the loading and unloading of large merchant ships, but never used due to the failure to dredge and the heavy sedimentation inside the port.

The decay is therefore widespread over the entire city, where among the outlooks and panoramic views is a continuous outcrop of smokestacks, partially demolished or degraded houses, incomplete or abandoned buildings; long stretches of pylons and electric cables, starting from the old power station and running through the entire town; buildings, bridges, viaducts, tunnels, retaining walls and public car parks that have never been completed and used. Within this framework and with a view to promoting environmental wellbeing, research has implemented transversal interventions that require operators with different skills and abilities and draw on different and integrated sources and models (architects, sociologists, naturalists etc.) because it is necessary to create a principle of health in all policies, to rethink health in its various conceptual facets and operational implications in order to promote the attainment by individuals of their best life and work expectations.

In operational-planning terms, the research envisaged:

1. The transformation of the city centre with an urban parcelling intervention, starting from



Figure 8. Porto Empedocle (Italy), urban regeneration of the historical centre

the greening of the axis of Via Roma, the upstream parallels (from which the greenery already present in the belvedere area penetrates) to the sea along the coastal road and the transversal lines of road penetration that at the crossroads build squares for pedestrians to rest. The area of the centre completely forbidden to cars will be transformed into a park with all the local green essences;

2. the containment of emissions with the use of vertical gardens for the greening of the building facades on the Via Roma axis, the use of photovoltaics on the roofs and micro-wind power in the open areas designated as green spaces;

3. the redevelopment of the via Roma axis - green path and paved routes, an information point, a ticket office and service areas for users and maintenance staff in the open spaces, incorporating the open-air theatre area;

4. the recovery of the disused industrial area to be used as an equipped green area and partly as a car park, to support seasonal tourism;

5. the recovery of the disused railway area to be used as equipped green space and partly as temporary residences to support the management of migrants' stopovers;

The urban regeneration project is thus aimed at creating new spaces for meeting and socialising. In the words of Jaime Lerner, these interventions can function as a kind of 'Urban Acupuncture', "creating new energy and revitalising a 'sick' or 'suffering' area and its surroundings (...) Just as in the medical approach, this intervention will trigger a positive ripple effect by helping to heal and improve the whole system". Urban acupuncture is an environmental theory, an urban strategy that considers the city as a living organism. The idea is to revitalise the entire city by acting on specific points. (Dell'Agli, 2019)[11].



Figure 9. Porto Empedocle (Italy), urban regeneration of the historical centre and green facades

6. Results: Systems for technological retrofit of buildings on the green way

The retrofit comprises a set of measures aimed at improving the performance of individual buildings located in the axes transformed into the green way, with a horizontal and vertical greening/ “naturization system” to reduce harmful emissions into the environment.

The measures envisaged for the modernisation of the buildings were carried out after an in-depth analysis of the urban fabric, the climatic aspects affecting the buildings, and the pre-existing vegetation whose preservation contributes to the maintenance of local identities, so deeply embedded in the natural attractions the town possesses.

The provision of specific retrofitting actions, aimed at improving the plant performance of the buildings, include the implementation and priority use of the following eco-sustainable improvement systems:

- a. use of Trombe wall systems in building facades, media facades (Zhongting,2017) [12];
- b. use of eco-sustainable building materials, (Haggard, 2000) [13];
- c. use of the vertical garden;
- d. use of roof gardens;
- e. use of renewable sources - photovoltaic - wind and geothermal sources (Guzowski, 2011) [14].

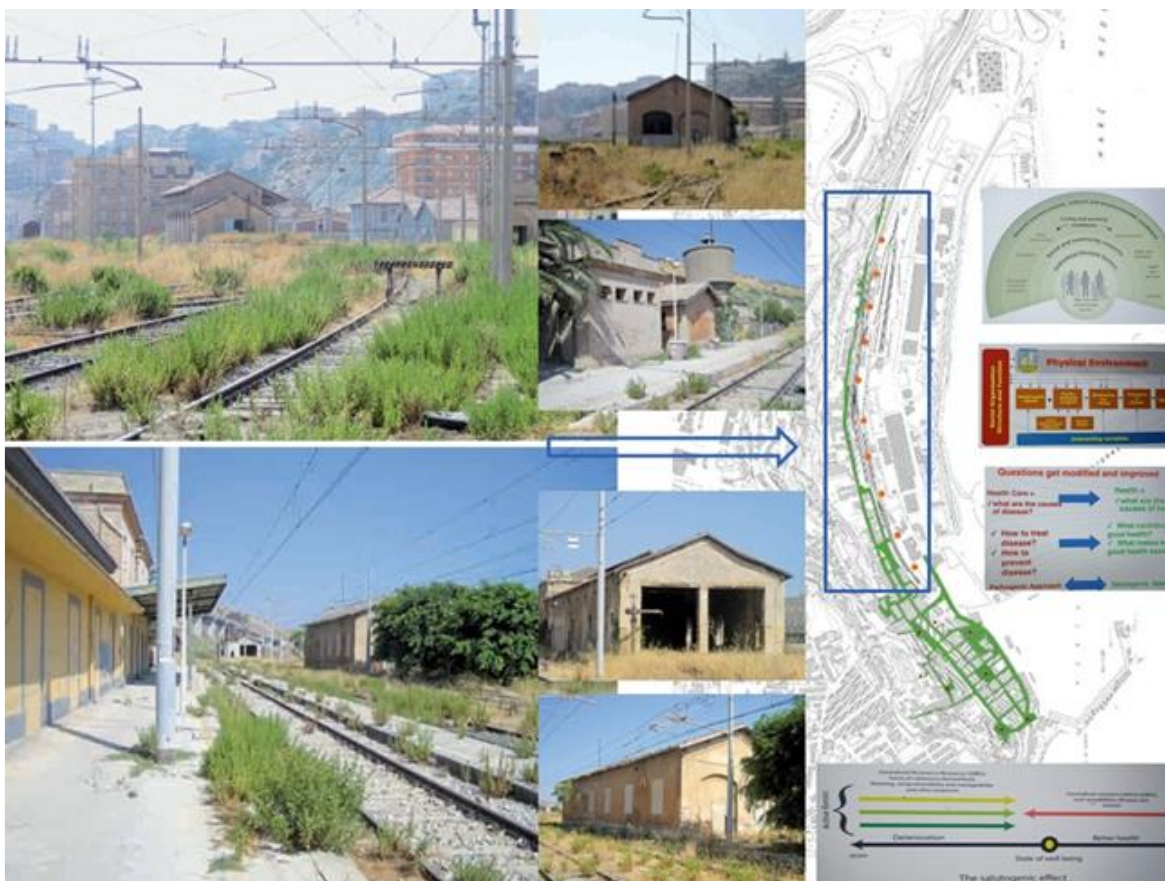


Figure 10. Porto Empedocle (Italy), urban regeneration and reuse of the abandoned station

This use of the greening of buildings is a system for integrating the existing with the new: the use of renewable energy, the use of environmentally friendly materials and techniques for insulating buildings and improving thermal comfort will create the ideal conditions for healthy, comfortable, attractive and sustainable living. These planned actions are the active tools for defining the possible perspectives thanks to Porto Empedocle will be able to nominate itself as a green city in the province of Agrigento, exploring scenarios that are still little practised in this southern Italian context.

7. Conclusions

The “Salutogenic Park City Immersive” (SPCI) research project has formulated urban solutions of architectural quality with eco-sustainable systems in total respect of the historical and naturalistic pre-existences present. The intention is not to limit itself to implementing building and urban redevelopment, as happened in the past through special laws as a simple vision of recovery or reuse of the built environment. Today the issue is broader and more complex and must be tackled by bringing to bear every available resource in terms of innovative technologies for regeneration and in terms of environmental education and training.

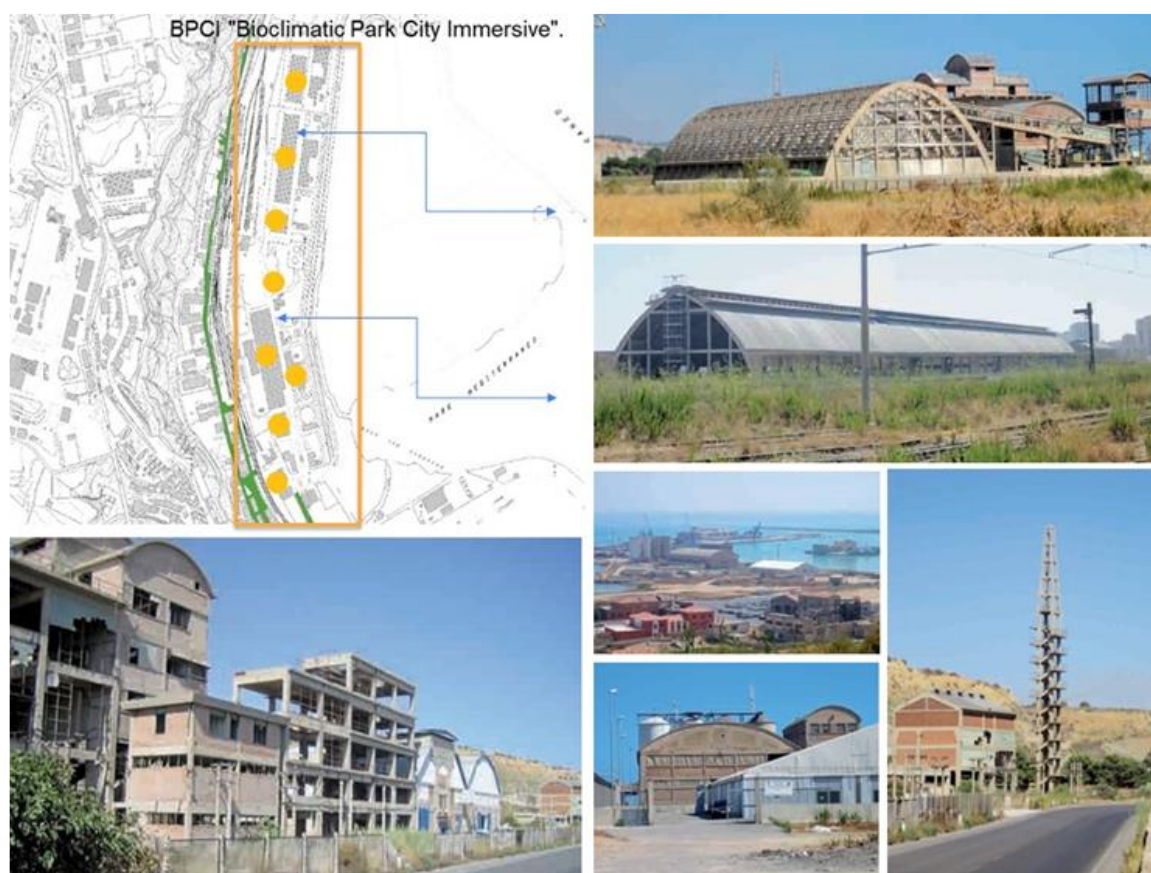


Figure 11. Porto Empedocle (Italy), urban regeneration and reuse of the abandoned area

The objectives of the research are summarised in the following investigation focuses:

- salutogenesis - using a salutogenetic approach considering so-called resilience forces research. Research on the forces of resilience has shown that heredity and the environment are not fundamental to human development, while a third factor which has never been considered very carefully is crucial, namely the factor of human relationships in urban and environmental regeneration projects. As Maurice Mittelmark said “The most important challenge now is to implement the salutogenetic approach at every level of society and in all policies” (Mittelmark, 2017) [15];
- urban regeneration - innovative methodologies and systems for intervention in the built environment, environmental governance, network knowledge management;
- participatory design - management and consensus-building, co-design, design thinking design community, which sees the role of professional engineers transformed as advocates and executors of a new way of designing in cooperation with direct users that focuses on the renaturation of urban living environments.

A strategic role has therefore been played by the use of greening and landscaping design systems that are able to absorb a significant share of the harmful emissions in the context. In particular, the key factors and intervention methodologies were based on the interaction between Green City Adaptive and Resilient Design, in terms of physical redevelopment, environmental remediation and energy improvement, integrated with the enhancement of the existing heritage. In terms of health promotion, the innovativeness of the research is in the design process carried out according to the theories and patterns of salutogenesis. Only in this way will it be possible to achieve urban regeneration that can truly be defined as

environmental and social. Indeed, our future and the future of settlements will depend on our ability to design, react and reconvert.

Acknowledgements

Translation of research texts and paper by Sara Manuela Cacioppo, editorial translator.

References

- [1] Soresi E. (2005), *Il cervello anarchico*, UTET.
- [2] Grotberg, E.H. (1996), *The International Resilience Project Findings from the Research and the Effectiveness of Interventions*. Paper presented at the 54th Annual Convention, International Council of Psychologists, Banff, Canada, July 24-28, 1996; also, published in B. Bain, et. Al. (Eds) "The International Resilience Project: Findings from the Research and the Effectiveness of Interventions", *Psychology and Education in the 21st Century: Proceedings of the 54th Annual Convention of the International Council of Psychologists*. Edmonton: ICPress, 1997. 118-128.
- [3] Aaron Antonovsky, (1987) *Svelare il mistero della salute. Come le persone gestiscono lo stress e stanno bene*, San Francisco, Jossey-Bass Publishers.
- [4] D'Alessandro D. et Al., (2017), *Strategies for Disease Prevention and Health Promotion, in Urban Areas: The Erice 50 Charter*. *Annali di Igiene*, 2017, pp. 481-493.
- [5] Musco F., (2016) *Rigenerazione urbana e sostenibilità*, Franco Angeli, Milano, ISBN 9788856806106
- [6] Green LW, Richard L and Potvin L (1996) *Ecological foundations of health promotion*. *American Journal of Health Promotion* 10: 270–281; Green LW (1974) *Toward cost-benefit evaluations of health education: Some concepts, methods, and examples*. *Health Education Monographs* 2(Suppl. 1): 34–64.
- [7] Wallerstein, N. (2006) *What Is the Evidence on Effectiveness of Empowerment to Improve Health? Health Evidence Network Report*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- [8] Jannack A, Munster S, Noenning JR, (2015), *Consentire una partecipazione massiccia: progetto per un ambiente di progettazione urbana collaborativo*. In: *Atti dell'IFKAD 2015*, editore: forum internazionale sulle dinamiche degli asset di conoscenza, a cura di: Giovanni Schiuma, pp.2363–2380.
- [9] Godet, M. and Durance, P., (2014), *Strategic Foresight for Corporate and Regional Development*, Dunod, Paris.
- [10] Laing R (2018), *Partecipazione digitale e collaborazione nella progettazione architettonica*, 1a edn. Routledge, Oxon, Regno Unito.
- [11] Dell'Agli M.(2019), <https://www.coperni.co/it/magazine/valore-rigenerazione-urbana-cittadini>
- [12] Zhongting, H., Wei, H., Jie, J. and Shengyao, Z. (2017), *A review on the application of Trombe wall system in buildings*, in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 70.
- [13] Haggard, K., Cooper, P., Rennick, J. and Niles, P. (2000), *Natural Conditioning of Buildings*, in Elizabeth, L. and Adams, C. (eds), *Alternative Construction: Contemporary Natural Building Materials*, John Wiley and Sons, UK.

[14]Guzowski, M. (2011), The next generation of architectural education: integrating a regenerative approach to sustainable design, in Proceedings of the 40th ASES National Solar Conference 2011, 17-20 May 2011, Raleigh, North Carolina, USA, vol. 1, Ed. American Solar Energy Society (ASES).

[15]Mittelmark M.B. (2017),The Handbook of Salutogenesis, Springer, pp.7-13

Around roman square: digital documentation and communication

Martina Attenni – Sapienza University of Rome, Rome, Italy, e-mail: martina.attenni@uniroma1.it

Vittoria Castiglione – Sapienza University of Rome, Rome, Italy, e-mail: vittoria.castiglione@uniroma1.it

Alfonso Ippolito – Sapienza University of Rome, Rome, Italy, e-mail: alfonso.ippolito@uniroma1.it

Mahsa Noursati Kordkandi – Sapienza University of Rome, Rome, Italy, e-mail:
mahsa.noursatikordkandi@uniroma1.it

Simone Helena Tanoue Vizioli – Architecture and Urbanism Institute of the São Paulo University,
Sao Paulo, Brazil, e-mail: simonehtv@usp.br

Abstract: The knowledge and study of built heritage is now deeply connected to the survey and massive data capture methodologies associated with the integrated digital model. These methodologies enable researchers to gather a wider range of information, which is increasingly connected to technological advances. A multi-scalar approach, in which the criteria for data capture and for data elaboration depends on the goals of the survey, is needed to optimize the relationship between information and the scale of the models to be built. This case study involving a selection of square in the historical center of Rome aims to apply these principles to urban contexts defining the strong spatial connection with its architectural and elements. Survey can express the interaction through complex, dynamic, and effective digital models disseminated through digital system. They allow information to be linked to the various purposes of the investigations that can be conducted on the elements of the built heritage, expanding their knowledge and, with it, the possibility of safeguarding and enhancing them.

Keywords: integrated digital model, survey, urban and architectural heritage, Rome

1. Introduzione

Il tessuto urbano, inteso come il luogo della sedimentazione di processi culturali secolari, e si erge a memoria delle inevitabili evoluzioni e trasformazioni che gli sono state imposte dai tempi. Esso costituisce pertanto, insieme ai singoli elementi architettonici, parte fondamentale del nostro patrimonio culturale. Il “modello Italia”, evidenziato da Salvatore Settis in Patrimonio S.p.A. [1], mette in luce la forza di un sistema che, già da prima della nascita dello stato unitario, e fino a non molti anni fa, ha posto una moderna e speciale attenzione nei confronti dei beni artistici ed architettonici riconoscendogli, prima del loro valore economico, la loro funzione civile di memoria storica alla base del sentimento identitario che genera la più ampia concezione di bene culturale¹. La definizione di patrimonio culturale, infatti, presuppone e deriva da una spiccata tendenza alla conservazione, diffusasi negli stati europei come strumento e/o conseguenza della ricerca di una identità nazionale, e costituisce oggi un importante fattore di attrazione e sviluppo

¹ Il d.lgs. n. 42/2004 introduce il nuovo codice per i Beni Culturali e Paesaggistici con cui, per la prima volta, si definiscono. L'articolo 2 sancisce che «Il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici. Sono beni culturali le cose immobili e mobili che [...] presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà. Sono beni paesaggistici gli immobili e le aree [...] costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, e gli altri beni individuati dalla legge o in base alla legge».

del territorio. In particolare, la forza dell'attuale concezione di patrimonio culturale risiede nella sua natura di *cosa pubblica*, ovvero di bene della cittadinanza tutelato dallo stato – indipendentemente dal diritto di proprietà – in quanto espressione della tradizione nazionale, costruita nei secoli dagli uomini e dalle donne di quella terra. Risulta evidente l'urgenza di documentare in maniera accurata e consapevole questa inestimabile eredità nell'ottica di tutelarla, preservandola a beneficio della società del futuro, e di renderla realmente a disposizione di tutti attraverso strategie di comunicazione.

In questo quadro, la digitalizzazione del patrimonio culturale assume un ruolo fondamentale. Le politiche dell'Unione Europea guardano a questa opportunità, consentita dallo sviluppo sempre crescente delle tecnologie per l'acquisizione di dati e la comunicazione tramite modelli digitali, come il motore di quella trasformazione urbana che ci porterà verso un futuro sostenibile e inclusivo. Con la firma della "Dichiarazione di cooperazione per la digitalizzazione del patrimonio culturale" del 2019 [2] gli stati membri della Comunità Europea si impegnano collettivamente nella digitalizzazione del patrimonio culturale e per rafforzarne l'accessibilità diffusa. La "Dichiarazione sull'unione delle forze per stimolare la trasformazione digitale sostenibile nelle città e comunità nell'UE" del 2021, firmata da 86 rappresentanti di amministrazioni pubbliche, invece, vede il ruolo della transizione digitale come un modo per "puntare ad un'Europa digitale e coesa, in cui ogni comunità possa godere dei benefici economici e sociali di questa trasformazione" [...], sottolineando "la necessità di sufficienti investimenti pubblici e privati nei servizi, nelle tecnologie, nelle infrastrutture e nelle competenze digitali" [3].

Inoltre, non si possono non considerare gli eventi che, inaspettatamente e incontrollabilmente, hanno coinvolto l'intero territorio mondiale. La situazione pandemica e le conseguenti restrizioni hanno trasformato la quotidianità e, con essa, le modalità di conoscenza e fruizione del patrimonio culturale. Il territorio mondiale da marzo 2020 ha dovuto affrontare l'epidemia del virus SARS-Cov-2. Per adeguarsi ai decreti legislativi nati per fronteggiare la preoccupante situazione, molti uffici e strutture pubbliche sono state chiuse, impedendo la consultazione degli archivi storici, la visita di musei e lo svolgersi delle numerose attività culturali ad essi collegate. A ciò si aggiunge l'impossibilità di spostarsi da un paese all'altro, che ha impedito ai cittadini, agli studiosi, agli appassionati di arte, architettura e cultura, di osservare direttamente le bellezze che la nostra terra ha da offrire. Di conseguenza, al fine di non interrompere completamente le loro attività, istituti di cultura, archivi e biblioteche, hanno dovuto adattarsi e inventare nuove modalità di lavoro e di diffusione della conoscenza. Gli strumenti digitali per la comunicazione e la divulgazione sono quindi diventati non solo una necessità, ma la strada che le amministrazioni stanno seguendo per garantire il monitoraggio della città attraverso soluzioni smart.

Attualmente, l'accessibilità alle informazioni inerenti il patrimonio culturale da parte di un'utenza sempre più eterogenea, oltre a essere uno degli obiettivi degli organi preposti alla sua tutela e conservazione, è consentita dallo sviluppo delle tecnologie digitali. È necessario dunque sfruttare la diffusa agilità nella fruizione di dati per predisporre piani di comunicazione, intesa come disseminazione, volti all'accrescimento della vitalità dei beni culturali. La raccolta, l'elaborazione e l'organizzazione di tali nell'ambito del patrimonio architettonico e urbano, sia da un punto di vista metodologico, sia da un punto di vista applicativo, si basano su un solido processo di conoscenza che consente di controllarne e garantirne l'affidabilità.

2. Metodologia

La presente ricerca è l'esito di un progetto² che prende avvio dalle correnti esigenze di documentazione digitale applicate al patrimonio architettonico e urbano di una porzione del centro storico della città di Roma. La sperimentazione ha preso in esame Piazza della Maddalena, Piazza di Pietra e Piazza Capranica nel Rione Colonna, Piazza Rondanini nel Rione Sant'Eustachio, Piazza della Rotonda e della Minerva nel Rione Pigna (fig.1, fig.2). La scelta è ricaduta su invasi le cui quinte urbane sono definite da edifici storici di particolare pregio architettonico e, in alcuni casi, espressioni di profonde stratificazioni ed importanti trasformazioni. A tal proposito, risulta particolarmente significativo il caso di piazza di Pietra (fig. 3), con gli imponenti resti dell'Hadrianeum del II secolo d.C. perfettamente integrati nel tessuto circostante in seguito all'intervento del 1645 di Carlo Fontana [4]. Il *colonato antiqui*³ venne inserito nel suo progetto per la nuova sede della Dogana delle Merci di Terra, garantendo al tempio voluto dall'imperatore Antonino Pio per il padre Adriano, nuovo splendore nel cuore della vita cittadina nonostante i successivi interventi di adeguamento [5].

L'ambizioso obiettivo della conservazione del patrimonio costruito viene perseguito implementando la documentazione attualmente disponibile sui casi di studio esaminati all'interno di un sistema di archiviazione basato su modelli digitali integrati, progettato per la libera fruizione da parte di utenti eterogenei. Il processo seguito parte dall'utilizzo di metodologie digitali di rilievo per la documentazione dell'ambito urbano studiato. La costruzione dei modelli segue il tradizionale iter che va dall'acquisizione di dati, alla loro elaborazione tramite modelli 2D e 3D [6], sviluppata con lo scopo di offrire una lettura multiscalare delle piazze e delle architetture che descrivono le rispettive quinte urbane. La fase di acquisizione e la fase di elaborazione sono state impostate con l'obiettivo di ottenere un prodotto omogeneo sia in termini di qualità dei modelli prodotti [7], sia in termini di contenuti legati alla lettura, all'analisi e alla comunicazione dei caratteri generali dell'ambito urbano e delle peculiarità dei diversi elementi – edifici, chiese, sculture, fontane – che, alle diverse scale, definiscono l'articolazione delle piazze.

Trattandosi di un rilievo a scala urbana, è stato necessario impostare una maglia di acquisizione topografica al fine di controllare e ridurre l'incertezza del dato acquisito integrando tecnologie ad alta precisione range-based e image-based. L'elaborazione dei dati, invece, partendo da un'ampia base di dati, ha previsto la definizione a priori delle tipologie e della scala dei modelli in riferimento alle informazioni da comunicare relativamente al tema in esame, offrendone un duplice livello di lettura. Il primo riguarda l'ambito urbano, le relazioni tra le diverse piazze, i loro collegamenti, la percezione dello spazio e la sua morfologia; il secondo, invece, analizza le singole emergenze architettoniche dal punto di vista formale e compositivo e della tipologia degli elementi strutturali e decorativi che la caratterizzano. I modelli così realizzati permettono, da un lato, di conoscere lo spazio che ci circonda, proponendone una replica digitale che raccoglie i dati geometriche e cromatici, le informazioni legate allo stato di conservazione delle superfici e alle diverse tipologie di materiali impiegati nella costruzione degli edifici analizzati.

² Le attività di seguito descritte si avvalgono del contributo degli studenti dei corsi di corsi di Rilievo dell'Architettura, corso di laurea magistrale in Architettura (Restauro) e di Scienza della Rappresentazione III, corso di laurea a ciclo unico Architettura UE tenuti dal prof. Alfonso Ippolito e con la collaborazione degli autori del presente contributo (A.A. 2019-2020 e 2020-2021).

³ Tale dicitura è presente sulla pianta di Leonardo Bufalini del 1551

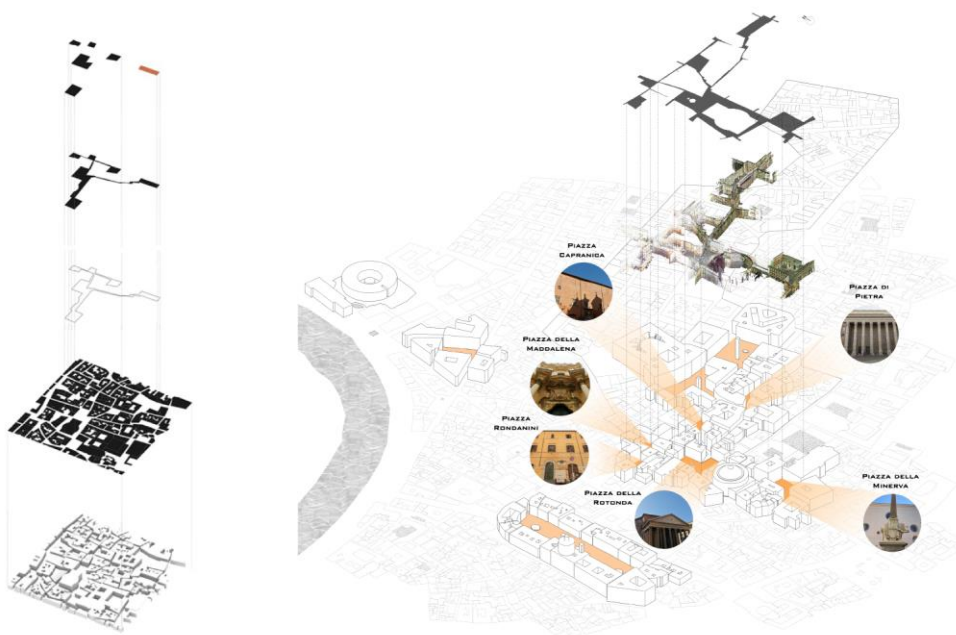


Figura 1. Localizzazione delle piazze analizzate: Piazza della Maddalena, Piazza di Pietra e Piazza Capranica nel Rione Colonna, Piazza Rondanini nel Rione Sant'Eustachio, Piazza della Rotonda e della Minerva nel Rione Pigna.



Figura 2. Le piazze e i loro edifici più significative. In alto, da sinistra: Piazza della Maddalena, Piazza di Pietra, Piazza Capranica; in basso, da sinistra: Piazza Rondanini, Piazza della Rotonda, Piazza della Minerva.

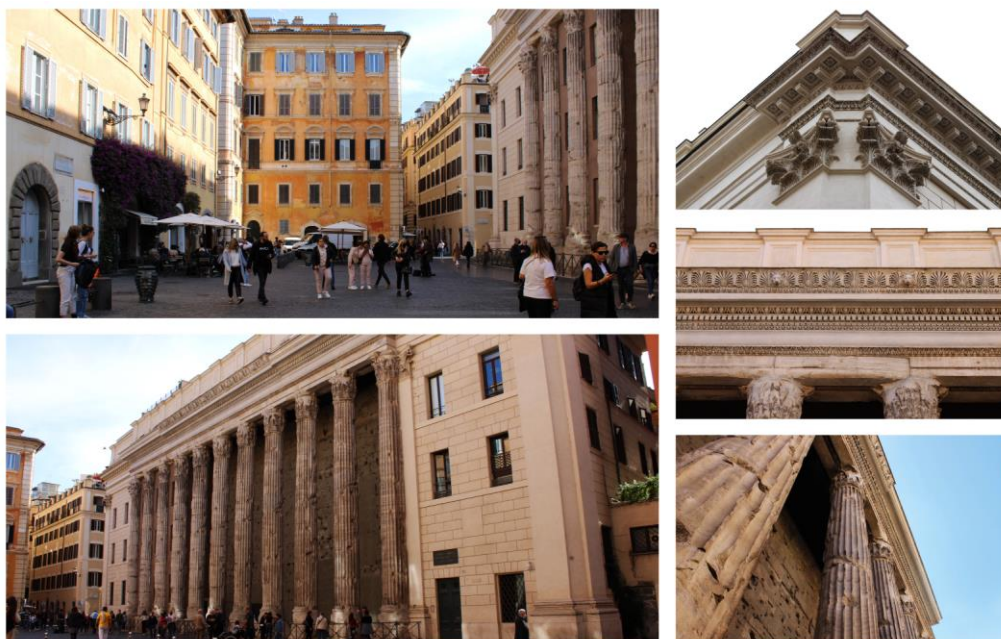


Figura 3. I fronti che delimitano Piazza di Pietra e i dettagli del prospetto principale del Tempio di Adriano.

3. Documentazione: la conoscenza attraverso i modelli digitali

Le operazioni di acquisizione sono state guidate dalla volontà di documentare il patrimonio di questa porzione del centro storico di Roma, considerando questa fase propedeutica alle attività di tutela e conservazione. La necessità di ottenere un prodotto omogeneo di un ambito piuttosto esteso, complesso e, talvolta, stratificato, ha imposto la necessità di sviluppare un progetto di rilievo che tenesse conto sia dell'articolazione urbana (fig.4), sia della morfologia architettonica e degli elementi caratterizzanti gli edifici delle diverse piazze (fig.4; fig.5). L'utilizzo di metodologie attive e passive (scansione laser 3D e processi fotogrammetrici Structure from Motion) con i sistemi topografici ha consentito di acquisire informazioni di diverso tipo, seguendo un approccio alla conoscenza che va dal generale al particolare [9]. La definizione di una poligonale topografica e la misura di punti notevoli sulle facciate degli edifici, ha permesso di controllare l'allineamento delle diverse scansioni e di costruire modelli tridimensionali numerici relativi alla configurazione spaziale. Con le immagini fotografiche metriche ad alta risoluzione, invece, è stato approfondito il livello di dettaglio degli edifici e di alcune loro specifiche componenti. L'integrazione di dati eterogenei consente una lettura multiscalare, il framework attorno al quale possono essere estratte successivamente informazioni legate a determinati aspetti, formalizzate attraverso modelli [10]. In particolare, a partire dai modelli numerici, sono stati elaborati modelli 2D: piante, prospetti e sezioni dell'ambito urbano in scala 1:200 per studiare i collegamenti tra le piazze e la loro e la morfologia; disegni in scala 1:50 per analizzare nel dettaglio gli edifici e ciò che li caratterizza principalmente (fig.6). Un esempio delle attività condotte è costituito dalla redazione di un abaco dei capitelli del fronte dei Tempio di Adriano, sviluppato con l'obiettivo di documentare e catalogare le peculiarità della facciata; particolare attenzione è stata rivolta alla Basilica di Santa Maria sopra minerva e al prospiciente obelisco di piazza della Minerva e al Pantheon in piazza della Rotonda; per lo studio di palazzo Ferrini Cini, in piazza Capranica, è stata fondamentale una catalogazione dei portali degli edifici e delle diverse tipologie di infissi;



Figure 4. Acquisizione dei dati relativi all'ambito urbano.

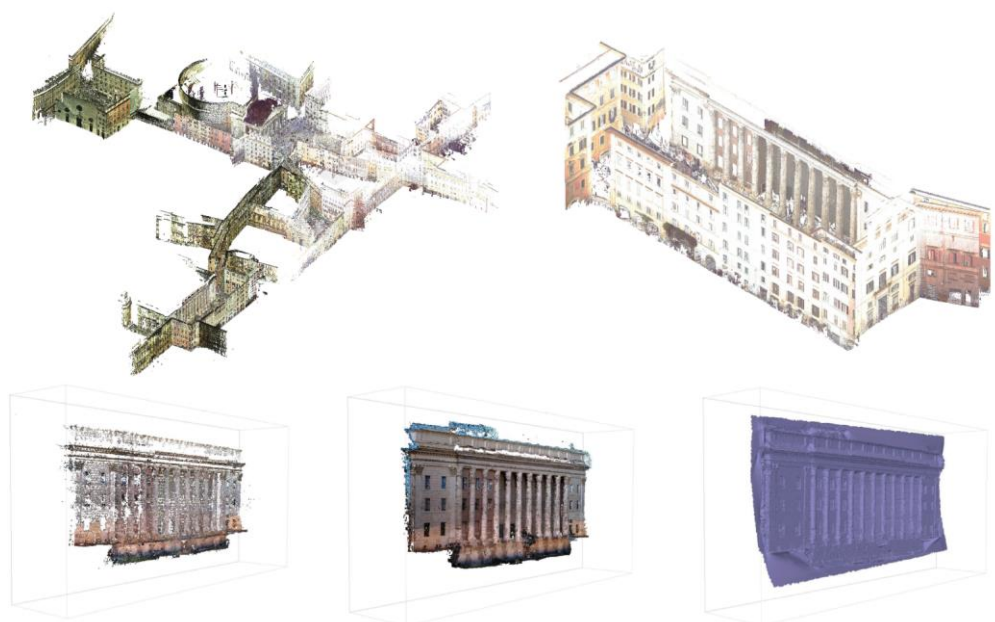


Figure 5. Piazza di Pietra, acquisizione dei dati relativi alle facciate degli edifici e al fronte del Tempio di Adriano.

in piazza Rondanini e in piazza della Maddalena sono stati approfonditi gli aspetti riguardanti lo stato di conservazione delle facciate, i materiali, la campionatura cromatica (fig.7; fig.8).

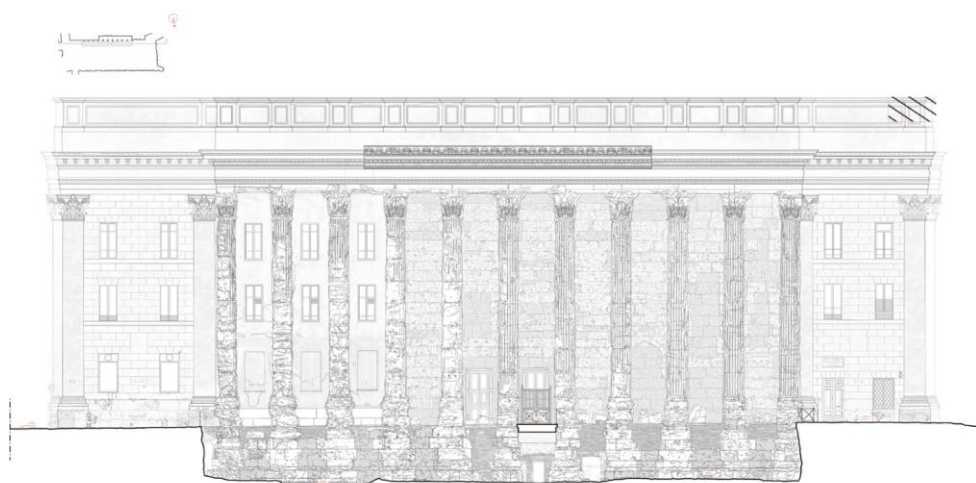


Figure 6. Piazza di Pietra, elaborazione di modelli 2D del fronte del Tempio di Adriano per la documentazione dello stato di fatto.



Figure 7. Piazza Capranica, Chiesa di Santa Maria in Aquiro, elaborazione di modelli 2D per l'analisi dell'architettura.

L'altra tipologia di modelli realizzati sono i modelli 3D geometrici, realizzati a partire da operazioni di decimazione e segmentazione delle nuvole di punti, su cui sono stati identificati e selezionati gli elementi principali. Tali modelli 3D non sono stati prodotti con l'obiettivo di fornire analisi specialistiche dello spazio urbano e dell'architettura, bensì per riproporne l'aspetto percettivo attraverso l'utilizzo di immagini sferiche applicativi web per la visualizzazione tridimensionale e la navigazione interattiva (fig.9).



Figure 8. Piazza di Pietra, abaco degli ordini architettonici del fronte del Tempio di Adriano.

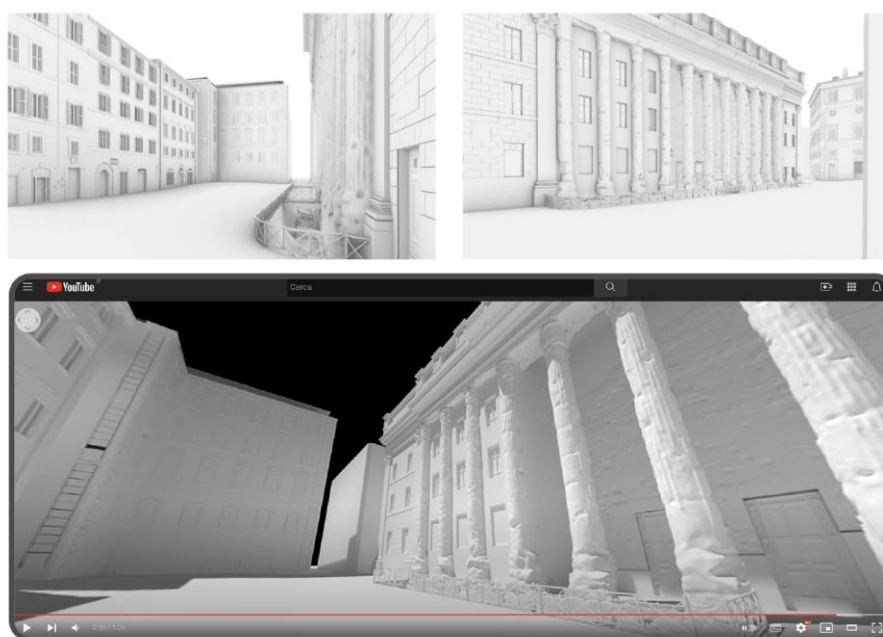


Figure 9. Piazza di Pietra, modelli 3D per la visualizzazione interattiva.

4. Comunicazione. Le *Guide Rionali di Roma* nell'era della digitalizzazione

Il progetto intende riproporre in chiave contemporanea, e dunque attraverso l'utilizzo di supporti digitali, la collana delle *Guide Rionali di Roma*, edita nella seconda metà del Novecento [12]. Attraverso 65 volumetti, si costruiva un vademecum per la scoperta degli aspetti storici, artistici e architettonici dei 22 rioni di Roma, grazie alla predisposizione di itinerari accompagnati da sintetiche descrizioni ed un mirato apparato iconografico delle emergenze selezionate.

La struttura prevedeva in apertura una planimetria dell'area affrontata nel volume (un rione o parte di esso) con indicate e numerate progressivamente le tappe interessate dal percorso, seguita da delle vicende edilizie e delle trasformazioni urbanistiche del rione. L'obiettivo della pubblicazione era quello di fornire una guida completa e maneggevole, mantenendo un formato compatto (10x20cm con una media di 100 pagine per volume), coniugando la curiosità del visitatore con le esigenze di leggerezza e praticità. Con le medesime intenzioni, dunque, nasce il progetto delle *Guide Rionali di Roma nell'era della digitalizzazione*⁴, che definisce i criteri per la comunicazione del patrimonio architettonico grazie alla costruzione di una piattaforma digitale che ripropone, attualizzandola, la struttura comunicativa definita nella collana di Pietrangeli.

La homepage della piattaforma (<https://guiderionaliroma.wixsite.com/guiderionali>) consente di entrare nelle sezioni dedicate a ciascuno dei 22 rioni di Roma, avviando il meccanismo a doppia istanza, caratteristico del genere letterario della *guida turistica*, che affronta il tema della valorizzazione dello spazio, parallelamente alla costruzione dell'identità del soggetto che attraversa lo spazio.

Il progetto vuole coniugare la duplice esigenza di programmazione del viaggio e viaggio stesso, attingendo alla letteratura nell'organizzazione della materia per itinerari e corredando ogni testo con l'indicazione del tempo necessario alla lettura. Così è dapprima possibile scoprire a seconda del grado di approfondimento desiderato le vicende storiche ed urbanistiche che hanno interessato il rione nei secoli, per proseguire poi con il percorso proposto *interrogando* i singoli edifici (fig.10). Per ogni elemento-emergenza è studiato un processo cognitivo volto alla conoscenza dell'oggetto, che partendo dalla sua collocazione nel tessuto urbano, riserva una parte preminente alla sua iconografia, considerata come strumento per la comunicazione della storia e delle trasformazioni subite nel tempo e del suo stato attuale. Esse possono essere approfondite mediante testi nella sezione dedicata e mediante la visualizzazione dei modelli 3D, ottimizzati per la loro visualizzazione in una piattaforma basata sull'uso di mappe interattive, e dei modelli 2D sviluppati per divulgare aspetti specifici degli edifici analizzati.

Per far fronte alle molteplici esigenze e modalità di fruizione dello spazio, si propone a supporto di quanto realizzato, un progetto per un piano di comunicazione sul territorio mediante l'apposizione di QR code lungo gli itinerari delineati, per garantire l'accesso alle informazioni inerenti i rioni ed i singoli fatti urbani direttamente in loco (fig.11). A tale scopo sono state individuate paline esistenti ed in disuso, da convertire per l'accesso alla piattaforma, nel rispetto del contesto architettonico, mantenendo basso l'impatto economico, ed elevata la sostenibilità dell'intervento.

5. Conclusioni

La presente sperimentazione si propone di offrire un contributo in un momento in cui le città e le comunità si trovano ad affrontare una gamma crescente di sfide legate alla digitalizzazione e alla diffusione della cultura [13]. L'approccio seguito consente di estendere la conoscenza di alcuni dei rioni storici di Roma attraverso un sistema innovativo per l'utilizzo, la condivisione e la gestione di informazioni incentrato sulla rappresentazione e la costruzione di modelli digitali. Da un punto di vista tecnico, è stato

⁴ Il progetto viene sviluppato nell'ambito della tesi di laurea magistrale dal titolo "Le Guide Rionali di Roma nell'era della digitalizzazione" di Vittoria Castiglione, relatore prof. Alfonso Ippolito, A.A. 2020-2021 con una prima applicazione sul Rione Ponte di Roma. La struttura della piattaforma proposta è stata successivamente implementata con i dati elaborati in seguito alla sperimentazione condotta sul Rione Pigna.

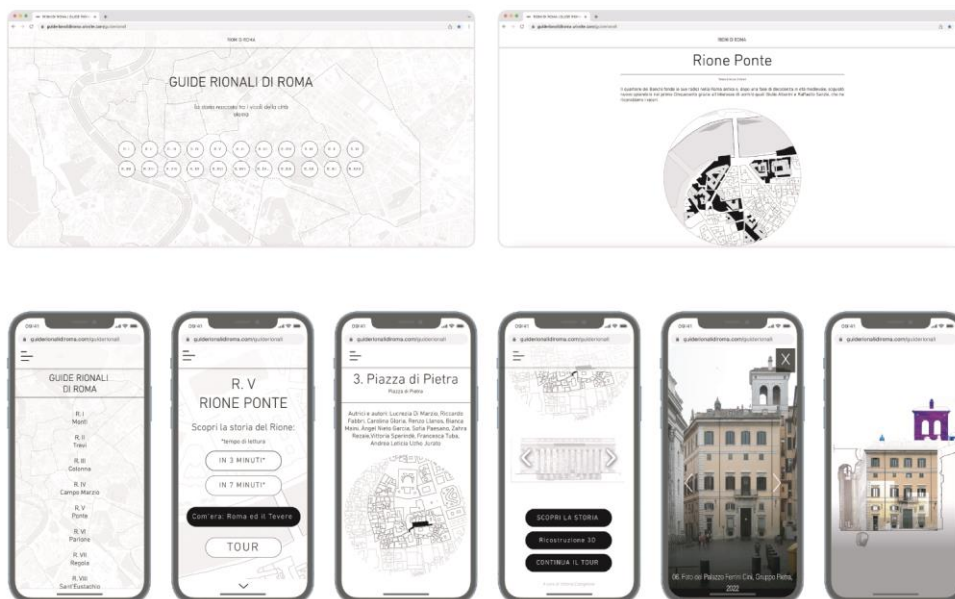


Figure 10. Il progetto *Guide Rionali di Roma nell'era della digitalizzazione* per la fruizione in remoto.



Figure 11. Il progetto *Guide Rionali di Roma nell'era della digitalizzazione*, proposta per la fruizione in loco.

necessario impostare determinati standard per l'acquisizione che garantisca l'interoperabilità tra i dati, la qualità dei modelli 2D e 3D realizzati, la possibilità di divulgarli tramite una piattaforma digitale che garantisca sia la facilità di fruizione, sia il controllo della loro sicurezza e privacy.

La sintesi delle attività condotte trova spazio nel portale web all'interno di cui convogliano i contenuti riferiti alla conoscenza della storia e all'analisi del contesto urbano e architettonico. Il sistema proposto, accessibile semplicemente e velocemente, riesce ad archiviare una molteplicità di informazioni di tipo storico-archivistico e modelli digitali eterogenei, rendendo esplicito il processo di conoscenza dell'ambito in esame. Tale

sistema consente, grazie alle tecnologie utilizzate, di fruire dei modelli in modo interattivo, offrendo un contributo in termini di interazione tra l'utente e lo spazio, o tra l'utente e l'architettura. Inoltre, l'impostazione metodologica multiscalare con cui i modelli sono stati realizzati, consente di legare le informazioni alle diverse finalità delle indagini che è possibile condurre sugli elementi del patrimonio costruito, ampliandone la conoscenza e, con essa la possibilità di salvarli e valorizzarli.

References

- [1] S. Settis (2002) "Italia S.p.A. L'assalto al patrimonio culturale". Torino: Einaudi
- [2] <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage> [june 2022]
- [3] AA. VV. (2021) Declaration on joining forces to boost sustainable digital transformation in cities and communities in the EU, Online, <https://www.living-in.eu/declaration>. [june 2022]
- [4] Cozza Lucas (a cura di), Tempio di Adriano – Soprintendenza archeologica di Roma (Roma, De Luca, 1982).
- [5] Altobelli Cecilia, Simonetta Ciranna, Il palazzo di piazza di Pietra, la Camera di Commercio e la Borsa Valori (Roma, Multigrafica, 1987).
- [6] C. Bianchini, C. Inglese, A. Ippolito (2016) I Teatri Antichi del Mediterraneo come esperienza di rilievo integrato | The Ancient Theatres of the Mediterranean as integrated survey experience, 2016; Sapienza University Press: Roma.
- [7] Vrubel, A., Bellon, O. R. P., Silva, L. 2009. A 3D reconstruction pipeline for digital preservation. In Proceedings of IEEE Conference on CVPR, 2009, pp. 2687-2694. Retrieved from: http://www.matmidia.mat.puc-rio.br/sibgrapi2009/media/theses_and_dissertations/58994.pdf [ottobre 2018].
- [8] Fallavollita, F., Ballabeni, M., Foschi, R., Perugini, G. 2015. Semantic description of three-dimensional models of Bologna porches. *SCientific RESearch and Information Technology Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*. Vol 5, Issue 1 (2015), pp. 31-40.
- [9] P. Grussenmeyer, T. Landes, T. Voegtler, K. Ringle (2008) Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2008, Vol. XXXVII. Part B5, pp. 213-218.
- [10] F. Remondino, S. El-Hakim, E. Baltsavias, M. Picard, L. Grammatikopoulos (2008) Image-based 3D modeling of the Erechtheion, Acropolis of Athens. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37-B5, pp. 1083-1091.
- [11] R. Ragonese (2010). Guide turistiche: un'introduzione. In *E|C Serie Speciale*. Journal online of AISS - Associazione Italiana di Studi Semiotici, anno IV, n. 6, pp. 5-18.
- [12] C. Pietrangeli (1983) *Guide Rionali di Roma*. Roma: Palombi Editori.
- [13] A. Marvuglia, B. Andreucci, M. Baltov, P. Hansen (eds.) (2020) *Rethinking Sustainability Towards a Regenerative Economy*, 2020, Springer: Cham.

Reflexões sobre os desalinhamentos das políticas de preservação histórica e gestão de risco no Brasil: Estudo de caso do Município de Cachoeira, Bahia

Reflections on the mismatch between historic preservation and risk management policies in Brazil: case study of the municipality of Cachoeira, Bahia

Alexandra Cruz Passuello - Professora do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, passuello@ufrb.edu.br

Eloisa Maria Adami Giazzon - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Construção e Infraestrutura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, eloisagiazzon@gmail.com

Vanessa Gomes Gonçalves - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil, vanessaedfgg@gmail.com

Bruna Souza Rosa - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil, brunarosa94@hotmail.com

Maria da Graça Andrade Dias - Professora do curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil, gracadias@ufrb.edu.br

Abstract: In Brazil, restrictions on the implementation of cultural heritage preservation actions often lead to the onset of intensifying deterioration processes in historic buildings over time and lead to risks that go beyond the loss of cultural heritage, but can also threaten the physical integrity of users, the population in general, surrounding buildings and infrastructure. In the context of this problem, this article aims to propose a reflection on the Brazilian policy of cultural heritage conservation and risk management, highlighting the diverging points that are ultimately the reasons for the failure of the objectives set for both. To illustrate the reflection, the historical site of Cachoeira, a city in the interior of the state of Bahia, is studied and the situation before and after the partial collapse of the Casarão do Antigo Hotel Colombo is considered.

Keywords: cultural heritage, building deterioration, risk mitigation, public police

1. Introdução

A preocupação com a preservação do patrimônio não é uma discussão que teve início na sociedade contemporânea, pois como mostram os registros do antigo Código de Hamurabi, naquele tempo já se definia as responsabilidades para quem promovesse o dano patrimonial. Ao longo dos séculos, muitas foram as iniciativas das organizações internacionais e de diversos países para regulamentar a salvaguarda do patrimônio, especialmente aquele de valor histórico, porém foi no século XX que regulamentações mais específicas se concretizaram e se disseminaram por todas as partes do mundo [1].

No Brasil, a primeira legislação específica estabelecida sobre a temática, foi o Decreto-lei nº 25 do ano de 1937, que instituiu uma série de instrumentos para preservar o conjunto de bens móveis e imóveis, cuja conservação seja de interesse público por sua vinculação a fatos memoráveis no País, ou então por seu valor arqueológico, etnográfico, bibliográfico ou artístico. Um dos principais instrumentos instituídos foi a figura jurídica do tombamento, que delineou uma série de diretrizes que norteiam a conservação dos bens tombados.

Um bem edificado tombado, ou então, um conjunto de bens inseridos em um sítio histórico tombado não poderá, em caso nenhum, sofrer ações que possam vir a desconfigurar os motivos que deram base ao tombamento. Desta forma, qualquer intervenção para a conservação e recuperação de patrimônio tombado no Brasil terá que seguir as diretrizes estabelecidas na sua esfera política de tombamento, sendo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) o responsável por normatizar, aprovar e fiscalizar intervenções em patrimônio edificado e tombado a nível federal.

A Constituição Federal Brasileira de 1988 estabeleceu como principal responsável pela proteção ao patrimônio histórico no Brasil o próprio poder público, entretanto, com a colaboração da comunidade neste processo. Para os bens edificados tombados de origem privada, o Decreto-lei nº 25, estabelece que a responsabilidade é do proprietário, porém permite que em caso de indisponibilidade de recursos financeiros, a partir de comunicação prévia do detentor do imóvel, é o poder público que passa a assumir esta responsabilidade, através de incentivos financeiros ou mesmo pela desapropriação do imóvel.

Considerando a complexidade da realidade brasileira, que contempla vulnerabilidade social, especulação imobiliária, falta de recursos públicos e, principalmente, morosidade nos processos administrativos e jurídicos, as intervenções necessárias para a conservação e recuperação do patrimônio histórico acabam sofrendo entraves que limitam, e muitas vezes inviabilizam, a concretização das ações necessárias para a preservação dos bens. O resultado é a instauração de processos de deterioração nas edificações que vão se intensificando ao longo do tempo e gerando riscos que vão além da perda do patrimônio, mas também que podem comprometer a integridade física dos usuários, da população em geral e das edificações e infraestrutura do entorno.

Na mídia Brasileira, cotidianamente, circulam inúmeras reportagens de problemas associados a riscos existentes e acidentes ocorridos em função da falta de manutenção de casarões localizados em sítios históricos, chegando em alguns casos a óbitos de pessoas em função de colapsos parciais e totais gerados pelo alto nível de degradação das estruturas [2]. Sob a ótica deste tipo de situação, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída através da Lei Federal 12.608 no ano de 2012, traz que “é dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastres”. Sendo assim, o poder público tem a obrigação de garantir a vida e a segurança da população, que, inclusive, segundo esta Carta Magna, é direito fundamental de qualquer cidadão residente no País.

Os entraves que geram no território brasileiro a falta de ações adequadas para a preservação do patrimônio edificado, conduzem a um cenário de riscos preocupante, especialmente no âmbito dos sítios históricos, que concentram um número muito grande de edificações, cujos imóveis não estão inseridos dentro de regras e incentivos específicos do tombamento individual, mas fazem parte de um espaço urbano que somente as características arquitetônicas externas, como coberturas, fachadas e entorno, devem ser conservadas por parte dos proprietários e contempladas nas estratégias de fiscalização do IPHAN. Entretanto, a preservação do externo somente é alcançada com a conservação de todos os aspectos da edificação, sendo necessário considerar que a falta de intervenções na estrutura como um

todo, ou mesmo modificações requeridas pela contemporaneidade, podem impactar diretamente na preservação integral daquele patrimônio.

Por outro lado, a realidade social de muitos sítios históricos brasileiros não se mostra condizente com a disponibilidade financeira por parte dos proprietários para garantir as obras necessárias para a conservação ou recuperação dos bens, visto que são localizados em cidades do interior que tiveram seu apogeu em algum período do passado, mas que depois entraram em declínio em função de não se configurarem mais como centros econômicos e políticos. Este é o caso do município de Cachoeira, localizado no Recôncavo da Bahia, Brasil, e que teve seu apogeu econômico e político no século XIX. Sua centralidade na rede urbana regional foi marcada principalmente pelo sistema flúvio-marítimo, onde através do seu porto escoavam as mercadorias para a capital, Salvador, e posteriormente para fora do País. A partir de meados do século XX, o Brasil alterou seu padrão de transporte de mercadorias, dando preferência ao sistema rodoviário, fato que excluiu Cachoeira do processo e promoveu seu declínio econômico [3].

Cachoeira, denominada cidade heroica, tem um espaço urbano caracterizado por um importante passado histórico político-econômico, possuindo riqueza em sua arquitetura, com a presença de inúmeras edificações que representam diferentes períodos vivenciados pelo Brasil desde o período colonial. Além de ter um número considerável de construções tombadas individualmente, uma área expressiva do seu território foi tombada no ano de 1971 como Complexo Arquitetônico e Paisagístico, englobando aproximadamente 670 edificações [4]. Devido a perda da centralidade econômica, Cachoeira começou a sofrer uma grande migração da população, especialmente aquela de maior poder aquisitivo. Como consequência, muitos imóveis localizados no perímetro tombado acabaram entrando em um processo de abandono, tanto por interesses individuais de parte de alguns proprietários, quanto principalmente por falta de condições econômicas daqueles que permaneceram. Com a falta de manutenção adequada, a deterioração das edificações se amplificou levando, em alguns casos, ao comprometimento da estabilidade da estrutura e cobertura, com a ocorrência de colapsos.

No ano de 2019, Cachoeira vivenciou a concretização dos riscos gerados pela falta de intervenções de conservação e recuperação de edificações localizadas em seu espaço urbano tombado. A edificação que abrigou um importante hotel no passado, cuja cobertura já havia colapsado totalmente, também teve parte da sua estrutura colapsada, fato que desconfigurou totalmente o patrimônio histórico, fragilizou ainda mais uma estrutura deteriorada, comprometeu a estabilidade estrutural da edificação adjacente e espalhou destroços nas vias públicas.

Com base no exposto, este artigo visa contribuir para uma reflexão sobre as políticas brasileiras de preservação do patrimônio histórico e de gestão de riscos, levantando os pontos de desalinhamento entre elas e que acabam sendo motivos de falha nos objetivos previstos para ambas. Para exemplificar a reflexão, será utilizado como objeto de estudo o sítio histórico tombado de Cachoeira, em particular as situações ocorridas antes e após o colapso parcial do Casarão do Antigo Hotel Colombo.

2. Preservação e gestão de riscos no Brasil

2.1. Um olhar para a política de preservação do patrimônio histórico e seus entraves

O patrimônio edificado compõe um excelente testemunho na formação da memória histórica dos povos e na composição da sua identidade, se caracterizando como testemunho concreto

do estilo de vida do homem, não só em uma determinada época de origem, como também sobre o processo de adaptação do uso e de seus significados. Por isso, determinadas obras arquitetônicas são reconhecidas como monumentos, portanto, preservá-las é dever do ser humano [5]. A essência arquitetônica das cidades brasileiras que marcou a narrativa histórica no Brasil é o exemplo vivo da cultura, da tradição, da identidade e da memória do povo brasileiro, demandando, através das responsabilidades cívica, ética e moral de seus cidadãos, a sua preservação.

A responsabilidade acima reportada é balizada pela Constituição Federal do Brasil que determina que a proteção do patrimônio cultural brasileiro deve ser feita pelo poder público, com colaboração da comunidade [6]. A Carta Magna se refere ao patrimônio cultural brasileiro como os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira. Entre eles, estão incluídas as edificações e os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

No Brasil, as políticas de preservação do patrimônio foram desencadeadas no início do século XX, a partir do Decreto-Lei nº 25 de 1937, que instaurou o tombamento como um dos principais mecanismos de preservação do patrimônio edificado, com o objetivo de instituir uma série de regulamentos para proteger, preservar, divulgar e gerir o patrimônio histórico e artístico no Brasil [7]. O tombamento é um ato jurídico, realizado pelo poder público e embasado por legislação específica, que tem como finalidade a preservação, criando mecanismos para impedir que o patrimônio edificado seja extinto através da sua destruição e/ou descaracterização. Conforme a legislação, “as coisas tombadas não poderão, em caso nenhum, ser destruídas, demolidas ou mutiladas, nem, sem prévia autorização especial IPHAN, ser reparadas, pintadas ou restauradas”. Desse modo, o tombamento do patrimônio é um meio legal e importante para a preservação de uma edificação histórica, pois impossibilita que este monumento seja substituído ou modificado inadequadamente através de intervenções que descaracterizem as razões que o levaram ao tombamento [8].

De acordo com a regulamentação específica que rege os processos de tombamento, qualquer pessoa física ou jurídica tem legitimidade para provocar, mediante proposta, a instauração do processo de tombamento [9]. Sendo assim, qualquer edificação que venha a ser caracterizada como valor histórico coletivo, sendo pública ou privada, pode, mesmo sem interesse de seus detentores, vir a ser constituída legalmente como patrimônio cultural e artístico brasileiro, passando a ser protegida pela legislação vigente. Após tombamento, a responsabilidade da preservação da edificação fica a cargo de seus proprietários, que deverão tomar as medidas cabíveis para as ações de conservação e recuperação, seguindo os regulamentos e fiscalização do IPHAN.

A portaria do IPHAN nº 420 de 22 de dezembro de 2010 dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno. De acordo com a regulamentação, entende-se por intervenção “toda alteração do aspecto físico, das condições de visibilidade, ou da ambiência de bem edificado tombado ou da sua área de entorno, tais como serviços de manutenção e conservação, reforma, demolição, construção, restauração, recuperação, ampliação, instalação, montagem e desmontagem, adaptação, escavação, arruamento, parcelamento e colocação de publicidade”. Qualquer destas intervenções em edificação tombada, ou parte de uma área tombada, bem como seu entorno, somente poderá ser realizada com autorização prévia do IPHAN que fará uma avaliação da proposta de intervenção.

As avaliações dos projetos de intervenção por parte do IPHAN são realizadas considerando as características particulares de cada bem tombado, tendo como eixo norteador as Cartas Patrimoniais, que estabelecem as diretrizes acordadas internacionalmente, e nacionalmente, para proteção, conservação e restauração. A Carta de Veneza de 1964 é uma das principais referências à preservação e restauro dos monumentos históricos, definindo diretrizes que orientam a salvaguarda tanto da obra de arte, quanto do testemunho histórico. Ressalta inclusive, que a preservação deve ser permanente e contínua, fato esperado pois é natural que edificações sofram deterioração com o seu uso no tempo.

Quanto aos conglomerados urbanos de valor histórico, em 1976, a Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura - UNESCO, através da Carta de Nairobi, traz estratégias de natureza jurídicas, administrativas, técnicas, econômicas e sociais para garantir a salvaguarda dos conjuntos históricos e sua função na vida cotidiana. Alguns anos mais tarde foi elaborada a Carta de Washington [10], que ressalta a preocupação relacionada à ameaça de destruição e desconfiguração dos sítios de valor histórico, gerada por um urbanismo baseado na industrialização, e que provoca danos irreversíveis de natureza cultural, social e econômica. Estabelece também que o poder público deve ter uma definição clara dos edifícios, individualmente ou em conjunto, que devem ser especialmente protegidos, sendo recuperados e conservados em certas condições e, somente em circunstâncias excepcionais, demolidos. Ressalta ainda que a manutenção deve ser permanente, objetivando a melhoria das habitações.

Além de orientar as análises de projetos, as cartas patrimoniais são documentos fundamentais para a elaboração das regulamentações de preservação específicas, que norteiam como podem ser realizadas as intervenções em imóveis tombados, especialmente aquelas mais frequentes de conservação. Atualmente no Brasil, existem 94 conjuntos urbanos tombados, entretanto, verifica-se que menos de 10% destas áreas dispõe de normas eficientes capazes de orientarem as intervenções, o que dificulta a elaboração dos projetos a serem encaminhados para autorização, bem como a ação eficaz e transparente na sua análise e fiscalização por parte das equipes do IPHAN [11].

Como visto, o processo a ser conduzido até o recebimento da autorização pelo IPHAN, para realização de qualquer intervenção em imóvel de valor histórico é complexo e requer tempos significativos até sua efetivação. Estes longos períodos exigidos pelos processos administrativos e jurídicos até que se obtenha autorização para as obras, contribuem para a não realização das intervenções necessárias para a conservação dos imóveis [12].

A regulamentação brasileira de preservação responsabiliza o proprietário das edificações privadas por todos os custos relativos às intervenções de conservação e recuperação. Entretanto, o elevado custo destas intervenções, tanto em relação ao projeto, quanto aos materiais e mão de obra, é um dos fatores mais recorrentes que estimulam o abandono dos imóveis de centros históricos [13]. Os custos para efetuar os reparos acabam sendo elevados devido a necessidade de mão de obra qualificada e de materiais específicos, cujos valores não correspondem às condições financeiras de muitos dos proprietários [12]. Os materiais a serem utilizados e as técnicas construtivas diferenciam-se das contemporâneas, sendo escasso o número de profissionais que possuem conhecimento específico neste setor [14]. A legislação prevê que, nos casos em que o proprietário comprove que não possui recursos financeiros para realizar intervenções de manutenção e reparo das edificações, pode-se solicitar o apoio do poder público, que deveria assumir as despesas após análise e aprovação da solicitação, ou então, promover políticas públicas com incentivos econômicos.

Ao longo dos anos, alguns programas de incentivo à revitalização de sítios históricos tombados foram realizados no Brasil, sendo o Monumenta um dos mais recentes e o de maior

destaque e duração [15]. A ideia para a criação do Monumenta, Programa de Preservação do Patrimônio Histórico Urbano, começou a ser delineada ainda no ano de 1995, através de uma parceria entre o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a União, o IPHAN e Municípios. A implementação do programa, entretanto, ocorreu no período entre 1999 e 2010, desencadeando mais de 300 intervenções urbanas em 26 cidades brasileiras [7]. Os objetivos do programa não se moldaram somente na melhoria dos imóveis, como edificações e infraestrutura urbana, mas também incorporaram a preocupação com o desenvolvimento econômico e social das localidades, e até mesmo das regiões onde foi implementado. Foram pensadas ações que estimulam a auto sustentabilidade local, tal como a geração de renda, através da capacitação da mão-de-obra e readequação dos espaços físicos das habitações para novas funcionalidades, fomentando o turismo e atraindo o interesse de novos moradores [16]. Desde o início da articulação do programa até a sua conclusão, o Monumenta passou por inúmeras dificuldades e necessitou de diferentes ajustes, entretanto, análises posteriores mostraram que a maior contribuição do programa foi o financiamento de imóveis de propriedade privada, que após mudanças no programa original, permitiu que moradores de baixa renda pudessem ter acesso aos recursos de financiamento [17].

No ano de 2013 foi lançado um novo programa, o PAC Cidades Históricas, como uma das linhas de desenvolvimento nacional pensada no Programa Geral de Aceleração do Crescimento do Governo Federal. Entretanto, o programa não teve a mesma abrangência em número de cidades contempladas, obras e valores investidos até 2018 [18]. A partir de 2019 o Brasil vivenciou uma redução significativa nos investimentos para a preservação. Em três anos o IPHAN viu seu orçamento diminuir em 56%, enquanto o investimento específico em cidades históricas sofreu uma queda ainda mais drástica, de aproximadamente 65% [19]. Desse modo, muitas edificações não recebem intervenções adequadas de conservação, desenvolvendo processos de deterioração que são progressivos, gerando a ocorrência de inúmeras situações de riscos, como incêndios, colapsos parciais e totais.

2.2. Um olhar para a política de gestão de riscos e seu papel na construção de espaços urbanos sustentáveis

Para a Estratégia Internacional para Redução de Desastres das Nações Unidas (EIRD/ONU) a gestão de risco de desastres é o processo sistemático composto por diretrizes administrativas, organizativas, de habilidades e capacidades operacionais para fortalecer o enfrentamento e reduzir o impacto dos desastres [20].

Na última década, o Brasil protagonizou avanços importantes na política pública de gestão de risco de desastres, com a instituição da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), através da Lei Federal nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Entre estes avanços merecem destaque: i) a definição de atribuições das esferas de governo - federal, estadual e municipal, e a premissa do envolvimento da sociedade; ii) a abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução na gestão de riscos; iii) e a integração da PNPDEC nas políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável [21].

O conceito de desenvolvimento sustentável definido como o “modelo de desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras” consta do Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum” [22], redigido a partir da reunião da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU), ocorrida em 1987 na Noruega. De forma a caminhar na direção da

sustentabilidade global, a Agenda 2030 constitui-se em um plano para alcançar o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões – econômica, social e ambiental, de forma equilibrada e integrada. A Agenda propõe que os países assumam coletivamente a busca do desenvolvimento global e da cooperação vantajosa para todos, através da implementação de 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e de 169 metas a eles associadas [23]. O Objetivo 11 dos ODS – Cidades e Comunidades Sustentáveis, está direcionado a tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, cujas metas inserem temas sobre gestão de riscos e a salvaguarda do patrimônio cultural e natural.

Entretanto, para pensar uma cidade sustentável significa contemplar diferentes aspectos, traduzidos nas dimensões Política, Territorial, Social e Econômica. Institucional, Ambiental/Ecológica e Cultural, através de ações das políticas públicas em diferentes áreas da atuação [24], cuja diretriz já foi incorporada na PNPDEC. A associação entre a gestão de riscos e a construção de cidades sustentáveis se evidencia na incorporação da redução do risco de desastres e das ações de proteção e defesa civil, entre os elementos da gestão territorial e do planejamento de diferentes políticas setoriais [21]. Pensar a cidade considerando a óptica da gestão de riscos, significa conhecer riscos, ameaças e vulnerabilidades de diferentes naturezas que estão presentes no território e que podem ser agravadas pela exposição aos riscos, através da forma de ocupação e gestão urbana, bem como pelas mudanças climáticas.

O Marco de Ação de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, estabelecido na Terceira Conferência Mundial da ONU para a Redução de Riscos de Desastres, aponta para a necessidade de redução da exposição e da vulnerabilidade, evitando a criação de novos riscos de desastres [25]. Este acordo internacional estabelece como prioridades de ação a compreensão dos riscos de desastres, o fortalecimento da governança e o investimento para gestão de riscos e a qualificação da preparação para seu enfrentamento.

Alinhadas com as diretrizes do Marco de Ação de Sendai, umas das metas do ODS 11, estabelece que os países signatários, incluindo o Brasil, deverão reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por desastres, o número de pessoas residentes em áreas de risco e as perdas econômicas diretas causadas por esses desastres, com especial atenção na proteção de pessoas de baixa renda e em situação de vulnerabilidade [26]. Para que a gestão do território brasileiro consiga se adequar a estes alinhamentos, o País deverá aumentar significativamente o número de cidades que possuem políticas e planos desenvolvidos e implementados para mitigação, adaptação e resiliência a mudanças climáticas e gestão integrada de riscos de desastres [26]. Esta adequação traria importantes avanços no ordenamento do uso e ocupação do solo nas cidades brasileiras, considerando a gestão de riscos no que se refere à aptidão à urbanização em áreas de expansão futura da cidade e na ocupação de vazios urbanos, evitando o surgimento de novas áreas de risco.

Em decorrência da Lei 12.608/2012, foram incorporadas regulamentações em outras legislações relacionadas à gestão territorial, destacando-se o Estatuto de Cidade – Lei 10.257/2001, que estabelece a política urbana brasileira e tem, entre suas diretrizes gerais, a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar, entre outras situações, a exposição da população aos riscos de desastres. As mudanças nessa legislação requerem a necessidade de Plano Diretor aos municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, bem como de todos os municípios que pretendam ampliar o perímetro urbano [27]. Esta é uma forma de controlar a expansão urbana tendo como uma das linhas de ação a gestão de risco.

Em termos de preservação do patrimônio, o ODS 11 também traz como meta o fortalecimento das iniciativas para proteger e salvaguardar o patrimônio natural e cultural, incluindo seu patrimônio material e imaterial [26]. O Estatuto da Cidade contempla esta temática entre suas diretrizes, através da proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico [27]. Cabe ressaltar ainda, o Compromisso de Salvador, firmado em 1971 no II Encontro de governadores para preservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e natural do Brasil, que já recomendava a proteção do patrimônio nos planos diretores e projetos de obras públicas.

Ao encontro das metas do ODS 11, o manual de Referência do Patrimônio Mundial faz referência ao risco e à perda progressiva de bens culturais e naturais que são afetados por desastres de origem natural e tecnológica. Constata-se, no entanto, que o número de bens inscritos como Patrimônio Mundial que possuem um plano de redução de risco de desastres é muito pequeno, não sendo ainda uma iniciativa priorizada nas políticas públicas. Com o objetivo de contribuir para a preservação dos bens patrimoniados através da redução da vulnerabilidade ao impacto dos desastres, a UNESCO e colaboradores elaboraram um Manual de Referência do Patrimônio Mundial com metodologia destinada à capacitação para desenvolvimento de um plano de Gestão de Riscos de Desastres para o bem tombado [28]. Percebe-se, entretanto, que ainda não existem alinhamentos claros no Brasil entre as políticas de preservação e a política de gestão de riscos de desastres.

2.3. O paradoxo da preservação e gestão de riscos em sítios urbanos tombados

No contexto dos desastres vivenciados na maior parte das cidades brasileiras, tanto a nível federal como local, a efetivação das fases da gestão de riscos através de políticas públicas, da prevenção à reconstrução, a partir de medidas estruturais (obras de engenharia) e não estruturais (legislação, capacitação etc.), além da interação entre governo e sociedade, podem contribuir sobremaneira para tornar as cidades mais sustentáveis. Percebe-se, entretanto, que ações de prevenção, mitigação e preparação para reduzir as vulnerabilidades da exposição e minimizar os impactos dos desastres, com raras exceções, não têm correspondido completamente ao cumprimento dos acordos internacionais, muito menos com as próprias diretrizes estabelecidas na PNPDEC e nas mudanças de legislação desencadeadas por ela. Essa lacuna é ainda maior no caso de gestão de risco de sítios históricos.

Em termos de gestão de riscos na preservação do patrimônio histórico, estas falhas acabam sendo expressas na ocorrência de desastres em nível federal e local. Em relação a desastres naturais, o Brasil tem vivenciado casos em sítios históricos, como no caso de inundações ocorridas no ano de 2001 na cidade de Goiás Velho, e em 2010 em São Luiz do Paraitinga, ambas no estado de São Paulo, e deslizamentos em 2015 no Centro Histórico de Salvador/BA [29], que acabam danificando e até mesmo destruindo o patrimônio histórico e artístico. Mais recentemente, no ano de 2022, a cidade de Ouro Preto teve um casarão do século XIX destruído em função de um escorregamento de terra. Nesta ocasião, a perda ficou limitada ao patrimônio arquitetônico histórico, pois o imóvel já havia sido interditado anteriormente, em função da suscetibilidade da encosta que o rodeava [30].

Os desastres de origem tecnológica também são realidades na perda de patrimônio histórico no Brasil. No ano de 2018 ocorreu o incêndio do Museu Nacional, localizado no Rio de Janeiro. A edificação era patrimônio tombado pelo IPHAN desde 1938, estando inscrito no Livro de Tombo Histórico e no Livro de Tombo de Belas Artes. Seu tombamento é oriundo do importante legado na História do Brasil, pois além dos aspectos artísticos da sua

arquitetura, a edificação também foi sede da residência da Família Real e Imperial. Mesmo com a existência de legislação específica voltada à prevenção e combate a incêndio. na grande maioria dos estados brasileiros, os monumentos históricos acabam permanecendo em situação de vulnerabilidade, devido às complexidades relativas às adequações de espaços tombados [31], bem como à falta de recursos para realização e implementação dos projetos específicos.

Além de causas oriundas de fontes externas naturais e tecnológicas, é importante mencionar os desastres causados por colapsos parciais e totais da estrutura de edificações históricas, devido, justamente, à falta de ações de conservação e recuperação. Como exemplo dos inúmeros casos ocorridos em território brasileiros, pode-se citar o desabamento em 2019 de imóvel tombado em São Leopoldo, estado do Rio Grande do Sul [32], e de casarão localizado no centro histórico de Salvador, no primeiro semestre de 2022 [33]. Ambas as edificações colapsaram somente em função da estrutura fragilizada, devido à anos de deterioração sem ações efetivas para a conservação e recuperação.

O grau de vulnerabilidade dos elementos expostos verificados no patrimônio histórico brasileiro, sejam eles caracterizados pelos próprios elementos construtivos deteriorados da edificação, ou então, dos usuários e população que circulam em suas adjacências, não raramente expressa a ausência ou inadequação de políticas públicas, bem como a omissão do Estado. Sendo assim, uma reflexão profunda sobre como garantir o desenvolvimento sustentável em relação à temática de preservação histórica e gestão de risco, se faz necessária e urgente no Brasil.

3. Estudo de Caso: Cachoeira, Bahia - Brasil

3.1. Cachoeira, a jóia do Recôncavo da Bahia

Cachoeira, município situado no estado da Bahia, dista, aproximadamente, 120 km da capital Salvador. A cidade está localizada na Baía de Todos os Santos e compõe a região do Recôncavo Baiano, sendo delimitada pelo Rio Paraguaçu, que é o maior do estado.

A posição geográfica do seu antigo porto desempenhava um papel de grande relevância no sistema de transporte flúvio-marítimo [34], pois este rio era reconhecido como uma importante via de ligação entre o Porto de Cachoeira e Salvador, fator este que fomentava o fluxo de materiais, produtos e pessoas e, que influenciou no desenvolvimento econômico da cidade. Vale ressaltar que, além da boa localização litorânea, fatores como o clima e solo propícios para plantações da cana de açúcar, contribuíram para sua progressão socioeconômica, viabilizando a construção de inúmeros engenhos [35], sendo o porto de Cachoeira amplamente utilizado para escoamento de grande parte da produção agrícola do recôncavo baiano, principalmente do açúcar produzido pelo município [36].

O período de desenvolvimento econômico da cidade pode ser visualizado no seu conjunto arquitetônico, com deslumbrantes casarões e construções, com características e técnicas construtivas predominantemente coloniais [37]. Além da representatividade arquitetônica, Cachoeira exerceu uma função fundamental no processo de Independência da Bahia, tendo recebido em 1837 o título de “Cidade Heroica” [34]. Devido a sua importância na história e no desenvolvimento do Brasil, grande parte da sua área urbana foi convertida em Monumento Nacional por meio do Decreto Presidencial 68.045 de 18 de janeiro de 1971, através do tombamento da cidade como conjunto urbano. Depois da capital Salvador, atualmente Cachoeira é o município da Bahia com maior conjunto arquitetônico histórico, totalizando 32 edificações tombadas pelo IPHAN e três pelo Instituto do Patrimônio

Artístico e Cultural da Bahia (IPAC) [39], além de possuir 670 construções inseridas na área que contempla o tombamento como conjunto urbano [4].

Após meados do século XIX, o Recôncavo da Bahia começou a perder progressivamente sua relevância econômica e política [38], vivenciando um processo de estagnação no desenvolvimento das cidades do recôncavo e conseqüentemente uma decadência econômica [34]. A primeira crise econômica a se abater sobre a cidade de Cachoeira foi no final do século XIX, quando esta perdeu boa parte de sua população. Já a segunda crise se iniciou no século XX, por problemas na agroindústria e pelo avanço do sistema rodoviário [36].

As mudanças na estrutura econômica e no papel de Cachoeira na rede urbana regional estão fortemente relacionadas à modificação no padrão de transporte de mercadorias, por meio da opção pela modalidade rodoviária em detrimento ao transporte marítimo/fluvial e ao transporte ferroviário. As rodovias que passam a ligar o litoral ao interior e possuem seus trajetos externos e distantes da rede urbana de Cachoeira, anulando sua função de cidade articuladora com suas congêneres regionais e estaduais [34].

Com o intuito de reverter o processo de estagnação econômica de Cachoeira, que perdura por algumas décadas, projetos e obras foram implantados no município, como por exemplo: o Programa Monumenta, a instalação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), e o incentivo ao turismo. Os autores Pita e Dias [36] afirmam que estes incentivos proporcionaram, em alguns momentos, uma leve recuperação e ascensão das condições socioeconômicas de algumas categorias da população. Todavia é percebido que a cidade carece de mais incentivos no que tange a preservação do patrimônio histórico, pois ainda existem muitas edificações tombadas em estágios avançados de deterioração, isto devido à falta de manutenção adequada.

3.2. Preservação e gestão de risco no contexto do patrimônio edificado de Cachoeira

Devido a seu contexto histórico e artístico, os processos de tombamento individuais no município de Cachoeira iniciaram no ano de 1938, logo após a instituição da primeira legislação brasileira sobre a temática, se estendendo pelas décadas seguintes. Mesmo sendo tombada como conjunto arquitetônico pelo IPHAN no ano de 1971, até agora a área de interesse legal para preservação, nunca teve o seu perímetro oficialmente demarcado e georreferenciado, e o número de edificações inseridas na área tombada é apenas uma estimativa [4].

Entre os bens imóveis tombados individualmente em Cachoeira é possível perceber que a grande maioria deles já sofreu intervenções de restauro. Um importante programa para a restauração destes monumentos foi justamente o Programa Monumenta, onde o município de Cachoeira teve destaque em termos de volume de projetos e investimentos. Durante os dez anos de programa na cidade, foram restauradas 17 obras públicas, incluindo a revitalização de logradouros públicos, e 35 obras de imóveis privados [39]. Uma das obras de restauração de maior destaque foi a do Quarteirão Leite Alves, ruína de uma antiga fábrica de Charutos, para a instalação de um dos *campi* da UFRB. Este investimento elevou o status de Cachoeira para Cidade Universitária e foi uma estratégia do programa para aumentar a circulação de pessoas, serviços e comércio no município [7].

Mesmo com o montante de intervenções realizadas em Cachoeira durante o período do programa Monumenta, a necessidade de obras de conservação e recuperação ficaram muito aquém da demanda real deste sítio histórico, especialmente no que tange aos imóveis privados. De acordo com os levantamentos prévios do programa, na área de abrangência estabelecida para o Monumenta existiam 353 imóveis privados, onde 333 deles necessitavam

de intervenções. O programa conseguiu incluir 3 imóveis privados dentro do orçamento para as obras públicas, pois foram considerados imóveis “destacados” em função da sua grande importância histórica e arquitetônica. Entretanto, para os demais foi lançado um edital específico de financiamento, cujo resultado foi de 210 propostas, onde, porém, somente 32 obras foram realizadas. A não contemplação da grande maioria das propostas é justificada por diferentes motivos, entre eles a desistência por parte dos proprietários, não aprovação pela instituição de financiamento ou ainda, por problemas na hora de apresentação da documentação solicitada [39]. Considerando a ampla área tombada na cidade e o número expressivo de edificações existentes, inúmeros imóveis ainda ficaram sem intervenções necessárias, agravando seu estado de degradação e gerando riscos ao patrimônio e à população.

Uma das propostas do Programa Monumenta para retorno dos valores investidos foi a criação de um fundo municipal de preservação. Em Cachoeira o Fundo de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural (FUNPATRI) foi instituído pela Lei Municipal nº 591 do ano de 2001, e regulamentado pelo Decreto Municipal nº 63 de 2005, prevendo diferentes origens das despesas, incluindo o resgate de empréstimos concedidos a proprietários de imóveis privados restaurados com recursos do Monumenta e/ou do próprio fundo. Entretanto, os fundos criados durante o projeto nos diferentes municípios contemplados no programa tiveram problemas de operacionalização, devido à falta de instrumentos jurídicos-institucionais que garantissem o retorno de recursos para os fundos, bem como a fiscalização. Em Cachoeira não foi diferente, visto que análises realizadas logo após a conclusão do programa, mostraram que o fundo municipal de preservação de Cachoeira encontrava-se sem uso há mais de dois anos, especialmente devido à falta de elaboração de planos de investimentos de manutenção e conservação dos imóveis da área de projeto [39]. A operacionalização do fundo poderia vir a contribuir a ampliar as intervenções na área tombada, especialmente aquelas de maior urgência, em função do agravamento do estado de conservação das edificações.

Considerando que o risco está relacionado com a probabilidade da ocorrência de um evento adverso que provoca, em um contexto social, danos e prejuízos de ordem humana, material, econômica e/ou ambiental [40], é importante considerar todos os tipos de ameaças existentes em um território, especialmente no urbano, espaço onde existe maior concentração de elementos vulneráveis.

Sendo Cachoeira um município localizado às margens do Rio Paraguaçu, seu passado é marcado por inúmeros eventos de inundações que atingiram grande parte do seu território. Entre as inundações marcantes registradas no município, estão as ocorridas no ano de 1910, 1930 e 1948. A partir da década de 1970 iniciou-se a construção da Barragem Pedra do Cavalo, cuja finalidade inicial era de captação de água e proteção dos municípios a jusante contra inundações, ou seja, Cachoeira e seu vizinho São Félix, também tombado como conjunto urbano. Depois da construção da barragem as inundações foram controladas, com exceção do ano de 1989, cujo alto nível do reservatório obrigou a abertura das comportas, fato que inundou novamente os dois municípios, causando inúmeros danos e prejuízos à população [41].

Com a presença desta obra de mitigação, Cachoeira não se insere mais na lista de municípios baianos mais suscetíveis a desastres naturais, fato comprovado a partir do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais que mostra que Cachoeira, no período entre 1991 e 2012, decretou uma única vez Situação de Emergência (SE), que estava associada a problemas de estiagem e seca no município [42]. Já no ano de 2015, segundo a Defesa Civil do Estado da Bahia, Cachoeira também decretou SE em razão de deslizamento ocorrido na periferia do município. Por outro lado, a cidade também está sujeita a riscos de desastres tecnológicos

relacionados a obras civis do tipo colapso de edificações e rompimento/colapso de barragem. Considerando que este último pode estar relacionado com situações adversas conjuntas entre motivos naturais e tecnológicos, a temática merece reflexão particular e não é foco deste artigo. Entretanto, o risco de colapso de edificações está diretamente associado à falta de intervenções de conservação e recuperação das construções, que em um contexto histórico, se torna mais preocupante em razão dos entraves existentes na efetivação da política de preservação histórica brasileira.

De acordo com a PNPDEC e legislações complementares, compete aos municípios a estruturação dos órgãos de proteção e defesa civil em seu território. A Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Cachoeira foi criada pela Lei Municipal nº 958 de 2012, estabelecendo que é este o órgão responsável por todas as ações de defesa civil no âmbito do município. De acordo com a PNPDEC, estas ações estão divididas em prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução, sendo efetivadas através de políticas multisetoriais integradas na gestão pública, objetivando o desenvolvimento sustentável, conforme preconiza os ODS.

Para que a PNPDEC possa ser executada sob a ótica da gestão de risco na esfera local é necessário que o município identifique e mapeie todos os riscos existentes, sejam eles de origem natural ou tecnológica. Além disso, é responsável pelas vistorias e fiscalização de edificações e por promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis. Entre os mais de 300 imóveis privados que o Programa Monumenta identificou como edificações carentes de intervenções em Cachoeira, existem algumas que se apresentam em elevado estado de degradação, sendo, em alguns casos, consideradas abandonadas e em ruínas.

Em jornal de circulação nacional, foi evidenciado a problemática vivida por muitos moradores de Cachoeira, que convivem diariamente com os riscos em suas residências, em função de estar na adjacência de edificações com elevado estado de degradação [43]. Além disso, sendo uma Cidade Universitária e Turística, a concentração de pessoas circulando nas adjacências das edificações com estrutura fragilizada é significativa, em particular em alguns períodos do ano, como ocorrências das festas religiosas, a exemplo da Festa da Irmandade da Boa Morte [34] e da Festa da Nossa Senhora D'Ajuda, bem como da Festa Literária Internacional de Cachoeira - FLICA [47]. A principal área de circulação do centro histórico de Cachoeira possui inúmeras edificações que possuem evidências de instabilidade estrutural de paredes e coberturas [48]. Entre estas edificações está o imóvel que abrigou o antigo Hotel Colombo, que faz parte de um quarteirão, em estágio avançado de degradação, e cuja estrutura foi parcialmente colapsada no ano de 2019.

3.3. Antigo Hotel Colombo - Exemplo da falta de alinhamentos entre as políticas em análise

Para poder exemplificar a falta de alinhamentos entre as políticas de preservação histórica e gestão de risco no conjunto urbano tombado de Cachoeira, tomou-se como exemplo a situação da edificação que abrigou o antigo Hotel Colombo. As reflexões que foram realizadas tomaram como base os documentos existentes no processo de infração aberto pelo Escritório do IPHAN de Cachoeira, sob o número 01502,000107/2019-88, e disponibilizado para ampla consulta no Sistema Eletrônico de Informação - SEI [46].

O antigo Hotel Colombo está localizado no centro do município e faz parte do conjunto urbano tombado. A hipótese é que a sua construção se deu ainda no século XVIII, sendo modificado e ampliado nos séculos subsequentes. A edificação inicial era caracterizada por dois pavimentos constituídos de paredes autoportantes em alvenaria mista de pedra e tijolos,

confirmada a partir de registros fotográficos da inundação do ano de 1910. Os pavimentos e assoalhos eram de madeira, que atualmente já se encontram totalmente comprometidos em função dos processos de deterioração natural deste material. A ampliação dos pavimentos ocorreu ainda na primeira metade do século XX, também confirmada por registros fotográficos do prédio em uma posterior inundação no ano de 1948 [44]. Nessa última intervenção o concreto armado foi utilizado na construção da laje do quarto pavimento. Em relação a arquitetura, o projeto inicial foi influenciado pelas edificações do período colonial, que reproduziam as tendências construtivas portuguesas das “casas coloniais” [45].

A deterioração do antigo Hotel Colombo iniciou após a morte do seu fundador no ano de 1972, e se agravou após seu fechamento e venda do imóvel no ano de 1992. A partir deste momento o prédio foi abandonado, não sendo constatado nenhum tipo de intervenção para a sua conservação [49]. Não se tem relatos de quando a cobertura colapsou, entretanto esse foi um dos motivos que acelerou os danos, visto que expôs completamente a construção às intempéries e ao crescimento de vegetação parasitária. A presença de umidade nos elementos construtivos desencadeou nos materiais de construção inúmeros processos de deterioração que, associados a ampla presença de vegetação aderida às paredes, fragilizou progressivamente a estrutura. Na madrugada de 19 de janeiro de 2019 a edificação sofreu um colapso parcial, comprometendo a fachada anterior e parte das fachadas laterais, fato que fez metade da laje de concreto do quarto pavimento cair em função da perda de seus apoios. Após o colapso, a laje permaneceu pendurada pelas armaduras, se configurando como um risco adicional de sucessivos colapsos. Os destroços atingiram as duas ruas que davam a fachada anterior e uma das fachadas laterais, porém, como o evento ocorreu de madrugada, as vias estavam desertas, e o evento não gerou danos físicos a pessoas.

Em relação às responsabilidades sobre a realização de intervenções necessárias para a preservação do imóvel, ou no caso da falta delas, como ocorreu no Hotel Colombo, é importante ressaltar que a legislação estabelece que ela deve ser assumida pelo proprietário. Entretanto, a definição de quem tem a posse desta edificação ainda é motivo de discussão judicial. No ano de 2014 a prefeitura de Cachoeira desapropria as edificações do quarteirão por motivação de utilidade pública, visto que a intenção era instalar em Cachoeira o curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRB. A partir deste momento, a prefeitura passou a ter a responsabilidade pelas ações de recuperação necessárias à preservação da edificação, todavia, estas ações não foram realizadas na época pela gestão municipal e dois anos mais tarde a prefeitura desiste da desapropriação. O projeto para instalar o curso de Arquitetura e Urbanismo estava contemplado nas ações previstas no Programa Monumenta, porém, após a conclusão do impeachment da Presidência da República em 2016, o governo que permaneceu não garantiu mais os recursos aos quais havia se comprometido para este fim [47]. Possivelmente, esta tenha sido a razão pela desistência da desapropriação por parte da Prefeitura, que apresentou grandes fragilidades econômicas para poder arcar com despesas relativas às contrapartidas exigidas pelo Monumenta [17]. Devido a isso, com o colapso de 2019, o IPHAN passou a buscar responsáveis por esta infração durante os últimos anos, exigindo tanto do município quanto do antigo proprietário a mitigação dos riscos pós-evento e recuperação total do imóvel. Até o momento o processo judicial não foi julgado nas últimas instâncias e a audiência extrajudicial ocorrida não conduziu a acordos entre as partes.

Por outro lado, é importante ressaltar que conforme preconiza a PNPDEC, é dever do poder público a adoção de medidas necessárias à redução dos riscos de desastre e que a incerteza sobre as situações de risco não constitui óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras. Estas medidas podem ser realizadas em parceria com a iniciativa privada e comunidade, porém a responsabilidade primária parte do poder público, compartilhada, neste caso, entre Governo Federal e Municipal. As responsabilidades da esfera Federal

surgem pelo fato da edificação estar em área que constitui o conjunto urbano tombado na esfera federal, sendo responsável tanto pela sua preservação, quanto pela mitigação dos riscos oriundos do seu abandono. Já na esfera municipal, mesmo que a prefeitura não venha a se caracterizar como detentora legal do imóvel, a sua responsabilidade, através da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, estaria associada diretamente à avaliação e análise de riscos locais, bem como a efetivação de ações para a gestão de risco, que neste caso específico deveriam ter sido incluídas nas ações prioritárias de mitigação, devido ao elevado estado de deterioração da construção.

Não foram encontrados documentos digitais públicos sobre identificação de riscos no município de Cachoeira, no que tange às ameaças existentes em razão da deterioração das edificações presentes na área tombada do município. O próprio site da Prefeitura não apresenta seção específica para esta coordenadoria, com informações claras à população sobre a atuação deste órgão, bem como possíveis estudos existentes. Importante lembrar que a PNPDEC define que é competência do município manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção/alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres.

Com base na documentação existente no corpo do processo do IPHAN, é possível perceber que a preocupação quanto a limpeza e isolamento da área sob ameaça de novos colapsos, parte deste mesmo órgão, exigindo, de ambos possíveis proprietários do imóvel (pessoa física e prefeitura), ações imediatas para mitigar os riscos aos transeuntes e ao tráfego nas vias de acesso. O isolamento inicial feito pela gestão municipal não se apresentou suficiente para mitigar os riscos existentes, permitindo ainda a circulação de veículos e pessoas próximo às fachadas da edificação. A inadequação do isolamento se agravou à medida que os meses foram passando e o turismo se intensificou em função das festividades religiosas e culturais tradicionais de Cachoeira.

Em relação a preservação da edificação remanescente, os técnicos do IPHAN local apontaram a urgência necessária para a retirada da parte da laje que permanecia pendurada na edificação, bem como realização de projeto para o restauro do bem, restabelecendo sua estabilidade e volumetria. Devido às discussões judiciais sobre a posse do imóvel, ressalta-se que esta intervenção não foi realizada até metade do ano de 2022, deixando esta edificação completamente suscetível a novos colapsos e perda completa deste importante patrimônio histórico.

4. Considerações finais

Com base nas discussões deste artigo, fica claro que existem inconsistências entre as políticas de preservação e gestão de risco no Brasil. Em relação às diretrizes de preservação é o proprietário que tem obrigações primárias para a realização das intervenções, podendo requerer do poder público ajuda quando não dispuser de recursos financeiros. Entretanto, em relação à gestão dos riscos é dever fundamental do poder público ter um diagnóstico adequado dos riscos existentes no território, efetivando ações para a redução de eventos adversos que possam vir a gerar danos e prejuízos.

A partir do histórico verificado no processo de infração do IPHAN relativo ao colapso do Hotel Colombo, que já perdura há mais de 3 anos, é possível verificar que as competências relativas a União e ao Município definidas na PNPDEC não estão sendo obedecidas, ferindo com a política nacional, bem como com os acordos internacionais. Mostra-se urgente a elaboração, por parte do poder público municipal de Cachoeira, a realização do mapeamento

dos riscos relacionados às edificações que compõem seu sítio histórico e sua divulgação à população para amplo conhecimento e compreensão da situação.

O Marco de Sendai define como prioridades de ação o entendimento dos riscos, o fortalecimento da governança para gerenciar o risco de desastres, o investimento na redução do risco de desastres através de medidas estruturais e não estruturais para o aumento da resiliência e a qualificação da preparação para o enfrentamento dos desastres. É possível perceber que nenhuma dessas ações prioritárias estão sendo cumpridas no município de Cachoeira, fato exemplificado pela situação do antigo Hotel Colombo.

Da mesma forma, conforme o compromisso assumido com a Agenda 2030, a União e o Município não estão cumprindo com as atribuições referentes aos ODS, notadamente no que diz respeito ao Objetivo 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, em particular no que se refere a meta para fortalecimento das iniciativas para proteger e salvaguardar o patrimônio natural e cultural, incluindo seu patrimônio material e imaterial. Uma cidade sustentável é comprometida com seu patrimônio histórico e com o bem-estar da sua população, permitindo que viva em um ambiente que a represente como nação, fazendo uma gestão de riscos adequada que garanta os direitos fundamentais das pessoas residentes no País, conforme estabelecido na Carta Magna de 1988.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado da Bahia - FAPESB e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão das bolsas de iniciação científica que contribuíram parcialmente com a realização desta pesquisa.

Referências

- [1] Flach, M. S. (2016). Panorama sobre a evolução histórica dos mecanismos de proteção do patrimônio cultural. Revista do Ministério Público do Rio Grande do Sul, n. 80, p. 41-54. Porto Alegre. Disponível em: <11nq.com/1JZ4N>.
- [2] Rocha, S. J. R.; Passuello, A. C. (2021). Situação de Risco em Edificações Históricas: Um Breve Histórico Reportado pela Mídia. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas.
- [3] Henrique, W. (2009). A Instalação da UFRB, a Ação do Programa Monumenta e o Turismo Étnico na Reestruturação Urbana e no Cotidiano de Cachoeira-BA. Notas preliminares de pesquisa. GeoTextos, vol. 5, n. 1, 89-112. Disponível em: <11nq.com/wQoaX>
- [4] IPHAN (18 de julho de 2022). Monumentos e Espaços Públicos Tombados. Cachoeira/BA. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. Disponível em: <11nq.com/rl2mE>.
- [5] Trentin, P. (27 de junho de 2022) O patrimônio cultural edificado e sua gestão - A preservação e conservação do patrimônio histórico na cidade moderna. Revista Vitruvius, ISSN 2175-6716, 2005. Disponível em: <11nq.com/ysMkm>.
- [6] Brasil (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <<https://bit.ly/3PtGoSz>>.

- [7] Bonduki, N. (2010). Intervenções urbanas na recuperação de centros históricos. Brasília: IPHAN/Programa Monumenta. Disponível em: <11nq.com/Yft0K>.
- [8] Horta, M. L. P; Grunberg, E.; Monteiro, A. Q. (1999). Guia básico de educação patrimonial. Brasília: IPHAN. Disponível em: <11nq.com/lix43>.
- [9] IPHAN (1986). Portaria nº 11, de 11 de setembro de 1986. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.
- [10] UNESCO. Carta de Nairóbi (1976). Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura UNESCO.
- [11] SICG - Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão. Normatização de Cidades Históricas - Orientações para a elaboração de diretrizes e Normas de Preservação para Áreas Urbanas Tombadas. Brasília, (2010). Disponível em: <11nq.com/kMTv4>.
- [12] Duarte Júnior, R. C. F. (2012). A Responsabilidade pela Manutenção e Restauração dos Bens Tombados, Florianópolis. Disponível em: <11nq.com/XWz92>.
- [13] Silva, A. M. (2019). Situação do Centro Histórico de Cuiabá: Um Olhar Sobre suas Casas e Casarões Antigos. Programa de Pós-Graduação em Arte - PPG. Instituto de Artes da Universidade de Brasília. Cuiabá. Disponível em: <11nq.com/S1Gul>.
- [14] Caon, M. (2010). Memória e Cidade: O Processo de Preservação do Patrimônio Histórico Edificado em Caxias do Sul 1974-1994. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<https://bitlybr.com/wjE49E>>.
- [15] Ribeiro Neta, D. S.; Passuello, A. (2020). Estado de Conservação das Fachadas das Edificações Restauradas pelo Programa Monumenta-Cachoeira-BA. Revista Eletrônica de Ciências Exatas e Tecnológicas, n. 1.
- [16] Diogo, E. (2009). Recuperação de imóveis privados em centros históricos. 1. ed. Brasília, DF: IPHAN. Disponível em: <11nq.com/dU851>.
- [17] Giannecchini, A. C. (27 de junho de 2022). O IPHAN e o Programa Monumenta: Lições para a Gestão do Patrimônio Cultural. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Disponível em: <11nq.com/CfvPY>.
- [18] IPHAN (27 de junho de 2022). PAC Cidades Históricas: Lista de Obras Concluídas. Disponível em: <portal.iphan.gov.br/pac>.
- [19] SIGA BRASIL (27 de junho de 2022). SIGA Brasil - Portal do Orçamento. Senado Federal. Disponível em: <portal.iphan.gov.br/pac>.
- [20] EIRD/ONU (2009), Estratégia Internacional para Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas. Terminologia sobre reducción del riesgo de desastres. Suíça: ONU: 2009.
- [21] Brasil. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; e dá outras providências. Brasília.
- [22] World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future. R Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>.
- [23] ONU (27 de junho de 2022). Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://bit.ly/3zoYtLS>>.

- [24] Oliveira, I. C. E. (2004).. Arquitetura e urbanismo nas cidades sustentáveis. In: Livro Exercício Profissional e Cidades Sustentáveis, 61º Semana Oficial da Engenharia, da Arquitetura e da Agronomia - SOEAA e 5º Congresso Nacional dos Profissionais – CNP. CONFEA, Maranhão. p. 169-181.
- [25] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030. Disponível em: <11nq.com/2pC58>.
- [26] IPEA (2019). Cadernos ODS: objetivo 11- Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Disponível em: <<https://bit.ly/3crglg1>>.
- [27] Brasil (2001). Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília.
- [28] UNESCO/BRASIL-IPHAN (2016). Gestão do Patrimônio Mundial cultural. – Brasília: UNESCO Brasil, Iphan, 2016. 163 p., il. – (Manual de referência do patrimônio mundial). Disponível em: <11nq.com/31ioz>.
- [29] Marchezini, V.; Trajber, R.; Conceição, R. S.; Mendes, T. S. G.; Negri, R. G. (2018). Desafios para uma Agenda de Prevenção de Desastres em Sítios Históricos: O Caso de São Luiz do Paraitinga, SP. Unesp, v.14, n-2, p.375-400. Disponível em: <<https://pem.assis.unesp.br/index.php/pem/article/view/800>>.
- [30] Mansur, R. (18 de julho de 2022). Deslizamento Destroí Casarão Histórico em Ouro Preto. Disponível em <11nq.com/MaA24>.
- [31] Silva, P. B. A. ; Passuello, A. C (2020). Análise de risco em edificações históricas. In: RECONCITEC - Reunião Anual de Ciência, Tecnologia, Inovação e Cultura no Recôncavo da Bahia, 2020, Cruz das Almas. VI RECONCITEC - Reunião Anual de Ciência, Tecnologia, Inovação e Cultura no Recôncavo da Bahia.
- [32] Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Rio Grande do Sul (CAU/RS) (7 de março de 2019). CAU/RS Divulga Nota Sobre Desabamento da Casa do Imigrante. Disponível em <11nq.com/k3tYA>.
- [33] G1 (18 de julho de 2022). Casarão Tombado pelo IPHAN Desaba na Ladeira da Montanha, em Salvador. Disponível em <11nq.com/99vU0>.
- [34] Henrique, W. (2009). Cidades médias e pequenas da rede urbana do recôncavo da Bahia: uma análise sobre Cachoeira. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideú. Anais... Montevideú: Universidad de la Republica, v. 01, p. 01-12. Disponível em: <11nq.com/IiEk1>.
- [35] Castro, A. A. (2005). O patrimônio histórico-cultural e o turismo na Cidade Heróica de Cachoeira-BA: potencialidade x realidade. Revista Internacional de Desenvolvimento Local. Vol.7, N. 11, p. 113-119.
- [36] Pita, I. N. S.; Dias, M. G. A. (2020). Evolução das técnicas construtivas das habitações da cidade histórica de Cachoeira-BA. Artigos de Conclusão de Curso. Engenharia Civil. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas.
- [37] Santos, R. S. (2009). Cultura política e participação no Recôncavo baiano hoje: uma análise sobre Cachoeira e São Félix. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal da Bahia. Salvador. Disponível em: <11nq.com/GFFIA>.

- [38] Brandão, M. A.; Miguez, P. (2007). O Recôncavo da Baía de Todos os Santos. São Paulo: Almanaque no Brasil Socioambiental, p. 204-205. Disponível em: < <https://almanaque.socioambiental.org/>>.
- [39] Farias, S. C. (2018). O Programa Monumenta e a sua Implementação em Cachoeira. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília. Disponível em: < l1nq.com/L6XeW >.
- [40] CEPED/RS (2016). Capacitação em gestão de riscos. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre.
- [41] Vieira, L. M. S; Fontes, A. S. (2017). Avaliação da Propagação de Ondas de Cheias no Baixo Trecho do Rio Paraguaçu-BA. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Disponível em: < l1nq.com/cuAuv >. Acesso em 18 de julho de 2022.
- [42] CEPED/UFSC (2013). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. 2a ed. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>>.
- [43] Belo, M. (18 de julho de 2022). Em cidade histórica, tombada pelo Iphan, família convive com risco de ser atingida por casarão abandonado. Disponível em: < l1nq.com/jGg2O >.
- [44] IPHAN (27 de junho de 2022). Ficha M207 – Relatório Fotográfico. SEI. Disponível em: < l1nq.com/deva3>.
- [45] Appleton, J. (2003) - Reabilitação de Edifícios Antigos: Patologias e Tecnologias de Intervenção. 1.^a Edição. Amadora: Edições Orion. ISBN 972-8620-03-9.
- [46] SEI (18 de julho de 2022). Pesquisa Processual. Sistema Eletrônico de Informações - SEI. Disponível em:< <https://bit.ly/3RU9pYW>>
- [47] Freitas Neto, L. (2018). As políticas de preservação do patrimônio cultural como estratégia de desenvolvimento local em Cachoeira-BA (2002-2016): contradições e perspectivas / Leonardo de Freitas Neto. – Cachoeira, 2018. 166 f.: il. ; 30 cm. Disponível em: < l1nq.com/FGeSn >.
- [48] Rosa, B. S.; Passuello, A. C. (2021). Reflexões técnicas sobre a mitigação de risco construtivo em obras históricas. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Civil. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas.
- [49] Correio (18 de julho de 2022). O renegado: desabamento de Hotel Colombo expõe jogo de empurra e descaso. Disponível em :< <http://glo.bo/2Nx12SJ>>

Problemas de Intervenção em Arquiteturas Não-Monumentais nos Centros Históricos Brasileiros: estudo de caso da Câmara Municipal de Tiradentes

Problems of intervention in Non-Monumental Architectures in Brazilian historic centers: a case study of the Tiradentes Town Hall

Dangelo, André Guilherme Dornelles – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil,
e-mail: adangelo@ufmg.br

Brasileiro, Vanessa Borges – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil,
e-mail: ybrasileiro@ufmg.br

França, Valéria Sávia Tomé – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil,
e-mail: valerastf@gmail.com

Machado, David Prado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil,
e-mail: dpmarq@hotmail.com

Araújo, Luiza Salles – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil,
e-mail: luizasallesaraujo@gmail.com

Abstract: The former Town Hall in Vila de São José del Rei, currently Tiradentes, a city that emerged in the 18th century due to the search for gold in Minas Gerais, is characterized as an example that, throughout the history of preservation in Brazil, deserved little attention; neither monumental nor ordinary, the building of correct proportions and qualified elements, applied on a simple constructive system, was submitted to its own luck. By presenting this case study, this article aims to indicate how much careless interventions, added to the intense variation (and modernization) of the use of cultural property, can be harmful to its conservation. The narrative starts from the association of the historical-documentary context with the typological and technical-constructive characterization of the object, seeking to understand both the evolutionary process in the face of the city environment and the uses attributed to the building, as well as the transformations applied to the space, and that will result in the diagnosis of pathological manifestations, as well as the problems to be solved. The set of information prepared led the authors, also responsible for the restoration project of the Town Hall in process of elaboration, to the definition of intervention guidelines, that concludes the text.

Keywords: Preventive conservation; construction techniques; pathologies; Luso-Brazilian architecture.

1. Preservação dos Bens Culturais no Brasil: uma trajetória

A política pública de preservação dos bens culturais no Brasil foi inaugurada em 1937, sob a égide do nacionalismo que fundamentou boa parte dos programas estatais durante o governo Vargas (1930-1945) [1]. Não é possível desconsiderar que ao longo destes 85 anos diversas perspectivas inovadoras foram incorporadas, a exemplo da ampliação do conceito de bem histórico-artístico – portanto monumental – para bem cultural, o que permitiu abrir

o campo de atuação da preservação ao horizonte das ricas manifestações imateriais da cultura brasileira. Contudo, tais transformações foram lentas, posto que efetivamente incorporadas apenas a partir da promulgação da Carta Magna de 1988, e percebe-se, ainda hoje, um desequilíbrio no tratamento dos bens culturais, concentrado sobre os grandes monumentos autorais produzidos ao longo do período colonial. Como consequência, edifícios de menor representatividade, públicos ou privados, também permaneceram à revelia da atenção dos institutos de preservação – obrigados a gerir os poucos recursos disponíveis, mormente destinados a edifícios religiosos, palácios e museus – sendo alvo de processos de degradação pouco tutelados e de intervenções pouco cuidadosas, que desconsideram a historicidade, a qualidade estética e, sobretudo, a fragilidade material do bem.

Também não se mostra promissor o grau de informação sobre tais bens ditos menores ou ordinários, em razão da inexistência de fontes documentais precisas – há que se destacar, infelizmente, a pouca tradição na conservação de documentos e na pesquisa arquivística no país. Neste sentido, quando das intervenções, os arquitetos e restauradores devem debruçar-se sobre o edifício, suas características tipológicas e técnico-construtivas, buscando por meio da observação direta levantar informações que permitam uma precisa caracterização, um diagnóstico de manifestações patológicas acurado e uma consciente tomada de decisões. Infelizmente, tanto os procedimentos de levantamento documental *in loco* por meio de novas tecnologias como o escaneamento a laser – prática comum e imprescindível no contexto europeu – quanto prospecções para a averiguação de técnicas construtivas originais e elementos artísticos integrados não são alvo, em geral, dos projetos de intervenção nesses bens, justamente por se considerar (hipoteticamente) que objetos menores não seriam qualificados material e esteticamente, não fazendo jus ao dispêndio de recursos nessa importante fase de caracterização do bem e seu estado de conservação. Consequência imediata dessa postura simplista e descuidada é a elaboração de projetos de intervenção incompletos, que em fase de obra – na medida que o edifício vai “se revelando” – convertem-se na exigência de revisões, promovendo atrasos e demandando recursos antes não previstos. Urge que as práticas em intervenção em bens culturais dessa natureza sejam revistas, passando a integrar procedimentos de levantamento, diagnóstico e elaboração de projetos mais precisos e detalhados.

Paradoxalmente, é nos mais representativos centros históricos setecentistas – aqui nos referimos ao caso específico das chamadas “sete cidades do ouro”, localizadas em Minas Gerais –, hoje alvo de intensa especulação turística, que esses bens menores recebem as maiores transformações. No caso de bens privados, adaptações das antigas edificações aos usos contemporâneos, ou mesmo a novos usos, neste caso ligados à atividade turística como pousadas, restaurantes e comércio, podem resultar em soluções adequadas quando recebem acompanhamento de profissionais qualificados, ou em verdadeiros desastres, que põem em risco o objeto em questão. No caso de bens públicos, adaptações à modernização (ainda que relativa) às atividades contemporâneas com a implementação de infraestruturas hidráulicas, elétricas, de lógica e de acessibilidade, e outras pequenas intervenções, realizadas com poucos recursos e quase nenhuma orientação, frequentemente têm promovido a aceleração dos processos de degradação de edifícios que, ainda que não possam ser considerados monumentais, são patrimônio público no lato senso da expressão, exigindo ainda maior zelo.

Não faltam, dentre as intervenções sobre bens culturais realizadas no país, casos que retratam os problemas apontados, mas alguns configuram exemplos contundentes em que as intervenções realizadas desconsideraram a historicidade, a qualidade estética e a fragilidade material do bem, promovendo a aceleração dos processos de degradação, e

exigindo das equipes de arquitetos restauradores uma operação de reversão dos impactos resultantes. Dentre esses exemplos inclui-se a Casa da Câmara de Tiradentes, objeto de análise deste artigo.

O objetivo, ao apresentar o estudo de caso, é indicar o quanto intervenções pouco cuidadosas, somadas à intensa variação (e modernização) do uso do bem cultural, pode ser prejudicial à sua conservação. A narrativa que se segue parte da associação do contexto histórico-documental à caracterização tipológica e técnico-construtiva do objeto, buscando compreender tanto o processo evolutivo frente ao ambiente citadino e aos usos atribuídos ao edifício – a Casa da Câmara abrigou, como veremos, o Fórum da Comarca, retomando posteriormente a função original – quanto as transformações aplicadas ao espaço e que resultarão, como veremos no diagnóstico das manifestações patológicas, nos problemas a serem solucionados. O conjunto das informações elaboradas conduziram os autores, também responsáveis pelo projeto de restauração da Casa da Câmara em processo de elaboração, à definição das diretrizes de intervenção, que concluem o presente artigo.

2. Contexto Histórico e Caracterização do Bem Cultural

2.1. A Antiga Casa da Câmara da Vila de São José del Rei

A partir de 1693, com a descoberta do ouro na região das Minas, instalou-se um processo migratório intenso, que fez surgir uma série de assentamentos urbanos. No arco de três décadas, em razão de sua representatividade econômica, vários desses arraiais foram elevados à categoria de vila, modelo de organização administrativa que permitia a instalação de uma Câmara do Concelho. Conforme regiam as “Ordenações do Reino” [2], as Câmaras do Concelho eram compostas por dois ou três vereadores, um procurador, e um ou dois juizes ordinários, “escolhidos entre os homens bons das localidades, dentro de um sistema de eleições indiretas.” [3]

Ser elevado à condição de vila, e ter portanto o direito à representação em Câmara, significava não apenas a importância econômica relativa da localidade bem como uma maior representatividade dos interesses dos colonos frente à Coroa, posto que era sua responsabilidade a gestão direta da vila – abastecimento, segurança, aplicação dos padrões de pesos e medidas, limpeza e conservação do espaço público, além de possuírem algumas atribuições militares e judiciárias locais e mesmo a recolha de impostos.

Para abrigar as atividades da Câmara, e de modo a evidenciar sua relevância simbólica no contexto citadino, erguiam-se edifícios de maior vulto, seja em volumetria seja na sofisticação dos elementos construtivos e decorativos, geralmente dispostos em sítios de destaque na malha urbana. Considerando as funções judiciárias envolvidas nas atividades a serem exercidas, o edifício deveria, ainda, abrigar a cadeia, o que exigia que fosse provido de equipamentos de segurança, que envolviam paredes sólidas e espessas, além de gradis.

Exatamente nesses quesitos – incorporação da cadeia e monumentalização da construção – a antiga Casa da Câmara da Vila de São José del Rei se peculiariza quando comparada às demais sedes erguidas nas vilas setecentistas mineiras: o edifício não abriga a cadeia, situada cerca de 200 metros de distância, e encontra-se a meia-encosta entre o Chafariz de São José e a Matriz de Santo Antônio, este o monumento dominante na paisagem tiradentina (Figura 1).



Figura 1. Vista da Igreja Matriz de Santo Antônio e seu entorno imediato a partir do entroncamento das ruas do Jogo da Bola e da Câmara, diante do antigo Fórum. Fonte: Acervo dos autores, 2022.

Deduz-se que a edificação tenha sido erguida justamente para servir às funções da Casa da Câmara. Outra hipótese aponta para uma intervenção em construção já existente, provavelmente uma residência de maior vulto, dada a distribuição espacial encontrada. Dada a carência de registros documentais não é possível aferir quais dessas origens se confirma, nem mesmo quando foi erguida a edificação, embora o confronto com as características tipológicas e técnico-construtivas – descritas a seguir – nos permite afirmar que se trata de exemplar setecentista, com acréscimo da varanda elaborado no século XIX.

Certos são os registros, salvaguardados nos arquivos da Fundação Rodrigo Melo Franco de Andrade (FRMFA), de funcionamento da Casa da Câmara no edifício até 1889, ano da proclamação da República, quando cedeu espaço ao Fórum da Comarca de Tiradentes. Este esteve ali sediado até 1918, e no ano seguinte o legislativo municipal, ora denominado Câmara Municipal de Tiradentes, novamente ocupou o espaço, ali permanecendo até 1970. Esta data corresponde à doação do bem para a FRMFA pelo Governo do Estado de Minas Gerais. Dará, então, abrigo ao Seminário São Tiago e a um jardim da infância, e provavelmente nesta ocasião realizaram-se acréscimos aos fundos da edificação, conforme descreveremos. Entre os anos de 1980 e 1985, o edifício se converterá em sede do Centro Cultural da FRMFA. Finalmente, em agosto daquele ano foi celebrado o termo de comodato, ainda vigente, entre a Fundação e a Câmara Municipal de Tiradentes, “onde a primeira cedeu parte do imóvel para o desempenho das atividades dos vereadores da cidade, reintegrando o prédio às suas funções tradicionais.” [4]

Se por um lado o retorno das atividades legislativas à antiga sede configura uma importante retratação histórica, por outro as idas-e-vindas de tantas instituições, com suas

variadas dinâmicas funcionais, imprimiu sobre o edifício uma série de pequenas adaptações que não podem ser consideradas benéficas à conservação do bem cultural. Primeiramente, porque se impõem sobre uma estrutura material antiga e frágil; em segundo lugar, porque não contribuíram, ao longo do tempo, para a consolidação da imagem do edifício como sede da antiga Casa da Câmara.

2.3. Um Exemplar Setecentista

O edifício da Câmara situa-se junto ao Largo da Câmara, que se forma pela confluência das ruas Jogo da Bola e da Câmara, ocupando área construída de cerca de 400m², dentre os quais 69m² correspondem à varanda e 33m² ao porão, em terreno de 659m².

A forma compacta da construção desenvolve-se em pavimento térreo, acessível por escadaria em pedra que alcança a varanda (Figura 2). O porão existente, que aproveita a “cunha” resultante dos desníveis da Rua da Câmara – que desce em direção ao Largo do Chafariz –, e de parte do terreno, abre-se apenas na lateral do volume que é voltada para a Rua Jogo de Bola (Figura 3). Aos fundos, a edificação retoma a conformação de um volume térreo (Figura 4). Originalmente, devia implantar-se nos alinhamentos da esquina das ruas Jogo da Bola e da Câmara. No entanto, com a inserção da varanda no século XIX, passou a avançar sobre a Rua da Câmara, e desta forma, o prédio comparece “desalinhado” em relação às edificações vizinhas no logradouro. Apresenta recuo significativo apenas em relação aos fundos do terreno (Figura 5). A lateral direita acha-se afastada da construção vizinha cerca de 2 metros, conformando um beco de acesso restrito.



Figura 2. Vista atual da edificação voltada para a Rua da Câmara. Fonte: Acervo dos autores, 2022.



Figura 3. Vista atual da edificação voltada para a Rua Jogo da Bola. Fonte: Acervo dos autores, 2022.

A planta quadrada organiza-se em duas grandes porções, correspondentes às fases de construção. A primeira, fronteira à Rua da Câmara, divide-se em cinco ambientes, sendo o central longilíneo e ocupando toda a extensão desta porção da edificação; dentre os demais ambientes, apenas os posteriores comunicam-se com este principal, e aqueles também fronteiros têm seu acesso por meio desses. A segunda parte, fruto de ampliação possivelmente datada da primeira intervenção realizada nos anos 1940, dispõe-se de modo adjacente à primeira, e abriga hoje os espaços de serviço e instalações sanitárias. Considerando a limitação dos registros documentais, hipotizamos que seria esta um acréscimo posterior, dado que as medições feitas em campo destacam dois segmentos de paredes espessas alongando-se em direção aos fundos, provavelmente remanescentes da época anterior à restauração.



Figura 4. Vista atual da edificação voltada para os fundos do terreno. Fonte: Acervo dos autores, 2022.



Figura 5. Implantação da edificação. Fonte: Google Earth, elaborado pelos autores, 2022.

Os materiais construtivos adotados originalmente são o moledo – denominação de uma rocha local de característica porosa, muito utilizada na construção civil nesse período e até hoje utilizada – e a taipa de pilão, empregados de modo a configurar sistema de alvenaria portante com paredes de espessura média de 0,60 metros, e vedações internas em pau-a-pique ainda originais. Verifica-se o uso da pedra apenas como base das colunas da varanda, além da escadaria.

A ampla varanda, que confere leveza e elegante feição à edificação, apresenta seis colunas sobre base de pedra e balaustrada em ferro batido. Das seis colunas, duas são de pedra – as das extremidades – e as outras quatro são de madeira, e todas possuem terminação em capitel simples de madeira e sustentam arcos abatidos. Ali tem-se o piso também em pedra e o forro em tabuado com cinco divisões, apresentando aba e cimalha. No vão central, destaca-se um escudo onde hoje se identifica o desenho das Armas da República, mas que, anteriormente, já carregou as armas de Portugal e do Império [5]. Elementos decorativos aparecem entre as arcadas e prolongam-se entre estas e a caprichosa cimalha em madeira sob o beiral da fachada frontal. Tais elementos denotam maior sofisticação nos acabamentos e detalhes, de modo a enobrecer a edificação.

Internamente, os pisos originais em pranchões de madeira foram em parte substituídos por tabuado corrido simples e, na área acrescida, por piso cerâmico. As salas fronteiriças apresentam forro em madeira do tipo gamela com tabuado pintado, com acabamento em cimalha junto à parede. Interessante notar que a sala central constitui um ambiente duplo, mas é demarcado pelas diferentes soluções dos forros. Fazendo a ligação entre esses dois ambientes, um vão com acabamento em curva faz a concordância entre a boneca e a verga.

A cobertura em quatro águas, adequada ao partido compacto da edificação, apresenta beiral com acabamento em caprichosa cimalha em madeira na fachada frontal, e cachorros nas laterais e fundo. O pano de telhado alonga-se na direção dos fundos, cobrindo a provável ampliação. Esse trecho em extensão da cobertura, e a evidência de paredes remanescentes mais antigas, sugerem a existência prévia de uma varanda ou de um outro cômodo, abrindo-se para os fundos do terreno. Foi possível identificar nas peças do telhado a mudança realizada na cumeeira para cobrir a varanda – acrescida no século XIX – e manter a linguagem estética da edificação.

O tratamento das fachadas segue o princípio usual da arquitetura luso-brasileira do século XVIII, onde aquelas voltadas para as vias públicas recebiam tratamento plástico diferencial. Portanto, tanto na fachada principal quanto naquela voltada para a Rua Jogo da

Bola, as aberturas apresentam vergas alteadas e enquadramento em madeira, à exceção de uma, disposta à esquerda na fachada lateral, em que as ombreiras e arco foram feitas em argamassa, solução provavelmente adotada na restauração empreendida nos anos 1970. Ainda assim, percebe-se maior apuro na fachada principal, voltada para a via de maior fluxo e que ligava importantes elementos na malha urbana; ali, estão dispostas duas portas almofadadas ladeadas cada uma por um conjunto de duas janelas.

As demais fachadas, por conseguinte, têm menor apuro na elaboração compositiva, sendo as aberturas determinadas pela distribuição dos espaços internos. A posterior, resultante da obra de reforma realizada na década de 1940, apresenta quatro janelas cujo fechamento se faz em folha dupla, sendo duas com guilhotinas externas, e uma porta, com bandeira fixa dividida em quatro caixilhos de vidro. A outra fachada lateral é voltada para um estreito beco no terreno privado vizinho à edificação e o acesso é controlado, sob autorização. Essa fachada tem uma janela de abrir com duas folhas de madeira que está atualmente desativada – está fechada e no interior da edificação, no vão desta janela, foi construído um armário.

3. Diagnóstico das Manifestações Patológicas

As manifestações patológicas descritas a seguir caracterizam-se pelo grau pouco avançado de deterioração, mas por uma diversidade de situações, em grande parte fruto de processos de conservação deficientes ou mesmo de adaptações funcionais pouco atentas à fragilidade dos materiais, elementos e sistemas construtivos.



Figura 6. Detalhe das paredes em moledo no porão e do piso do pavimento principal. Fonte: Acervo dos autores, 2022.



Figura 7. Vista do porão com destaque para o reforço estrutural no porão. Fonte: Acervo dos autores, 2022.

No que tange à estrutura, a alvenaria interna do porão é caso que apresenta maior inconsistência na sua prestação funcional, posto que o moledo acha-se quase completamente exposto, com resquícios de reboco em apenas duas paredes. A maior parte das pedras de moledo e das tábuas do piso superior estão manchadas de preto, devido à fumaça gerada em queimas de lixo que eram comuns no porão (Figura 6). Nota-se a presença de insetos xilófagos, muito comuns em países tropicais, a partir de resíduos deixados por esses na base de uma das paredes de moledo e em um precário reforço estrutural próximo ao acesso feito com pedaços de madeira; em ambos os casos, a continuidade da expansão da colônia poderia acarretar danos estruturais, posto que toda a edificação se apoia nas paredes limítrofes do porão. Um pilar em tijolos maciços, não

original, reforça a estrutura de sustentação do piso superior (Figura 7), correspondente à separação entre os ambientes voltados para a Rua Jogo da Bola, provavelmente para aliviar as cargas na flexa já existente no barrote em razão de um corte numa antiga parede de taipa, que foi demolida para ampliar o espaço do porão, em época antiga e não registrada. Nesse ponto nota-se, no pavimento principal, desnivelamento do piso.

Nas paredes externas, observam-se manchas, sujidades e descolamento do reboco, em geral escuras e localizadas na base, sugerindo umidade ascendente. A essa manifestação patológica, típica de situações de drenagem precárias e que atuam sobre materiais porosos como o moledo e a terra crua, somam-se o desgaste das pinturas em caiação e a sujeira acumulada.

O telhado encontra-se em bom estado de conservação e bem protegido das águas pluviais em razão da instalação de uma manta colocada durante a intervenção executada pela FRMFA, em 2008. Nesse período, essa e outras obras de emergência – como a revisão elétrica do edifício – foram contratadas como obra de urgência para atender às demandas da Câmara Municipal. Embora essa intervenção tenha tido o êxito esperado, pois a maior parte das peças do telhado e os forros estão íntegros, algumas situações poderão gerar novas manifestações patológicas, como algumas peças que sofrem com a ação pontual de cupins e o depósito de entulho sobre o forro proveniente de material desprendido da parte alta das paredes, que poderá gerar sobrecarga sobre a estrutura de algumas alvenarias. Além disso, a fiação de telefone está exposta e há diversas caixas de passagem elétrica fazendo a junção de fios também desprotegidas (Figura 8).



Figura 8. Detalhe dos problemas de manutenção preventiva no desvão do telhado. Fonte: Acervo dos autores, 2022.



Figura 9. Detalhe da fixação do gradil da varanda em uma das colunas. Fonte: Acervo dos autores, 2022.

O piso da sala imediatamente acima do porão mantém os pranchões originais em madeira. Estes apresentam, em alguns trechos, falhas no material resultado da ação de insetos xilófagos e, em algumas partes, devido ao desgaste natural. As duas salas laterais a esse espaço, também voltadas para a Rua da Câmara, tiveram o piso original substituído por um tabuado de madeira mais novo, desuniforme, em estado de conservação regular, pois o verniz está desgastado devido ao uso, conformando um piso manchado.

Portas e janelas denotam problemas de manutenção nas ferragens e pinturas, e em algumas delas há também a infestação de insetos xilófagos, comprometendo a integridade de elementos da composição arquitetônica do edifício.

A bonita e imponente grade metálica da varanda também apresenta problemas de conservação, tais como partes soltas, faltantes e diversos locais remendados com arame. Além disso, na fixação nas pilastras foi usado um material cimentício que em alguns pontos está se desprendendo e danificando a cantaria da pilastra que sustenta os arcos abatidos na varanda (Figura 9). No portão há um pequeno furo, resultado da retirada de um elemento artístico da estrutura de ferro original, que precisa ser corrigido. O forro e cimalha da varanda estão bastante sujos e há uma abertura que possibilitou a entrada de animais.

No quintal, o muro de moledo na divisa com a edificação vizinha está com manchas de umidade ascendente e presença de musgos, fruto da umidade na pedra seca. Ademais, todo o terreno possui uma umidade que precisará ser corrigida com uma drenagem simples, mas que precisa ser bem projetada para ter eficiência para o correto escoamento das águas. Segundo pesquisas recentes [6], o terreno ficou enclausurado devido ao fechamento de um antigo beco, que passava ao lado da Câmara, cujo início é a atual garagem paroquial.

Percebe-se que, de um modo geral, o estado de conservação da edificação é bom, mas o somatório das situações indicadas pode gerar problemas maiores de consolidação e recuperação. Evidencia-se, assim, a necessária conservação preventiva, ação muitas vezes negligenciadas pelos entes públicos.

A partir do levantamento de manifestações patológicas construtivas existentes no edifício da antiga Câmara de Tiradentes, chegamos à conclusão de que muitas das patologias existentes estão relacionadas a três causas principais: umidade do solo (80%) desgastes naturais dos materiais (10%) e ataque de insetos xilófagos (10%).

O primeiro problema está relacionado às manchas escuras nas paredes. Esse excesso de umidade no terreno contribui para o apodrecimento dos barrotes e tabuado do piso e gera umidade ascendente nas paredes. Nesse sentido, ocorre o descolamento de alguns trechos do reboco e craquelamento de pontos da pintura.

Em relação aos desgastes naturais dos materiais, essa situação é perceptível principalmente na pintura a base de cal das paredes, sobretudo as externas. Essa pintura é pouco resistente às intempéries e, conseqüentemente, escurece e descasca, deixando a parede com um aspecto acinzentado. Contudo, mostra-se o meio de acabamento por pintura mais adequado às paredes em terra crua, exigindo, assim, manutenção periódica, seja para sua atividade prestacional, seja para a qualidade da imagem estética do edifício.

Os insetos xilófagos causam danos em madeira e, na edificação, esse problema está relacionado à perda de material em algumas esquadrias e em algumas peças do telhado.

Diante disso, ao avaliar também outros itens secundários levantados no cadastro de manifestações patológicas pontuais na edificação, concluímos que a intervenção exigida atualmente no edifício da Câmara Municipal de Tiradentes não é ordem estrutural. O edifício necessita apenas de algumas intervenções pontuais, como troca de alguns materiais deteriorados e manutenção de alguns elementos, como pisos, forros, portas, esquadrias, grades. Esses procedimentos, quando executados corretamente, garantirão ao imóvel uma intervenção conservativa e de custo relativamente baixo, para uma obra de intervenção e restauro.

4. Definição de Diretrizes de Intervenção

Atualmente, a edificação abriga a Câmara Municipal de Tiradentes e na sua sala principal está o plenário da Câmara. Nas salas adjacentes funcionam secretaria, atendimento ao público, despensa, arquivo, além das funções administrativas da Casa. É notória a necessidade, amparada na demanda por um melhor aproveitamento dos ambientes, de repensar o conjunto edificado em diversos aspectos que, em consonância com os princípios da mínima intervenção e do restauro conservativo, orientaram as diretrizes de intervenção.

Considerando a natureza das manifestações patológicas observadas no edifício, de baixa complexidade mas passíveis de promover situações de maior gravidade, orientamos a intervenção a partir de ações que caracterizam a intervenção conservativa, com substituição e/ou reconstituição apenas do material deteriorado ou desgastado original dos pisos, paredes e cobertura, bem como a limpeza dos forros e elementos com sujidades. Paralelamente, orienta-se o ente público a elaborar, a partir de um cronograma regular, a manutenção preventiva dos elementos materiais e dos sistemas construtivos, monitorando possíveis futuras manifestações patológicas, e evitando o seu agravamento.

A ação de maior complexidade, fonte de diversas manifestações patológicas presentes atualmente no edifício, será a drenagem do terreno por meio da execução de um duto para o escoamento das águas, que deverá desenhar um perímetro no entorno do edifício, de modo a garantir que nenhuma das fundações – e conseqüentemente paredes em moledo ou taipa – estejam sujeitas à ação profundamente danosa das águas, muito intensas durante o regime chuvoso. A escavação para instalação do dreno deverá, naturalmente, ser precedida por estudos arqueológicos no terreno.

De modo geral, o projeto de intervenção prevê a adequação mútua entre o edifício antigo e o novo uso. Essa orientação se justifica nas questões levantadas ao início do texto: apesar de abrigar relevante função pública, o fato do edifício não se caracterizar como um grande monumento – haja vista a carência quase total de dados históricos precisos – o alijou de acuradas ações de preservação parte dos entes públicos envolvidos. Isso acarretou pequenas mas sucessivas obras de adaptação que, em seu conjunto, minaram uma série de elementos representativos do bem cultural. Outrossim, o estudo de uma nova distribuição espacial, ora em estudo com as lideranças vereadoras, exige como premissas a compatibilidade e a adequação à preservação e uso do edifício, valorizando os espaços originais. Em outras palavras, deve orientar-se no sentido do atendimento das necessidades dos usuários da edificação e da disposição de novos espaços funcionais, como o Arquivo da Câmara, sempre em consonância com as limitações técnicas do edifício histórico.

Estão, assim, previstos: o estudo para utilização do espaço do porão como sala de reuniões; a criação de entrada e rota acessível; a reestruturação das áreas molhadas. Nestas intervenções, sugere-se a valorização das técnicas construtivas do edifício, evidenciando o moledo como material local, bem como o uso de materiais compatíveis com a tipologia do edifício.

Referências

[1] Chuva, M. (2003) Fundando a Nação: a representação de um Brasil barroco, moderno e civilizado, Topoi, Volume 4, Número 7, Julho-Dezembro, 2003, Páginas 313-333. <https://www.scielo.br/j/topoi/a/dr37BbmDb4gnVqwYbtHpLF/?format=pdf&lang=pt>

- [2] Portugal (1985). Leis, etc. apêndice às ordenações filipinas. [Ed. Fac-simile]. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985. 2v (Série de cultura portuguesa).
- [3] Fonseca, C. D. (2011). Arraiais e Vilas D'El Rei: espaço e poder nas Minas setecentistas. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2011. p.27.
- [4] Fundação Rodrigo Melo Franco de Andrade (2022). Site da FRMFA. <https://www.ufmg.br/frmfa/inicio/>
- [5] Frota, L. C. (1993). Tiradentes - Retrato de Uma Cidade. Tiradentes, Fundação Rodrigo Mello de Franco Andrade, 1993.
- [6] Cruz, L. A. (2021). Os tetos pintados e as pinturas ornamentais na Vila de São José: contexto histórico e artístico entre os séculos XVIII e XIX. 2021. 2 v. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/38476>. Acesso em: 27 abr. 2022.

Capo Velato. Restauro e ampliamento del municipio di Capo d'Orlando

Capo Velato. Restoration and extension of the town hall of Capo d'Orlando

Pier Paolo Lagani – Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italia, e-mail: pierpaolo.lagani@unifi.it

Abstract: Italy's immense historical heritage is dotted with buildings that struggle to make their mark on history. Many factors play a role: difficult commissioning, poor design choices, or unfortunate geographical and environmental locations. These causes often converge in borderline buildings, now considered historic in their context but of low *historical value* within the historic heritage. These artifacts, often ignored, are left to their own devices even if still in use.

Such is the case with the municipal building in Capo d'Orlando, which began in the 1930s and, due to the municipality's financial straits, completed only in the first half of the 1950s. The building that at the time was meant to represent the city's laboriously acquired autonomy has now completely lost its strength, both symbolically and architecturally.

The purpose of the research is to understand how the restoration project can restore a new vital impetus to this type of building while maintaining and reinforcing their historical and symbolic value within their communities, acquiring a new value within the historical heritage.

Keywords: Restoration project, Extension project, Historical value, Reuse

1. Introduzione

L'immenso patrimonio storico italiano è costellato di edifici che faticano a lasciare un segno nella storia. Molti fattori giocano un ruolo importante: committenza difficile, scelte progettuali sbagliate o collocazioni geografiche e ambientali sfortunate. Queste cause spesso convergono in edifici borderline, considerati storici nel loro contesto ma di scarsa *valenza storica* se considerati all'interno del patrimonio. Questi manufatti, spesso ignorati, vengono abbandonati a sé stessi anche se ancora in uso. È il caso del palazzo municipale di Capo d'Orlando, la cui costruzione, iniziata nel 1930, viene interrotta nel 1931 a causa delle ristrettezze economiche del comune. L'edificio verrà completato solo nella prima metà degli anni '50 del Novecento. Il municipio costruito per rappresentare l'autonomia faticosamente conquistata dalla città, al giorno d'oggi ha completamente perso la sua forza, sia simbolica che architettonica, facendo perdere al comune l'edificio cardine della sua rappresentanza. L'obiettivo della ricerca è capire come il progetto di restauro possa ridare un nuovo slancio vitale a questo tipo di edifici, mantenendo e rafforzando il loro valore storico e simbolico all'interno delle comunità di appartenenza, acquisendo un nuovo valore all'interno del patrimonio storico, usando le tecniche e le procedure metodologiche ormai consolidate dalla disciplina.

2. Analisi storico-critica

L'analisi storico-critica si può sicuramente considerare uno degli strumenti essenziali che la disciplina mette a disposizione. Attraverso lo studio delle fonti e la ricostruzione

dell'evoluzione storica dell'edificio è possibile, non solo capire quali siano le cause che hanno portato il manufatto alla condizione attuale, ma anche individuare quali fossero le motivazioni e le intenzioni progettuali all'origine della costruzione. Individuare quale fosse lo scopo originale alla base della realizzazione dell'edificio risulta infatti fondamentale per la redazione di un progetto di restauro filologicamente corretto.

2.1. Capo d'Orlando

La storia del territorio di Capo d'Orlando affonda le sue radici ai tempi dell'antica Grecia. Agatirno (o Agatirso), infatti, era la città greca precedente che corrisponde all'attuale centro abitato, secondo la leggenda sarebbe stata fondata da Agatirso, figlio di Eolo, re dei venti e delle isole Eolie. L'antico insediamento non è stato ancora ritrovato, sono state rinvenute però varie "reliquie" nelle zone limitrofe (Spigo 2004 - Bertocci et. al. 2013).

Nel corso dei secoli si possono trovare diverse descrizioni del borgo che si concentrano sulla descrizione dell'aspetto morfologico del territorio e del sistema difensivo sul promontorio. L'aggregato viene spesso citato come la "marina di Naso" o comunque sempre legato al suo nome, infatti, Capo d'Orlando sarà frazione della città fino 1925 (Farneti 2012).

La documentazione grafica relativa al centro urbano di Capo d'Orlando è relativamente recente, la planimetria più significativa è del 1883. Trattasi del piano regolatore redatto dall'ingegnere Silvestro Marciante che rappresenta, tra le pendici del promontorio di Capo d'Orlando e il mare, un piccolo agglomerato di case organizzato in forma di borgo. L'edificato in questo periodo era composto principalmente da case di pescatori e edifici commerciali legati alla lavorazione del pesce e alla raccolta degli agrumi.

Il successivo piano regolatore risale al 1910, quando l'ingegnere Eliodoro Drago sviluppa un piano molto più ampio rispetto a quello del 1883. Il borgo in questi anni conosce infatti un importante sviluppo commerciale, che porterà la comunità Orlandina a possedere circa un terzo della ricchezza dell'intero territorio Nasitano. Sulla spinta di questa forte crescita economica, il 22 luglio 1922, in un'assemblea pubblica che si svolse in piazza Duca degli Abruzzi fu sancita la volontà degli Orlandini di staccarsi da Naso. L'autonomia comunale fu ufficializzata il 27 settembre 1925 dal ministro Giovanni Giurati e dall'onorevole Giuseppe Gentile, con l'inaugurazione della sede municipale provvisoria. Nelle planimetrie dell'impianto catastale degli anni '30 possiamo osservare un impianto urbano sviluppato e completamente autonomo da Naso, con assi viari chiaramente definiti e ampiamente lottizzato. In questa planimetria si può notare l'individuazione di nuovi spazi pubblici, piazza Matteotti e la "villa comunale" che nel 1933 fronteggerà il nuovo Palazzo Municipale (Minutoli 2016).

2.2. Il palazzo municipale

Come detto sopra, nel 1925 con l'ufficializzazione dell'autonomia comunale da Naso, Capo d'Orlando inaugura anche la provvisoria sede comunale, non esisteva ancora un edificio dedicato ad ospitare gli uffici municipali e gli spazi di rappresentanza. Nel 1923 era stato già acquistato un lotto per la realizzazione della "villa comunale", un piccolo giardino pubblico che avrebbe dovuto fronteggiare il nuovo palazzo municipale.

La necessità di dare una sede definitiva alle funzioni amministrative e politiche del nuovo comune aveva principalmente due motivazioni: la prima, di natura meramente logistica; infatti, la Casa Comunale in uso era in affitto e non aveva spazi idonei allo svolgimento delle attività politiche e amministrative; l'altra era legata alla necessità di avere un edificio che rappresentasse a pieno l'avvenuta scissione da Naso e che diventasse a tutti gli effetti il

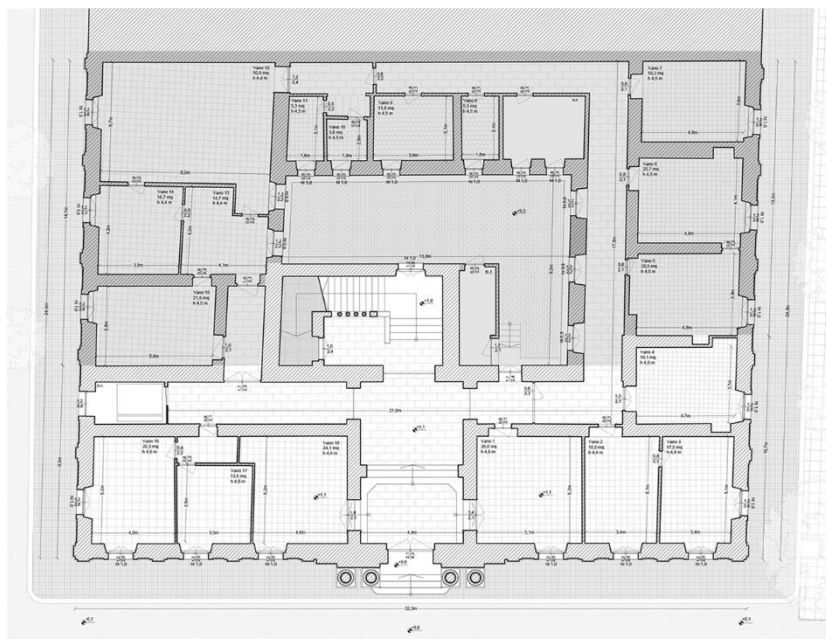


Figura 1. Planimetria del piano terra, stato di fatto. In grigio è evidenziato l'ampliamento degli anni '50.

simbolo dell'indipendenza acquisita. Il comune nel dicembre 1926 chiede la disponibilità all'ingegnere Oscar Batolo di Messina per la progettazione del nuovo edificio comunale, il quale accetta immediatamente l'incarico. Nel 1932 viene indetta la gara di appalto per la costruzione del municipio che verrà vinta e affidata alla ditta Arena di Capo d'Orlando, che concluderà i lavori nel 1933. Infatti, il progetto dell'ingegnere Oscar Batolo verrà realizzato solo in parte a causa delle ristrettezze economiche in cui versava il comune.

Con il continuo sviluppo della città diventa sempre più necessario l'ampliamento del palazzo comunale, nel febbraio 1953 il comune ottiene finalmente i fondi necessari al completamento e al restauro del Municipio (fig. 1). L'incarico viene affidato all'ingegnere Antonino Carlo Busacca, che progetta tre nuove campate su entrambi i fronti laterali, andando a saturare il lotto a confine con il "costruendo cinematografico". Busacca nel suo progetto ripropone la ripartizione architettonica dei fronti già esistenti mantenendo le caratteristiche principali dell'apparato decorativo, ma effettuando delle significative semplificazioni. Inserisce tutti i locali richiesti e necessari allo svolgimento della vita politico amministrativa del Municipio. L'intervento verrà realizzato nell'arco di pochi anni raddoppiando la superficie utile del Palazzo Municipale. Negli anni si sono susseguiti diversi interventi di risistemazione e adeguamento, tra questi l'inserimento di una passerella al piano primo a collegare le due ali dell'edificio, l'inserimento dell'ascensore, oltre che alla costruzione di diverse partizioni interne che sono andate a frammentare gli spazi esistenti, in particolare i saloni al piano terra degli anni '30 al fine di ottenere un numero sempre più elevato di uffici (Minutoli 2016).

3. Analisi dirette

La comprensione dell'architettura necessita una profonda conoscenza del manufatto, non solo attraverso un'analisi storico critica e quindi lo studio delle fonti, ma anche attraverso un contatto diretto. Questo tipo di studio è fondamentale per fissare immagini e disegni che mirino alla conservazione della memoria di luoghi, spazi, tecniche e sensazioni. Il rilievo,

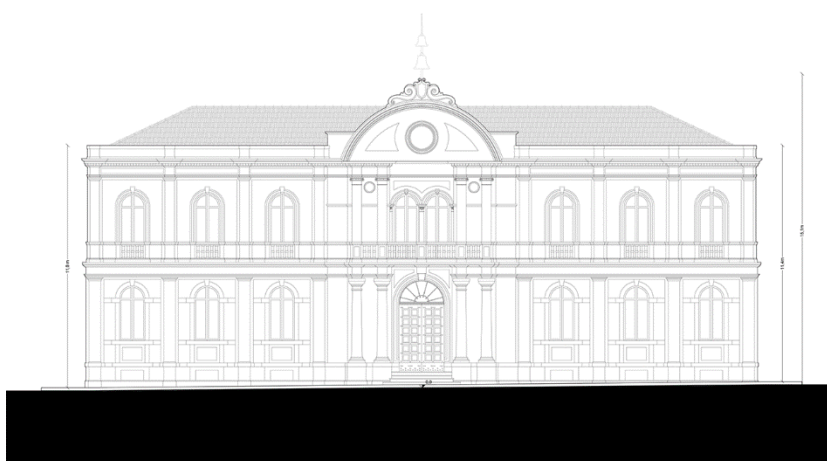


Figura 2. Prospetto principale, stato di fatto

attraverso la restituzione grafica, ha un ruolo fondamentale per la conoscenza del manufatto. Questo indaga e trasmette aspetti dimensionali, formali e morfologici e permette, non solo di stabilire connessioni tra passato e presente ma, di approfondire le indagini sullo sviluppo del manufatto e delle sue fasi evolutive. Il rilievo degli edifici storici non deve essere concepito e affrontato come una semplice operazione meccanica della restituzione della geometria di un manufatto ma come un metodo per ottenere una conoscenza più profonda dell'architettura (Bertocci, Bini 2012). Come per la maggior parte delle operazioni legate all'architettura, anche per il rilievo, anzi, in particolare per il rilievo, ogni manufatto ha bisogno di essere studiato e rilevato attraverso un protocollo diverso chiamato progetto di rilievo, che cambia a seconda del manufatto, delle necessità, del fine e della strumentazione a propria disposizione. Allo stesso tempo l'analisi critica dello stato di conservazione del manufatto e dei materiali che lo compongono può portare ulteriori considerazioni utili alla redazione del progetto di restauro. Infatti, lo studio e l'analisi delle cause che hanno portato alla formazione dei degradi e dei dissesti può spiegare molto sulle effettive motivazioni di un cattivo stato di conservazione.

3.1. Il rilievo

Per il rilievo del Palazzo Municipale di Capo d'Orlando è stato utilizzato, per le facciate esterne, il rilievo tramite laser scanner, mentre per gli interni il rilievo tradizionale manuale. Le operazioni sono state condotte parallelamente ponendo particolare attenzione nei punti di contatto tra il rilievo digitale e quello manuale. Per le facciate è stato svolto un accurato studio dell'apparato decorativo, partendo dal rilievo e dal disegno manuale, gli elaborati sono stati poi filtrati e confrontati con il rilievo digitale. Questa serie di operazioni e accorgimenti ha permesso di ricostruire e ridisegnare il complesso apparato decorativo dei fronti in maniera puntuale. L'edificio si sviluppa su due piani fuori terra, più uno interrato e ha una forma quadrangolare. I fronti esterni sono decorati con gli elementi tipici dell'architettura "monumentale" degli anni '30 del Novecento (fig. 2), lo stesso apparato decorativo è utilizzato nelle campate dell'espansione degli anni '50, attraverso la precisa restituzione del rilievo sono però individuabili le numerose operazioni di semplificazione e

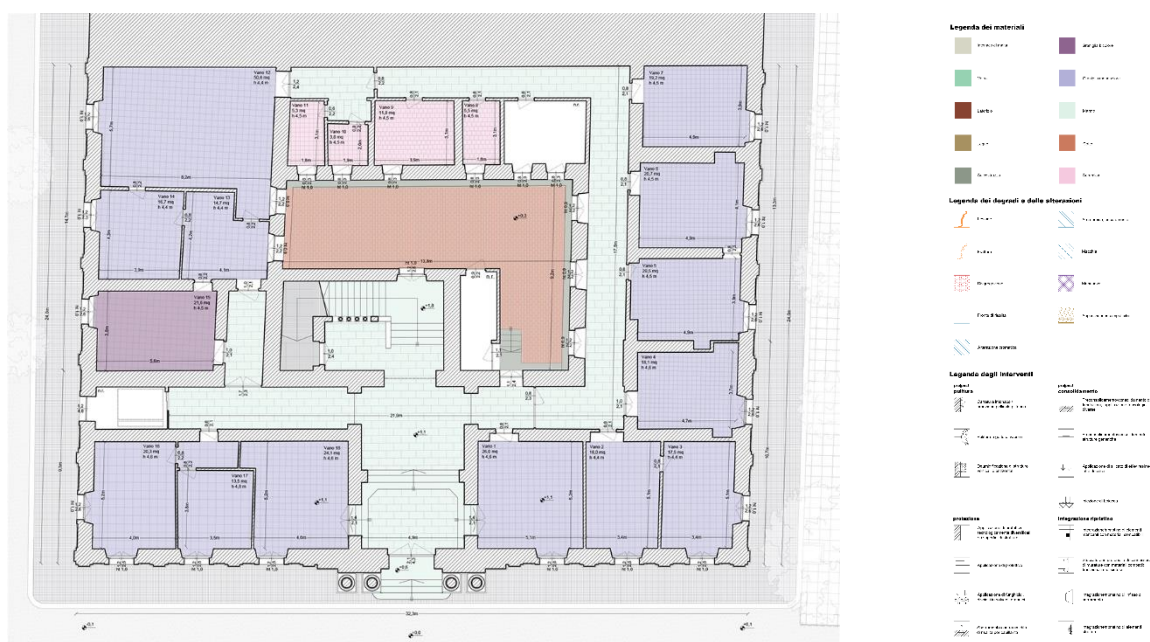


Figura 3. Planimetria piano terra, analisi dei materiali

pulitura delle decorazioni, che rende i fronti irrimediabilmente simili ma essenzialmente differenti. L'ingresso all'edificio è mediato da due colonne che sorreggono un architrave su cui si imposta il balcone del primo piano, unico di tutto l'edificio. Il grande androne conduce alle scale e funge da elemento distributivo, a destra e a sinistra dell'ingresso si trovavano due grandi saloni, oggi divisi e frammentati in più uffici a causa della mancanza di spazi, questi erano originariamente utilizzati come sala consiliare, nei giorni in cui si riuniva il Consiglio Comunale, ma anche per accogliere manifestazioni pubbliche e culturali oltre che essere adibite a pinacoteca.

3.2. Degradi e dissesti

Sulla base dell'analisi condotta sui materiali, e tramite un'indagine visiva dei paramenti condotta sul campo, è stato sviluppato un quadro completo delle forme di degrado che intaccano le strutture analizzate. Per la classificazione dei degradi è stata utilizzata la legenda creata dal gruppo di ricerca della Prof.ssa Caccia Gherardini, derivata dalla norma ICOMOS (International Council of Monuments and Sites) riguardante le tipologie di decadimento delle pietre, denominata ISCS (Illustrated glossary on stone deterioration patterns). I dati raccolti durante l'analisi del degrado sono stati restituiti graficamente su elaborati aventi come sfondo il fil di ferro del rilievo, individuando su questo le varie tipologie di degradi con i rispettivi retini di pattern diverso (fig.3) (Caccia Gherardini 2016).

Comprendere quali sono le cause principali della forma di degrado e ipotizzarne la soluzione prevede una conoscenza complessiva dell'edificio, infatti, tra i degradi si trovano patologie superficiali che sono risolvibili con interventi locali e puntuali oltre a degradi che invece prevedono interventi più consistenti che risolvano i problemi a monte. Molti dei degradi sui fronti sono causati dal naturale invecchiamento dei materiali e dal degrado antropico. Non è da valutare come intervento di ripristino la sostituzione dell'intonaco, poiché le malte antiche sono più resistenti di quelle moderne e hanno una durata maggiore, probabilmente per la migliore qualità dei leganti, calce e cemento. L'interno, come l'esterno, dell'edificio è

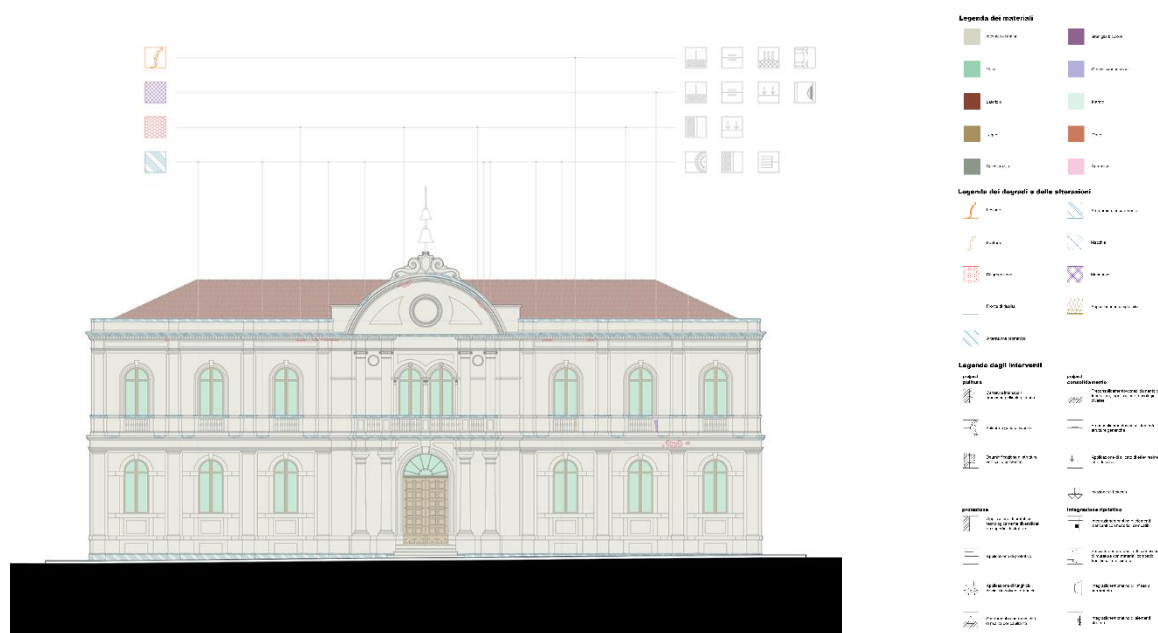


Figura 4. Prospetto frontale, analisi dei materiali, degradi e interventi

sostanzialmente in buone condizioni (fig. 4), al primo piano sono stati riscontrati una serie di degradi dovuti all'usura dei luoghi. Al piano terreno, oltre ai problemi legati all'usura, si nota come l'inserimento di nuovi impianti tecnologici abbia degradato i vari ambienti riproponendo un problema ormai ampiamente discusso come quello della difficile armonizzazione tra gli impianti che periodicamente hanno necessità di modifiche e ammodernamenti e la loro compatibilità con gli edifici storici. L'edificio non presenta particolari degradi strutturali; poche le lesioni e concentrate in corrispondenza di punti in cui si trovano discontinuità tipologico-strutturali. Sui fronti non sono leggibili deformazioni che potrebbero compromettere la struttura e la vita delle persone che lavorano all'interno dell'edificio.

4. Il progetto di restauro: il ritorno alle origini

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, il Palazzo Municipale ad oggi non è affetto da forme di degrado critiche o patologiche, né tantomeno da dissesti strutturali in grado di compromettere la struttura. L'edificio, infatti, è principalmente affetto da degradi superficiali perlopiù legati all'incuria e all'assenza di una manutenzione costante. Queste forme di deterioramento sono risolvibili con poche e semplici operazioni mirate e non invasive, è necessario però individuare le cause che hanno portato alla formazione di questi degradi. Dietro l'assenza di una manutenzione costante spesso si nascondono motivazioni più profonde della semplice incuria. Difatti, la causa principale che si cela dietro al lento ma continuo degradarsi del Palazzo Municipale, che va oltre le cause fisiche o meccaniche, è piuttosto "ideologica"; infatti, l'edificio non è più in grado di svolgere la sua funzione, né dal punto di vista pratico, come luogo di gestione della vita politica e amministrativa della città, né dal punto di vista "simbolico" come edificio riferimento di Capo d'Orlando (Lynch 2006). Infatti, con la crescita e con la conseguente espansione della città, il municipio al suo interno ha continuato a saturarsi, gli spazi sono stati frammentati e riadattati ad uffici per andare incontro alle nuove esigenze amministrative della città. All'esterno, invece, la crescita urbana e edilizia del centro abitato ha progressivamente inglobato e soffocato il Palazzo Municipale, facendo perdere all'edificio principale della città il suo ruolo di simbolo ed emergenza architettonica. Su questa riflessione si basa l'intero intervento di restauro ed

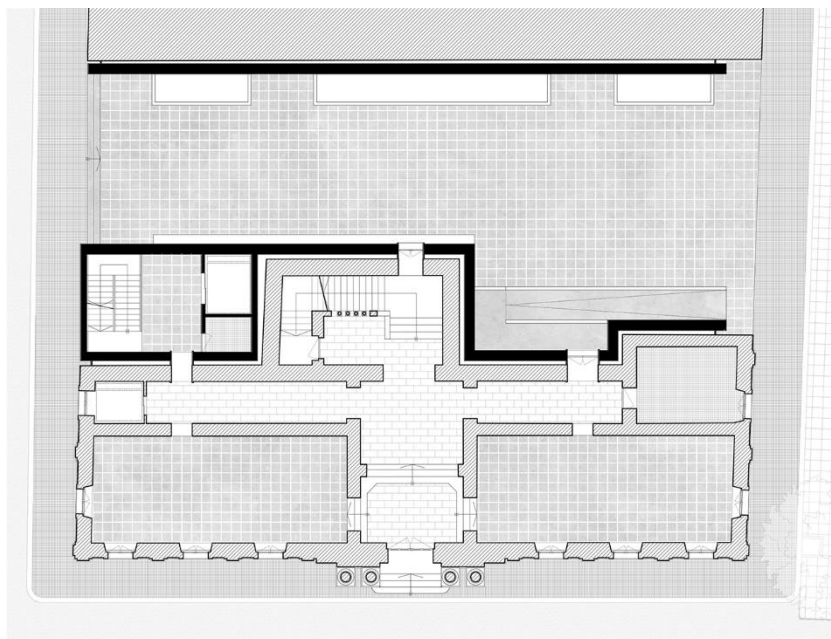


Figura 5. Planimetria piano terra, ipotesi di progetto

ampliamento del Palazzo Municipale; infatti, l'edificio necessita di una nuova "spinta vitale" che lo riporti al suo scopo originale: rappresentare Capo d'Orlando.

Risulta quindi necessario, per le condizioni storiche e ambientali finora esplicate, pensare a un progetto di restauro capace di andare oltre la semplice conservazione della materia (De Vita 2012). È essenziale prendere atto della *valenza storica* (Caccia Gherardini 2019) dell'edificio all'interno del suo ambiente e del contesto storico per capirne i limiti e le potenzialità, per poterne individuare oltre alla sua forma, il suo intento originale e il motivo per il quale si è perso nel tempo.

Proprio con l'intento di riportare il manufatto alla sua immagine e al suo scopo originale, l'ampliamento degli anni Cinquanta – insieme ai successivi lavori – viene riconosciuto come una superfetazione, una concrezione che deprime l'architettura preesistente, espressione tra l'altro di un linguaggio decorativo che emula il precedente, a sua volta frutto di uno stile architettonico basato sull'imitazione dell'architettura antica.

Fondamentali sono da tenere presenti anche le necessità del Comune di Capo d'Orlando, gli uffici municipali infatti verranno spostati in un nuovo edificio, appena fuori la città, al momento ancora in costruzione. La giunta comunale vorrebbe mantenere nel Palazzo Municipale alcuni spazi di rappresentanza, tra i quali la sala consiliare e gli uffici del sindaco, oltre che riutilizzare l'edificio come pinacoteca per esporre la sua importante collezione di arte moderna. Si rende quindi necessaria un'operazione di demolizione delle superfetazioni e, al fine di ospitare le nuove funzioni, all'edificio degli anni '30 viene affiancata una nuova espansione, portatrice di un linguaggio completamente diverso da quello originale. (Dezzi Bardeschi 2018 - A. Bellini et. al. 2005).

5. Il progetto di ampliamento: il Capo Velato

Il nuovo progetto di ampliamento, il *Capo Velato*, è prima di tutto una quinta, che sovrasta e veglia l'architettura antica, senza mai negarla, al contrario, le dona nuova forza e risalto all'interno del tessuto urbano e edilizio della città, riportando l'edificio al suo scopo originale, rappresentare Capo d'Orlando (fig. 8). La quinta, che si presenta come un blocco megalito sospeso (fig. 6), altro non è che la rappresentazione in chiave moderna del Palazzo



Figura 6. Prospetto frontale, ipotesi di progetto

Municipale, infatti con una operazione quasi post-modernista, gli elementi architettonici e decorativi dell'edificio esistente vengono riproposti e reinterpretati nella nuova architettura. Questo crea un continuo dialogo tra i due blocchi che, senza mai cadere nella mimesi e nell'imitazione, sono uno il riflesso dell'altro attraverso lo specchio del tempo (Emery 2007). Il bianco dell'intonaco è sostituito da una pannellatura in alluminio riciclato traforato bianco, che avvolge la nuova architettura, conferendo ai volumi sottostanti la stessa omogeneità dell'antistante municipio. L'apparato decorativo trova una sua perfetta sintesi nella partizione delle pannellature, che richiama il ritmo delle campate originali senza emularne lo stile, ma raccontandolo in chiave contemporanea. Come per l'edificio esistente è solo attraverso il contrasto tra l'intonaco e le ombre che la decorazione risalta sulla continua superficie bianca. In pianta e sezione si distinguono facilmente tre elementi (fig. 7), tre blocchi che accolgono i diversi luoghi del progetto, anche qui la tripartizione del *Capo Velato* arriva dall'edificio esistente, particolarmente visibile al piano terra nella divisione tra atrio e i due saloni laterali, che, finalmente liberi da tutte le superfetazioni, restituiscono una chiara lettura dell'impianto originale. Per accedere ai piani superiori del nuovo ampliamento è sempre e comunque necessario attraversare il Palazzo Municipale, che si scelga di entrare dal vecchio o dal nuovo ingresso (fig.5), passaggio che sugella l'unione tra queste due entità temporali (Emery 2007). Il blocco nel suo essere sospeso, testimonia e cristallizza nel tempo il momento dello strappo, della demolizione del blocco preesistente, rendendosi chiaro e riconoscibile testimone di un evento fondamentale per la storia dell'edificio.

Con l'approssimarsi del punto di vista, la quinta, da blocco megalitico e monumentale, si dematerializza, rivelando al suo interno luoghi e spazi completamente diversi. Come per l'arte moderna, la superficie esterna è solo una proiezione dell'idea che genera l'opera, si deve squarciare il velo per poter ambire a scoprire la verità.

Sotto il *Capo Velato*, il primo contatto con la città è un enorme vuoto (fig. 10). Una caverna naturale, un luogo d'ombra, aperto e pubblico. Una piazza coperta, priva di qualsiasi arredo urbano, ad eccezione di una seduta che, come un moderno sossello, offre ristoro e accoglienza agli abitanti della città. La piazza è quindi un luogo in grado di piegarsi alle esigenze del vivere quotidiano trasformandosi a seconda delle necessità (Norberg-Schultz 1997).

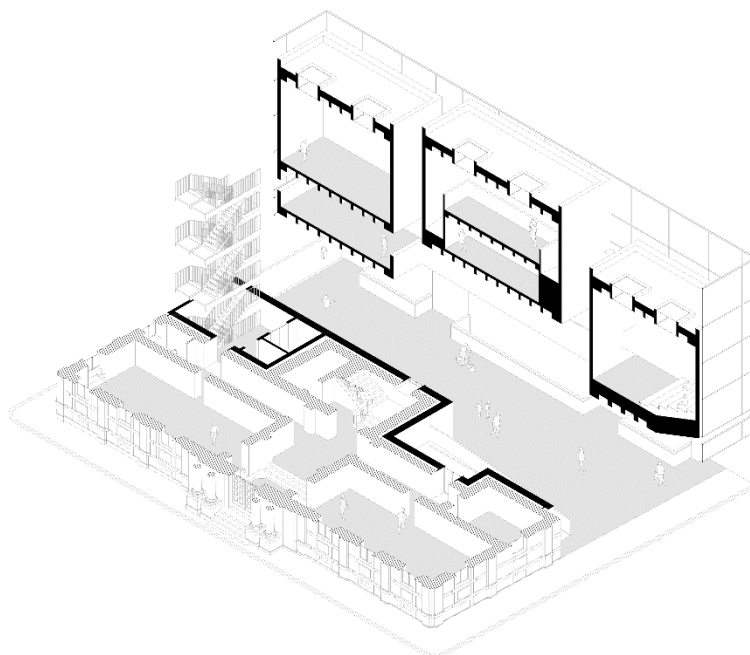


Figura 7. Assonometria sezionata, ipotesi di progetto

“Lo spazio vuoto come spazio non occupato o non caratterizzato è uno spazio disponibile. Un luogo sul quale vengono proiettate le possibilità, il luogo della casualità” (Espuelas 2004).

Da questo spazio interstizio, che si forma dal brutale atto dello strappo, il progetto svela il suo organismo: percorsi, aperture e piani sfalsati si mostrano come membra e parti di un sistema vivente e pulsante. Il progetto invita continuamente a farsi osservare e scoprire, offrendo visuali sempre diverse, che variano a seconda del punto di vista e dell’osservatore. I tagli di luce, profondi fino al cielo, ci ricordano che fuori dalla caverna, che ci ha accolto e protetto, c’è la promessa di un luogo diverso, forse migliore, che dobbiamo guadagnarci intraprendendo un percorso che al momento possiamo solo intravedere (fig. 11).

Come già accennato nel paragrafo precedente il progetto, tra le varie funzioni, ha quella di ospitare e mettere in mostra la copiosa collezione di arte moderna del comune. Capo d’Orlando, infatti, dal 1955 fino al 1987 ospita la mostra internazionale “Vita e paesaggio di Capo d’Orlando” evento che ha permesso alla città di collezionare diverse opere d’arte di numerosi autori del ‘900. All’interno del *Capo Velato* si trovano dei grandi spazi vuoti pensati per accogliere la collezione di arte moderna del comune. Il silenzio del vuoto viene rotto dai colori e dalle forme dipinte, rendendo le opere uniche protagoniste all’interno delle sale espositive. Il vuoto in questi luoghi, a differenza della piazza, si presenta come uno scenario, il carattere transitivo di questi spazi si concretizza nella sua capacità di accogliere l’azione, umana o artistica, e risaltarla (Espuelas 2004). Questi luoghi del vuoto rappresentano il filtro, il percorso da compiere per arrivare alla luce, per arrivare al luogo promesso dalle visioni della piazza. L’arte funziona come mezzo di elevazione, come strumento di preparazione ad accogliere e comprendere un luogo altro e diverso. Come Karamazov il *Capo Velato* contempla due abissi, collocati ai poli opposti del progetto (Dostoevskij 1994). Al piano terra il brutalismo della piazza, frutto dello strappo e della demolizione, un luogo non finito e “primitivo”, trova il suo contrapposto nella terrazza (fig. 9), dove la raffinatezza della maiolica inondata dal sole, la visione della natura controllata e organizzata, abbaglia e cancella, anche solo per un istante, il ricordo della caverna.



Figure 8–9. Vista esterna del *Capo Velato*, vista esterna della terrazza

Come detto prima, l'unica via per raggiungere la luce è attraverso l'arte, durante questo percorso di preparazione lo spettatore è sempre avvolto nella penombra, dei momenti puntuali di luce, mantengono viva la promessa già preannunciata dalla piazza. Profondi bui e momenti di intensa luce si scontrano e si incontrano contrapponendosi e contrastandosi continuamente. Il continuo susseguirsi di pressioni e decompressioni racconta le due facce dell'animo umano e della Sicilia, terra tanto fertile quanto aspra, felice quanto dolorosa.

6. Conclusioni

La ricerca sopra esposta e il progetto che ne consegue è solo una delle molteplici risposte che la disciplina offre per il restauro degli edifici a bassa *valenza storica*. Infatti, se il processo metodologico e diagnostico è ormai consolidato, all'interno dell'unicità dell'architettura storica e del pensiero del progettista-restauratore si nascondono innumerevoli possibilità e soluzioni. Si reputa però essenziale mantenere viva l'attenzione sul tema e portare avanti la ricerca su un tema così centrale per il restauro.

7. Riferimenti bibliografici

- [1] S. Bertocci, M. Bini (2012), *Manuale di rilievo architettonico e urbano*, Torino
- [2] S. Bertocci, G. Minutoli, G. Miracola (2013), *Le pietre del mito. Analisi del complesso monumentale del promontorio di Capo d'Orlando*, Firenze, Altralinea
- [3] S. Caccia Gherardini (2016), *The architectural restoration and conservation handbook*, Firenze
- [4] S. Caccia Gherardini (2019), *L'eccezione come regola: il paradosso teorico del restauro*, Firenze
- [5] M. De Vita (2012), *Verso il Restauro. Temi, tesi, progetti percorsi didattici per la conservazione*, Firenze

- [6] M. Dezzi Bardeschi (2018), *La conservazione accende il progetto*, Artustudiopaparo, Napoli
- [7] F. Dostoevskij (1994), *I fratelli Karamàzov*, Mondadori
- [8] N. Emery (2007), *L'architettura difficile. Filosofia del costruire*, Christian Marinotti Editore, Milano
- [9] F. Espuelas (2004), *Il vuoto. Riflessioni sullo spazio in architettura*, Christian Marinotti Editore, Milano
- [10] F. Farneti (2012), «*Naso, terra grande, ricca e antica*» *Tessuto urbano e architettura dal Cinquecento al Novecento*, Firenze
- [11] K. Lynch (2006), *L'immagine della città*, Marsilio Editori, Venezia
- [12] G. Minutoli (2016), *Capo d'Orlando. Il palazzo municipale e la città, studi per la valorizzazione del patrimonio*, Firenze, Edifir
- [13] C. Norberg-Schultz (1997), *Genius Loci. Paesaggio Ambiente Architettura*, Documenti di Architettura, Mondadori Electa, Milano
- [14] U. Spigo (2004), *Archeologia a Capo d'Orlando*, Milazzo
- [15] A. Bellini, G. Carbonara, S. Casiello, R. et al. (2005), *Che cos'è il restauro? Nove studiosi a confronto*, Marsilio editori, Venezia



Figure 10–11. Vista della piazza coperta, vista dal basso verso l'alto dei tagli di luce

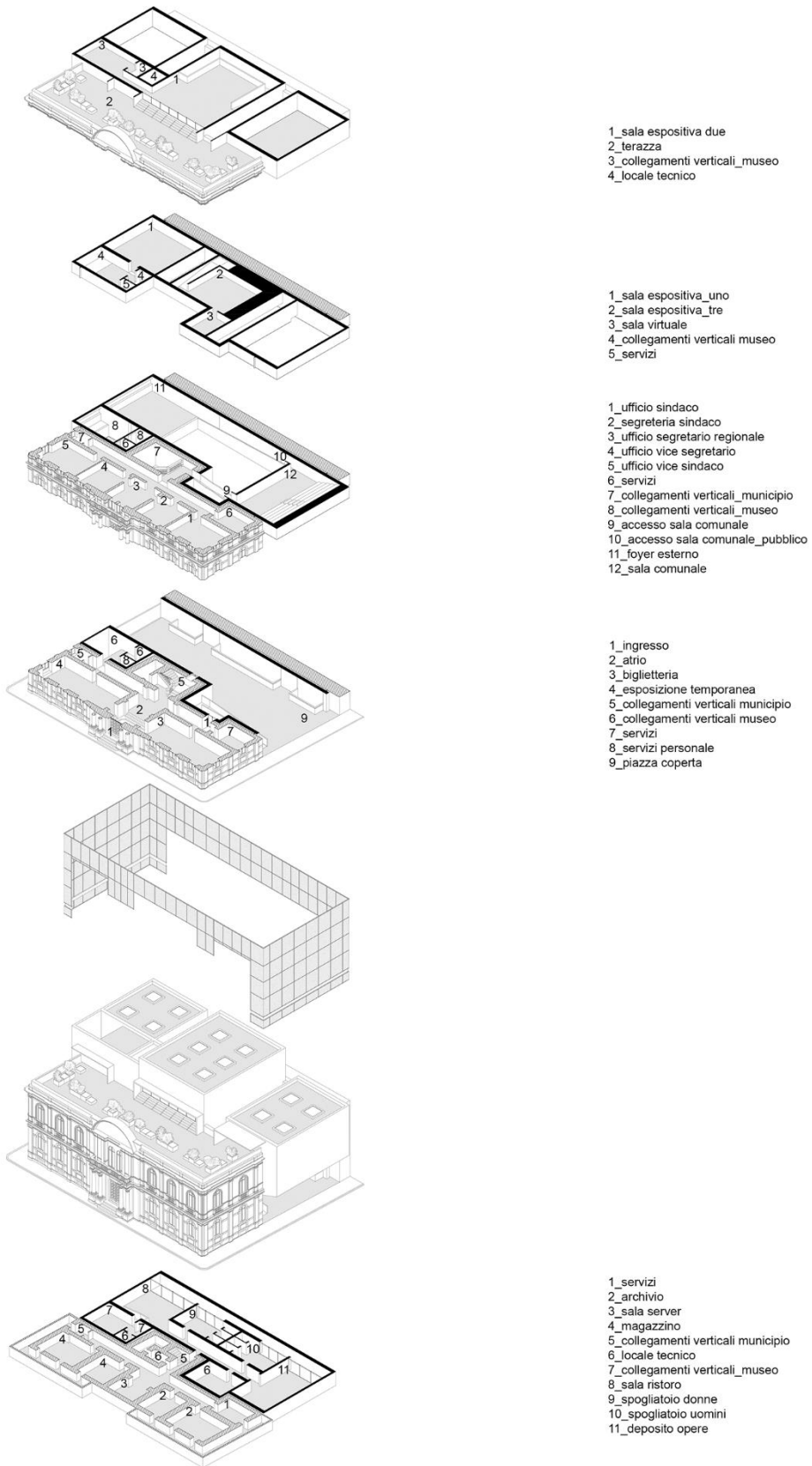


Figura 12. Esploso assometrico

Integrated approach based on UAV and NDT for assessment of Roman Concrete Groin Vaults

Santini Silvia – Department of Architecture, Roma Tre University, Rome, Italy, silvia.santini@uniroma3.it

Baggio Carlo – Department of Architecture, Roma Tre University, Rome, Italy, carlo.baggio@uniroma3.it

Marzullo Mauro – Museo Nazionale Romano, Rome, Italy, mauro.marzullo@cultura.gov.it

Sabbatini Valerio – Department of Architecture, Roma Tre University, Rome, Italy, valerio.sabbatini@uniroma3.it

Sebastiani Claudio – Department of Architecture, Roma Tre University, Rome, Italy, claudio.sebastiani@uniroma3.it

Abstract: In Roman Baths the Romans employed barrel and groin vaults of great dimensions, with maximum span more than 20 m; simple tools of structural analysis of ancient wide span vaulted halls are still lacking, due to geometrical and material complexity. In this paper we study the collapse behavior, under horizontal static action, of a corner cross vault of the Baths of Diocletian in Rome (Hall I). Two methods of analysis are here used: non-linear incremental finite element and limit analysis. 3D model has been developed by means of UAV inspection, NDT measures and AVT monitoring. The construction of the overall 3D geometry has been here afforded with a specific pre-processing approach. Midas commercial program has been employed for FEM analysis, assuming a constitutive law specifically developed for Roman concrete. In limit analysis, masonry is discretized as a system of interacting rigid bodies in no-tension and frictional contact. The computational code consists in a linear approach which make use of a series of optimization packages via lower and upper bound techniques. Finally, a strategy based on FEM analysis including discontinuities was implemented and results were compared with the two previous approaches.

Keywords: Roman concrete; NDT; UAV; 3D modeling; FEM; limit analysis; seismic assessment.

1. Introduction

The study of the structural behavior of historical masonry vaults has never been a simple task, moreover for what concerns large Roman concrete vaults, the literature references are still insufficient. The technical literature usually deals with Roman masonry arches in bridges [1] [2] and aqueducts [3] but few papers have been dedicated to the structural analysis of large Roman concrete vaults except for the case of the Basilica of Maxentius in Rome [4]. Several methods and computational tools are available for the assessment of the mechanical behavior of historical monuments with different level of complexity. A general overview of the state of the art of the approaches to structural analysis of historical masonry construction is in [5] [6].

In the present article, the authors deal with the study of the large groin vaults that form the structural system of the Roman thermal complexes. The object of this research is the great Hall I of the Baths of Diocletian in Rome (Figure 1), the study starts from a similar case on a southwestern portion of the complex, the Octagonal Hall [7].

In general, the structural system of the main body of the baths can be easily understood. Larger central vaults are counteracted by secondary peripheral barrel and groin vaults of smaller dimensions which conduct the thrust to buttresses and foundations.

Nonetheless a number of questions arise: are the pillars alone able to resist the lateral thrust of the vaults or they are aided by the adjacent walls? What is the contribution of the parts to the equilibrium of the structural system? The aim is to estimate the better approach to capture these and other aspects.

The main advantage in the use of different methods of analysis is to capture several aspects of the structural behavior comparing the different solutions.

Commonly, the limit analysis is used to investigate the equilibrium of the structure while the finite element method is more suitable in the evaluation of the deformations and stresses. Roman concrete should be modeled as a continuum with some resistance in tension; it could hardly be represented as assemblies of blocks with no tension and frictional interfaces. On the other hand, limit analysis (LA) allows to identify the different collapse mechanisms and the location of critical points, while FEM based approaches allow to better describe the masonry structure and to capture the non-linear aspects of the structural behavior. One main limitation of FEM approach, strictly based on continuum model, is neglecting some phenomena such as block separation, rotation or frictional sliding. These limitations, due to discontinuities, could be overcome with inclusion in the FEM mesh of interface elements.

In this work both approaches are used and integrated with measures obtained from unmanned aerial vehicle (UAV) inspection and non-destructive investigations as sonic measures and tomography, ambient vibration test, in order to better fit the actual behavior. However, it has to be observed that any analysis method, turns out to be adequate if sustained by proper engineering judgement.

1. Hall I of the Baths of Diocletian and the Roman traditional construction materials

The central body of the Baths is made of a series of seven aisles with groin and semicircular barrel vaults intersecting three aisles, the outer groin vaults of minor dimensions provide counteraction of thrust of central vaults. The larger central vaults are also counteracted by a series of barrel vaults on the south-west front and by large pillars or buttresses on the opposite front, towards the “*natatio*” (swimming pool), (Figure 1).



Figure 1. Three-dimensional reconstruction of the great halls of the Baths of Diocletian.

This work focuses on the south corner vault of the complex, the Hall I; the adjacent halls, named Hall II and Hall IV, are not taken into consideration because they are covered with modern non-thrusting structures, one in reinforced concrete (Hall II) and the other in steel (Hall IV). Finally, they are not included in the analysis model because of their minor influence on the corner vault.

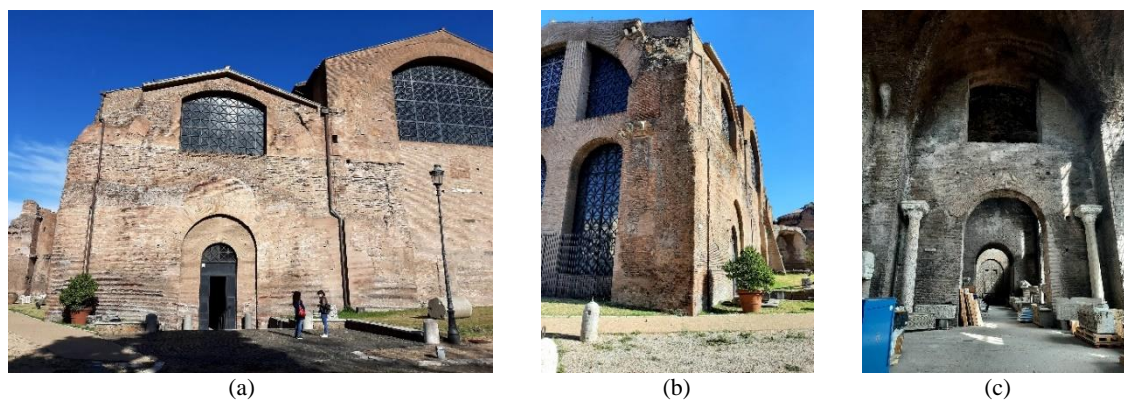


Figure 2. (a) exterior view of Hall I, (b) corner vault of the Hall I, (c) interior view of Hall I.

Hall I has a rectangular plan thus the orthogonal intersecting vaults show different spans, the major of 14.30 m and the minor of 10.95 m. The average thickness is about 1.10 m and the impost of the vault is 9.7 m above ground level. The dimensions of the pillars vary in plan from 3.65 to 5.15 m. Originally, Hall I was a corner room connected to the gymnasium and service areas (perhaps uncovered), therefore it did not have any relevant massive elements in continuity with the adjacent structures. For this historical reason, and due to the modern surrounding non-thrusting roof structures, Hall I can be considered structurally independent from the other two halls. Probably the corner pillar of the considered hall is the most significant element, by virtue of its external position and therefore its mechanical characteristics were investigated with non-destructive tests as documented in section 4.

The material of pillars and vaults in the Imperial Age, is Roman concrete (*opus caementicium*) protected by two external facings in brickwork, sometimes with triangular bricks (*opus testaceum*). In the wall, so built, some layers of square 2x2 Roman feet bricks are inserted to mark horizontal planes.

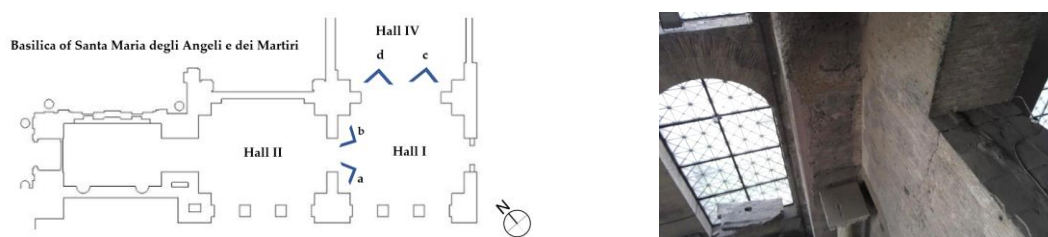
The construction technique of Roman masonry of the Imperial Age is well known, but unfortunately, the knowledge of its mechanical properties is still insufficient due to the lack of experimental data. In this paper, the mechanical characterization of Roman masonry has been assumed from the few available data provided by Giavarini et al. [8] and Brune et al. [9] that carried out experimental tests on Roman vaults [10].

3. Visual inspection by means of UAV and reference point cloud

The use of Unmanned Aerial Vehicle allows to overcome the problem of accessibility and to capture high resolution images. It is also useful to integrate the data with other instrumentations which are useful for photogrammetric purpose and point cloud registration as referred in previous papers, as in Ebolese et al. [11] in which a 3D survey with UAV and other instrument was carried out and the point cloud of the Roman baths of Lylibaeum was generated. Moreover, UAV technique is useful to visualize the state of conservation and to support the structural assessment. An onsite visual inspection of the south-east corner of the Diocletian's Baths with particular attention to the corner hall (Hall I) and the two adjacent halls (Hall II and Hall IV) was carried out. During the inspection, an unmanned aerial vehicle (UAV) reached the inaccessible spots located on the top of the structure. The survey was performed with multirotor quadcopter Anafi Parrot equipped with a SONY IMX230 ½.4"

sensor and set to record video with 4K UHD 3840x2160 resolution with 30 fps and video hybrid stabilization over 5 axes: 2 mechanical axes (roll and pitch) and 3 electronic axes (roll, pitch and yaw) with electronic image stabilization algorithm which corrects the wide-angles lens distortion and the wobble effect. The video was then processed to extract the relevant frames. The upper opening between Hall I and Hall II presents an evident deep crack which passes through the whole thickness of the wall. The UAV captured the presence of two aligned superficial bumps across the crack, it is not clear if they represent traces of the electrical system or an undocumented strengthening intervention (stitching or iron tie) which compensate for the masonry discontinuity, as reported in Figure 3.

UAV images are also a reference to identify the anomalies on the top portions of the heritage buildings, where access cannot be gained without the installation of a complex, expensive and time-consuming scaffolding.



(a)

Figure 3. Pictures of Hall I captured during the UAV inspection: (a) west side of the wall opening between Hall I and Hall II

The recorded HD video of the inspection was processed to extract a proper number of images applicable for Structure from Motion photogrammetry. After several attempts, a balance between the amount of data, the loss of information and the concentrated lighting conditions was found with the extraction of 1 image per second. The processed chunk comprehends a selection of 1528 pictures of Hall I, Hall II and Hall IV. Five targets were positioned on the main directions of the construction, two along the northwest-southeast direction, other two along the perpendicular direction, and one on the floor. The collected pictures with the UAV and a single-lens reflex digital camera (Nikon D 5300 frame size 6000x4000) were processed with Agisoft Metashape software [12] in two different chunks, then the Structure from Motion (SfM) algorithm was run to align the photos in the sparse cloud with high accuracy: the UAV reported 796'952 tie points from 1472 aligned photos while the reflex digital camera 149'580 tie points from 155 aligned photos. The sparse cloud was scaled based on the measured distances between the 5 targets, optimize cameras with adaptive fitting was performed along with the elimination of the points with RMS reprojection error above 0.5. Two separate dense clouds were assembled and in the last phase they were merged. In Figure 4, the global final point cloud comprehends 12'081'991 points. The obtained point cloud was later imported in Revit 2020 [13] and used as reference for the creation of the geometry in the heritage building information model (HBIM).

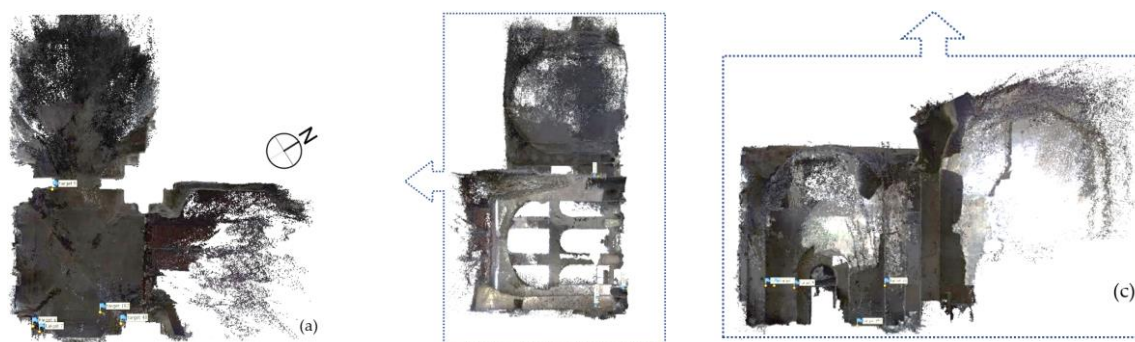


Figure 4. Merged Point Cloud from the UAV and digital camera capturing: (a) plan view, (b) elevation of Hall I and Hall II from the northeast side, (c) elevation of Hall I and Hall IV from the southeast side.

4. Sonic test

The south wing of the complex originally presented the gymnasium and the service areas. The loss of the southeast wall which limited the service area, introduced a modification of the original structure that influenced in the first place the corner pillar. Therefore, the element was investigated with a series of direct sonic tests which were later interpolated into a tomography. The investigated horizontal section of the pillar is positioned at 2.1 m from the floor (interior side), there were measured more than 400 propagation times of the compression wave generated with an instrumented hammer from 27 transmitting points located on the exterior side and directed to the 21 receiving points in the interiors, as shown in Figure 5.



Figure 5. Setup and execution of the sonic testing on the south-east corner pillar of Hall I.

The sonic test was performed with the acquisition system Boviar CMS HLF-P series SG02 equipped with a piezoelectric hammer. The trajectories were processed with the dedicated algorithm in the software aTom [14] which returned the sonic tomography shown in Figure 6. The tomographic method returns the distribution of the wave velocities across a section. The method starts from the measurement of the propagation times for a large number of trajectories with different paths and inclinations, in this way the waves return multiple data for the same portion of material. The velocity fields are obtained by using the simultaneous iterative reconstruction technique (SIRT) [15].

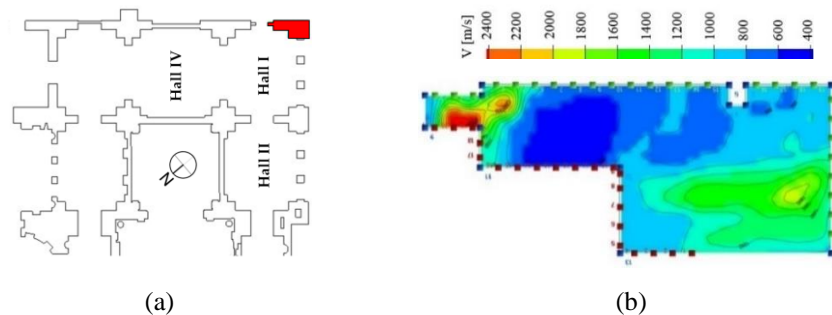


Figure 6. Sonic test on the corner pillar of Hall I: (a) location of the test (b) sonic tomography

By approximating the material as linear elastic, homogeneous and isotropic, the well-known eq. (1) relates the velocity of the sonic p-wave (V) to the dynamic modulus (E_d) [16].

$$E_d = V^2 \rho \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)} \quad (1)$$

The material properties of the material were assumed based on Giavarini et al. [8], it was assumed an average density (ρ) equal to 1800 kg/m³ and a Poisson's ratio (ν) of 0.2. Being the majority of the material in a range of velocity between 800 and 1200 m/s, it was considered an average value of 1000 m/s, therefore eq.1 returns an estimated modulus of elasticity of 1600 MPa.

5. Dynamic monitoring AVT

The Baths of Diocletian are situated in the center of Rome, about 150 m from the main train station and a subway line which pass next to the south border of the complex, moreover the construction is surrounded by a series of main roads which are a questionable interference with the construction. In order to quantify the magnitude of the vibrations, from the 7th to the 12th of November 2021, it was carried out a dynamic monitoring of the ambient vibrations in Hall I. The response accelerations of the structure were recorded with 4 triaxial capacitive accelerometers (MonoDAQ E-gMeter) positioned on the south side of Hall I due to the proximity to the main source of vibration: accelerometers A and B were placed at 3.5 m of height on the corner pillar (Figure 7a), accelerometer C was placed at 2 m of height at the base of the south wall (Figure 7b) and accelerometer D at 4 m of height on the west pillar (Figure 7c).



Figure 7. (a) location of the acc. A and B, (b) location of acc. C, (c) location of acc. D

The data were acquired with a sampling frequency of 1000 Hz, a measurement range of $\pm 2g$ and a noise density of $25 \mu g\sqrt{Hz}$. The monitoring system recorded only the acceleration signals that surpassed the trigger value velocity of 0.15 mm/s in one of the three directions including 10s pre-trigger and 20s post-trigger. The results were appropriately processed through a bandpass IIR (Infinite Impulse Response) filter with a range between 1 and 300 Hz (typical of traffic-induced vibration). The signal was integrated to obtain the velocity since the reference Standards consider limits on this value. In Figure 8 are reported the velocities given by the monitoring system between the 17:30 of the 7th of November and the 05:30 of November 8.

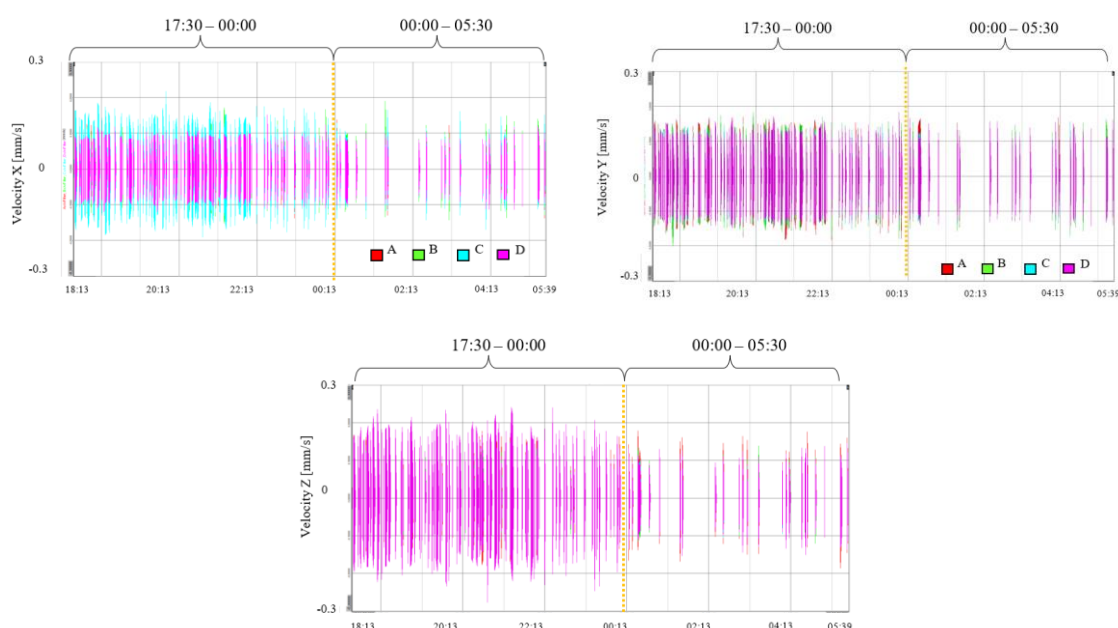


Figure 8. Velocities diagram from 17:30 of November 7 to 05:30 of November 8.

The recorded data shows an evident decrement of events during night (from about 100 events to 25) along with a decrement of magnitude particularly in the Z-direction. The data was compared with the limit values proposed by the Italian Standard UNI 9916:2004 [17]. The maximum accepted value for the horizontal component of the velocity p.c.p.v (peak component particle velocity) due to permanent vibrations on historical construction is 2.5 mm/s. The recorded data reports maximum values around 0.28 mm/s, about 1/10 of the code limit [17] [18]. In this case, the Italian Standard is overly permissive compared to other standards. The California Department of Transportation [19] suggests maximum accepted values of 2 mm/s, the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) [20] for historic structures accepts values of up to 2.5 mm/s in agreement with the Italian Standard [17]. The Chinese National Code [21], on the other hand, provides a maximum value of 0.45 mm/s for historic structures depending on the type of masonry, which is only 60% above the maximum recorded velocity in Hall I. The comparison of the Standards is therefore important to have an overview on the considered unhealthy vibrations for historic constructions according to different sources and which are the margins of safety of Hall I from potential damage. The vibrations were also analyzed in the frequency domain with the Fast Fourier Transform (FFT) of the data considering Hanning windowing of 1024 lines of resolution. The data report three groups of vibrations contained in different ranges: between 5 Hz and 20 Hz, between 20 Hz and 55 Hz and between 55 Hz and 115 Hz. Figure 9 shows the FFTs in the horizontal directions X divided in two intervals: from 17:30 to 00:00 and from 00:00 to 05:30. The ambient vibrations are concentrated in a range between 5 and 55 Hz, the interference connected to the nearby subway is probably concentrated in the range between 20 and 55 Hz which diminish from midnight to 05:30, the closure period of the metro (apart from accelerometer D in X direction).

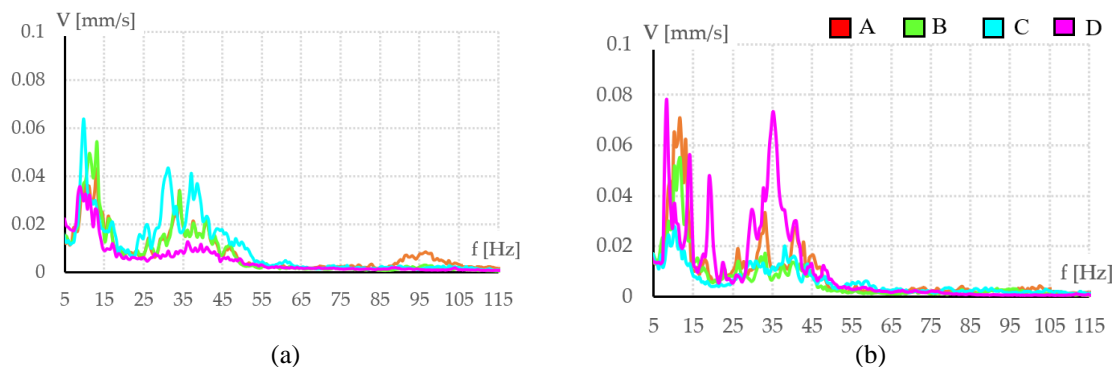


Figure 9. FFT of the velocity signals: (a) in X-direction between 17:30 and 00:00, (b) in X-direction between 00:00 and 05:30

Another important observation concerns the different behavior caused by the accelerometer D especially in the Y-direction. In fact, observing the corresponding FFT, a different frequency peak is present compared to the other accelerometers. This is probably due to the different behavior of the pillar influenced by a heavier gravity load and the presence of the reinforced concrete vault of Hall II, which transfers weight to the pillar [22] [23].

6. Finite element analyses

The three-dimensional point cloud generated from the geometrical survey and the available drawing of the construction were imported in the software Revit 2020 [13] to create a heritage building information model (HBIM). The HBIM is a tool to manage and organize the results of the NDT, the dynamic monitoring plan and other information into a single platform Figure 10a. The solid model of the significant elements was extracted from the HBIM and imported into the software Midas Fea Nx [24] to create a mesh of 53483 solid finite elements and 213932 nodes. The model was constrained with fixed supports at the base of the 4 supporting pillars as shown in Figure 10b.

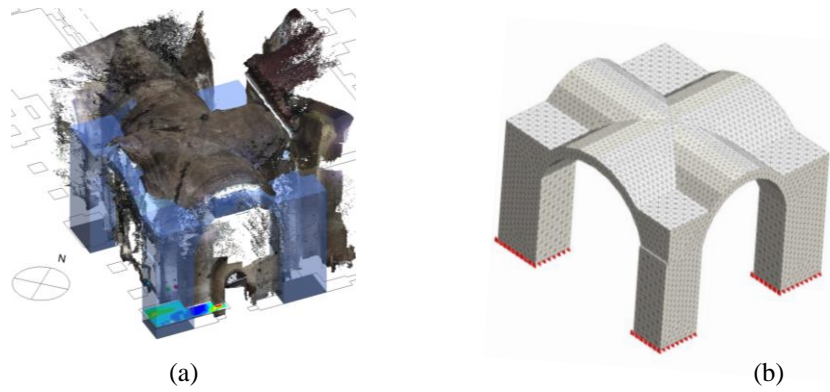


Figure 10. (a) HBIM including point cloud, NDT and dynamic monitoring set up, (b) Finite Element Model.

In order to describe the behavior of the material, it was necessary to use the parabolic compression curve proposed by Feenstra [25] and the tensile curve by Hordijk [26]. The experimental values obtained to describe the non-linear behavior of the material was acquired from the tests carried out on Roman masonry blocks by Giavarini et al. [8] and Brune et al. [9]. The choice of the elastic modulus equal to 1600 MPa was made, instead, with the information obtained from the tomography of the corner pillar using an average velocity value of 1000 m/sec. Figure 11 shows the experimental curve obtained by Giavarini and Brune and the theoretical curve implemented within the Midas Fea NX software.

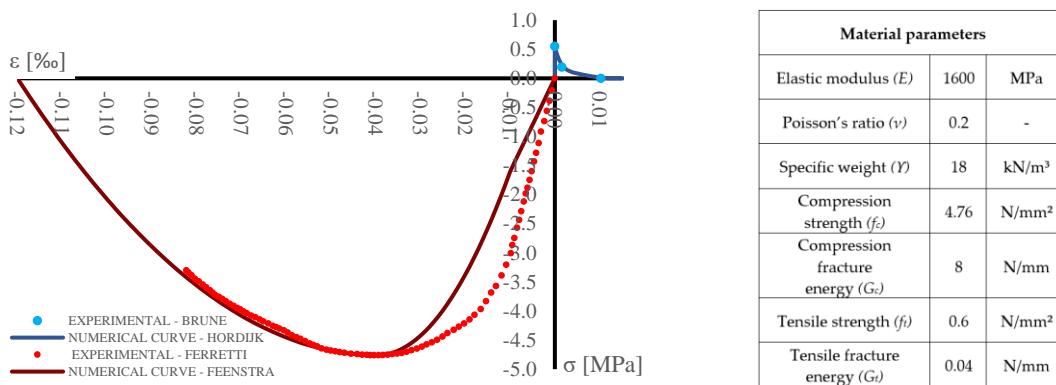


Figure 11. Comparison of numerical and experimental constitutive relationships.

6.1. Modal Analysis

A modal analysis was carried out, using the FEM structural model, in order to identify the vibration modes of the structure. Figure 12 shows the first three vibration modes of the structure with their respective frequencies and participating masses. It is evident that the first mode is mainly translational in the X direction, the second mode in Y and the third mode is rotational. The dynamic behavior of the structure shows how the cross vault is always involved during the dynamics. It is also significant to observe that the first vibration modes present periods in the constant and maximum spectral response.

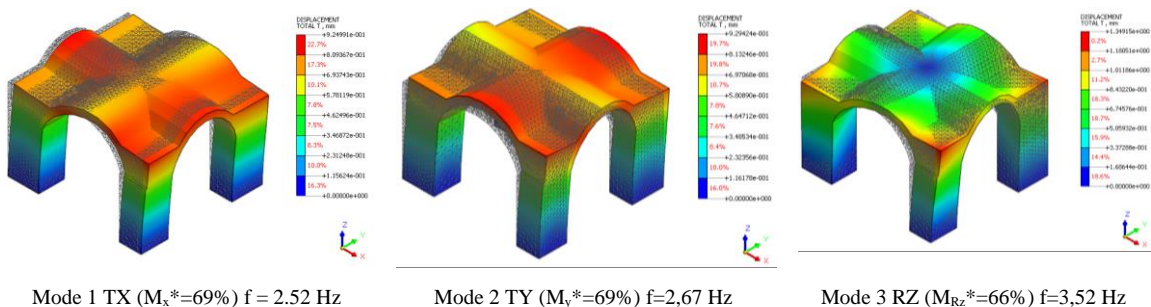


Figure 12. The frequency and the participating mass relative to 3 vibration modes.

6.2. Static non-linear analysis (Pushover)

The non-linear static analysis (pushover) was carried out using a uniform increasing force, F_x and F_y respectively in the horizontal $X+$ and $Y-$ directions. First the self-weight (SW) of the structure was applied, then an increasing horizontal force divided into 20 load steps was applied, adopting an energy convergence criterion of 5% and a maximum of 50 iterations for each step. In Figure 13 is illustrated the principal stress (σ_1) obtained in the main load steps of the two pushover analyses. It is evident that the increase in stress occurs first around the vault in the direction of load application and then along the pillars. In fact, observing the pushover in $X+$ it is possible to evaluate that the cracks tend to concentrate mainly in the extrados area of the arch near the pillar with the smallest section (pillar A), and subsequently on the external pillars (A and B) which tend to be subjected to a greater tensile stress. The pushover in the $Y-$, on the other hand, presents a greater capacity, due to the different dimensions of the pillars. Also in this case, the principal cracks tend to concentrate both along the extrados of the arch near the column A and on the internal intrados of the arch near the column D.

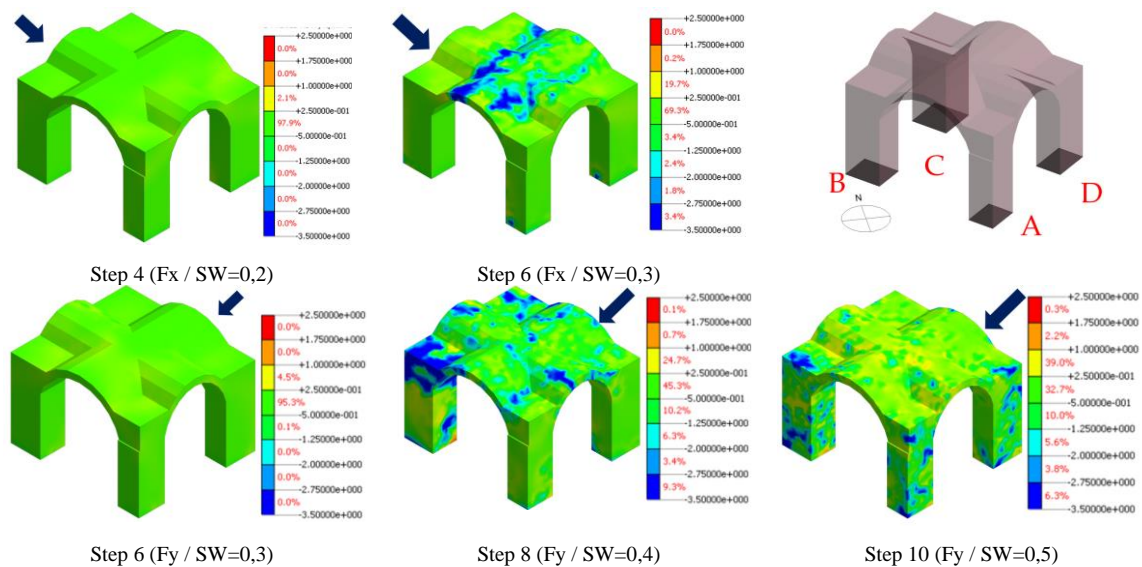


Figure 13. Principal stresses (σ_1) relative to pushover analysis in $X+$ and $Y-$ directions.

The pushover curves were calculated in $Y-$ and $X+$ direction, in order to better understand the structural behavior and the capacity of the monument. For the analysis, four control points were defined as the mesh nodes located in the upper corners of each column. The curve was created with the total displacement for each of the identified control points. The four capacity curves are shown in the Figure 15. It is evident from the curves in the $Y-$ direction that the structure has a greater capacity, carrying up to 0.5 times of the self-weight (SW), while in the X direction it only reaches 0.3 of the SW. From the pushover results in $Y-$ it is evident that the control point of the pillar B is the one that presents a greater displacement, probably caused by the different section of the pillars. Similarly, pillar D shows greater displacements for the pushover in $X+$.

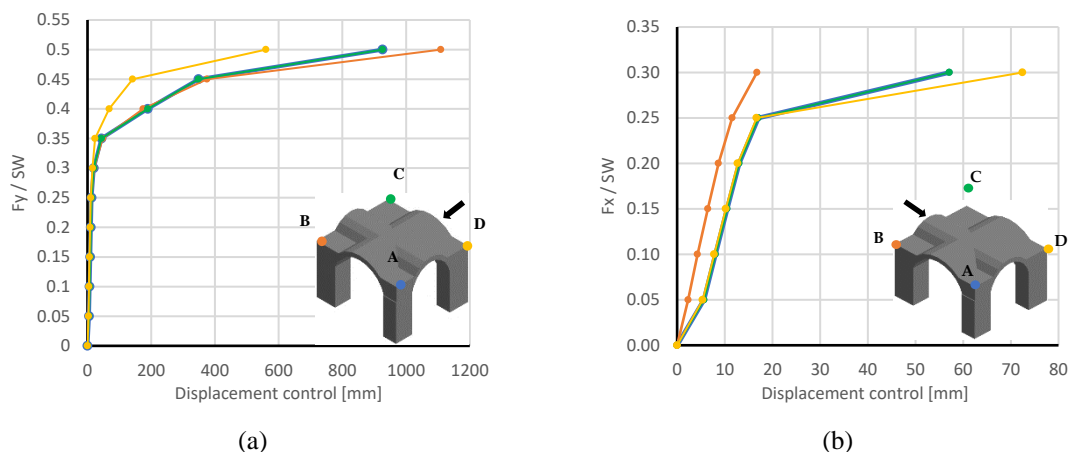


Figure 14. Capacity curves for the 4 pillars (a) in the Y- direction, (b) in the X+ direction

7. FEM analysis with discontinuities

Classical FEM approach runs into significant limitations to simulate discontinuities among different parts of the masonry construction. On the other hand, micro modeling as the case of limit analysis still requires high computational efforts and cannot manage complex masonry structures. A possible strategy to overcome these limitations could be to introduce interface elements in the FEM model implemented in the software Midas FEA NX [24], to obtain a more realistic structural response due to discontinuities as physical separations or potential cracks, typical of historic masonry constructions. In the present paper, discontinuities have been inserted along the arris (simply by avoiding merging of coincident nodes), at the base of the pillars (with only compression springs) and at the piers (by reducing stiffness of connecting springs along Z direction). The mesh, as shown in Figure 16a is reduced to a reasonable number of elements. The obtained model has been subjected to a modal analysis and to a pushover in the weakest direction (X). The modal analysis shows a significant change in the structural behavior due to the inserted discontinuities. The behavior of the vault changes considerably, behaving as a structure made of four portions. The frequencies are considerably reduced due to the inserted discontinuities, which tend to give a less rigid behavior to the monument.

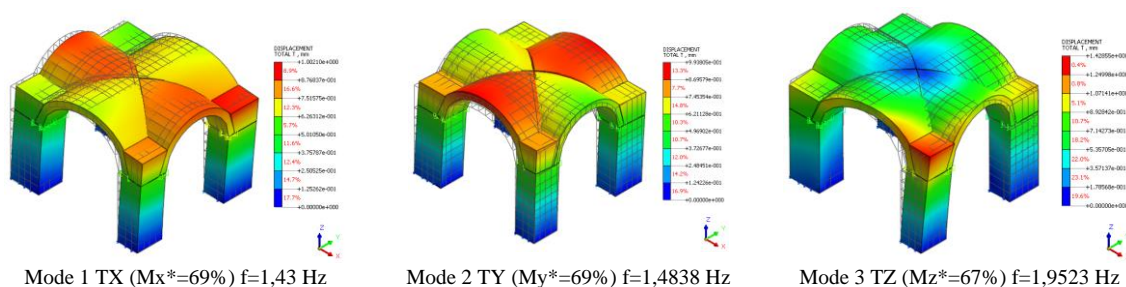


Figure 15. The frequency and the participating mass of the FEM model with discontinuities.

On the other hand, the pushover analysis, in the X direction, ends at a loading step corresponding to a value equal to 0,33 SW. This result is comparable with that one obtained by limit analysis where the collapse multiplier is α_c equal to 0,284 [27]. Obviously, it is to be observed that in this last case no tension resistance has been assumed for interfaces, while FEM model including discontinuities take into account a tensile strength equal to 0,45 N/mm², the choice of reducing the tensile strength of the material was done in order to represent the structural behavior as a compromise between the null tensile strength of the limit analysis and that assumed by the experimental tests proposed on Roman masonry [9].

As regards the damage state of the vault, it can be seen in Figure 17a that the cracking is mainly concentrated along the arris and at the springer. Obviously, no crack in the pillars appears because the joint discontinuities on top and bottom ends allow free rotation of the piers. Looking at Figures 17b it can be observed that displacement from limit analysis (LA) and from FEM plus discontinuities are quite comparable. It seems that a reasonable attempt to introduce appropriate joint conditions in selected nodes of the model can better simulate the ultimate configuration of a realistic behavior.



Figure 16. Final pushover in X: (a) total disp. at final stage 0.33 SW, (b) LA disp. at 0.284 SW.

9. Conclusion

In the paper the proposed method for seismic assessment of Roman groin vaults is structured in phases connected in series and in parallel. The review of the specific literature and the approach to the monument which includes visual inspection, historic survey, geometric survey and Unmanned Aerial Vehicles flight, represent the beginning of the work. Hence, three main paths conduct to the three different numerical approaches, classical Finite Element Method, FEM plus discontinuities, carried out and discussed in the paper and limit analysis from previous research. Next to the above three main highlighted approaches, there are contributions provided by instrumental techniques as experimental material tests, Heritage Building Information Modeling, and Ambient Vibration Test. In particular, realistic prediction of material properties is crucial and therefore experimental measures, mainly non-destructive test as the case of historical structures, are required for both approaches based on FEM methods. Given the site location of the Hall I, in the city center, close to vehicular traffic, subway lines and railway station AVT was deemed necessary to monitor any vibration source, that may interfere with the structural performance. The three different approaches require different geometric models. In particular from HBIM ambient an automatic generated mesh is obtained whereas for limit analysis and for FEM plus discontinuities, ad hoc modeling is necessary. For each one of them, an appropriate mesh with hexahedral elements has been arranged on a regular basis. In the first approach, FEM analysis (section 6), the automatic generation of the mesh requires a small burden while the great number of generated elements requires a great computational effort and running time. In the second approaches a FEM plus discontinuities (section 7), the modeling is more demanding while computational effort and running time are significantly lower in both cases. The role of expert judgement deserves a separate discussion and must stand above any analysis method. This judgement integrated with the visual inspection and historic survey, must be combined with the numerical methods in order to reach a sound conclusion about the seismic assessment of the construction. Conclusions concerning final results from analyses suggest that the numerical results in terms of the ratio between the maximum horizontal force and the self-weight (0.4, 0.284, 0.3), are quite distant from each other, but not without sense if we consider the following observations. It should be borne in mind that NDT inspection (tomography) on a single pillar is not sufficient for an overall prediction of the material properties. Furthermore, the limit analysis should take into account, at the interface, an albeit modest tensile strength. Probably, further experimental measurements, that we plan to carry out in the next future, could lead to a greater convergence of the results.

References

- [1] Frunzio G, Monaco M, Gesualdo A. 3D FEM analysis of a Roman arch bridge. 2001; 3rd SAHC-Conference of Historical Constructions: 591–598.
- [2] Demirel IO, Aldemir A. Simplified Approach for Seismic Performance Assessment of Dry-Joint Masonry Arch Bridges. *Buildings* 2021; 11: 313.
- [3] Gonen S, Pulatsu B, Erdogmus E, et al. Quasi-Static Nonlinear Seismic Assessment of a Fourth Century A.D. Roman Aqueduct in Istanbul, Turkey. *Heritage* 2021; 4: 401–421.
- [4] Pau A, Vestroni F. Vibration assessment and structural monitoring of the Basilica of Maxentius in Rome. *Mechanical Systems and Signal Processing* 2013; 41: 454–466.
- [5] Roca P, Cervera M, Gariup G, et al. Structural Analysis of Masonry Historical Constructions. Classical and Advanced Approaches. *Arch Computat Methods Eng* 2010; 17: 299–325.
- [6] D’Altri AM, Sarhosis V, Milani G, et al. Modeling Strategies for the Computational Analysis of Unreinforced Masonry Structures: Review and Classification. *Arch Computat Methods Eng* 2020; 27: 1153–1185.
- [7] Santini S, Baggio C, Sabbatini V, et al. Setup Optimization of Experimental Measures on a Historical Building: The Octagonal Hall of the Diocletian’s Bath. *Heritage* 2021; 4: 2205–2223.
- [8] Giavarini C, Samuelli Ferretti A, Santarelli ML. *Mechanical Behaviour and Properties. In: KOURKOULIS S.K. (eds) Fracture and Failure of Natural Building Stones*. Springer, Dordrecht, https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5077-0_7 (2006).
- [9] Brune PF, Perucchio R. *The Mechanics of Imperial Roman Concrete and the Structural Design of Vaulted Monuments*. University of Rochester, 2010.
- [10] Bianchi E, Meneghini R. *Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma - Nuovi dati sulle volte in calcestruzzo della Basilica Ulpia e del Foro di Traiano. L’Erma di Bretschneider* 2010; 111: 111–140.
- [11] Ebolese D, Lo Brutto M. Study and 3D survey of the Roman baths in the archaeological site of Lylibaeum (Marsala, Italy). *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng* 2020; 949: 012103.
- [12] Metashape Professional - Photogrammetry software v.1.5.2.
- [13] Revit 2020 -Software for the Building Information Modeling.
- [14] aTom, Adding & SolGeo.
- [15] Luchin G, Ramos LF, D’Amato M. Sonic Tomography for Masonry Walls Characterization. *International Journal of Architectural Heritage* 2020; 14: 589–604.
- [16] Marazzani J, Cavalagli N, Gusella V. Elastic Properties Estimation of Masonry Walls through the Propagation of Elastic Waves: An Experimental Investigation. *Applied Sciences* 2021; 11: 9091.
- [17] UNI 9916:2004 - 01-04-2004 - Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici. 29.
- [18] Monti G, Fumagalli F, Marano GC, et al. Effects of ambient vibrations on heritage buildings: overview and wireless dynamic monitoring application. In: *Dynamic interaction of soil and structure (DISS_13)*. Rome, Italy, 2013.

- [19] California Department of Transportation (Caltrans). Transportation and construction induced vibration guidance manual. 2004.
- [20] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *Standard recommended practice for evaluation of transportation related earthborne vibrations AASHTO*. Washington,DC,USA, 1990.
- [21] GB/T 50452-2008. Technical Specifications for protection of historic buildings against Man-Made vibration. China Building Industry Press, Beijing (In Chinese).
- [22] Block P, Lachauer L. Three-Dimensional (3D) Equilibrium Analysis of Gothic Masonry Vaults. *International Journal of Architectural Heritage Conservation, Analysis, and Restoration Taylor & Francis* 2014; 8: 312–335.
- [23] Bertolesi E, Adam JM, Rinaudo P, et al. Research and practice on masonry cross vaults – A review. *Engineering Structures* 2019; 180: 67–88.
- [24] Midas FEA NX - 2021 (v.1.1).
- [25] Feenstra PH. Computational aspects of biaxial stress in plain and reinforced concrete. *PhD thesis, Delft University of Technology*.
- [26] Hordijk DA. Local approach to fatigue of concrete. *PhD Thesis Delft University of Technology*. Programming. *Structural Engineering and Mechanics* 2000; 10: 181–195.
- [27] Baggio C., Santini S. Simplex algorithms for 3D limit analysis of roman groin vaults (SAHC 2020), *12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*

Application of new technologies for the graphic and constructive analysis and dissemination of the archaeological heritage of Mérida, Spain

Rueda Márquez de la Plata, Adela – Extremadura University, Polytechnic School Caceres, Spain,
email: adelarm@unex.es

Cruz Franco, Pablo A. – Extremadura University, Polytechnic School Caceres, Spain
email: pablocruzfranco@unex.es

Ramos Sánchez, Jorge A. – Extremadura University, Polytechnic School Caceres, Spain
email: jramossanchez@unex.es

Abstract: Heritage is under constant pressure to be adapted for tourist use and is the economic life-line of many cities. The aim of this research project is to propose a sustainable, new and inclusive tourist response thanks to virtual models that offer a new tourist experience. The project, led by the UEX as a forerunner in the digitisation of heritage, has the collaboration of the Consorcio de Mérida, which ensures access to the documentation and monuments for their digitisation and 6D survey. The methodology will use non-invasive tools such as GPR, UAVs and VR and AR technologies. The case study is the city of Mérida, a World Heritage Site, where tourism is an economic engine and the tourist use of monuments is very polarised, some with high impact, while others are highly unknown, losing interest in society. The expected results are twofold: an effective interdisciplinary working methodology for heritage management, and the creation of new tourist attractions such as inclusive physical prototypes, virtual tours of the most inaccessible places, new digital tourist routes and gamification to attract new audiences.

Keywords: Virtual Twins, Heritage, HBIM Protocols, Digital Surveying, Prototyping.

1. Introduction

We present the research project "Application of VR technologies and 6D surveys for the implementation of universal accessibility in the archaeological heritage of Roman public buildings", led by the University of Extremadura in collaboration with the Consortium of Mérida. This project has a duration of three years, from June 2021 to June 2024 (currently underway).

In the development of this project, virtual twins are being generated from the use of non-invasive tools for the integral management of heritage, avoiding negative effects that may arise from its use. The aim of this system is, on the one hand, to mitigate the impact that tourism can have on monuments, and on the other, to provide an alternative to the most inaccessible structures and architectural elements due to different causes such as: conservation conditions, architectural barriers or their remoteness from the main tourist sites and the main infrastructures leading to them.

In this project we have three clear objectives: the first is to create sustainable alternatives for the tourist management of heritage assets that sometimes suffer a strong pressure of their most tangible values, and secondly, to increase the tourist offer of the place by incorporating areas that are not currently accessible and/or visible to the public and finally, to

transmit and disseminate to society and administrations the importance of the virtualisation of heritage and the advantages they offer us. Furthermore, the models generated as a tourist tool or resource will be carried out with a very deep scientific criterion, which will also allow us to show lost spaces or spaces that existed and have disappeared, but whose traces still mark our city today.

With this type of technology, we will achieve new experiences of cultural tourism, managing the vast amount of information that is held on what is visited and what is not, and what is seen and what is hidden, would be available to everyone. We are talking about providing heritage with sustainable universal accessibility, regardless of location, economic situation, or people's psychomotor abilities.

Tourism in this type of city would have a much more complex and innovative component: it would be to engage them in experiences beyond the typical guided tour. The understanding of ancient spaces (often difficult to visualise for the layman) would be immediate and highly satisfying.

1.1 Funding

Extremadura is increasingly committed to research, which is why every year there is a public call for applications for grants to carry out research projects in the Public I+D+i Centres of the Autonomous Community of Extremadura oriented towards the priority lines contemplated in the 6th Regional I+D+i Plan. This aid is 80% co-financed by the European Regional Development Fund (FEDER) of Extremadura.

This research project is one of the 68 selected out of 182 projects presented in the call for proposals, with a budget of 149,078.60 € for the three years of the project's development. With this research we contribute, on the one hand, to the scientific-technological leadership, as well as the internationalisation of the R&D of both institutions and their researchers, as there are currently no 6D GIS-BIM archaeological settlements developed for VR access. On the other hand, it establishes a scientific-technological specialisation in a very complete multidisciplinary team.

1.2 Research Team

The research team is made up of experts in the management and dissemination of architectural and archaeological heritage. Thanks to the collaboration between the Consortium and the University, very advanced technical profiles are contributed to the project. The University of Extremadura provides architects with expertise in the fields of Accessibility and Heritage, civil engineers with experience in surveying and BIM technology and advanced technical support with a profile of physical engineer to carry out certain technical tasks and data collection "in situ" that require this experience. On the other hand, the Consortium provides the more humanistic profiles, in which archaeologists, restorers and historians provide the historical rigour of the heritage elements and the didactic content of the virtual models they are creating.

Organisational structure

For the effective management of the work, the team members are structured into 3 working committees.

Each committee is responsible for supervising and verifying the fulfilment of the activities within the project work plan and the established objectives/results (Fig. 7).

These would be:

- Project management and monitoring committee
- Scientific-technical and work development committee
- Dissemination and communication committee

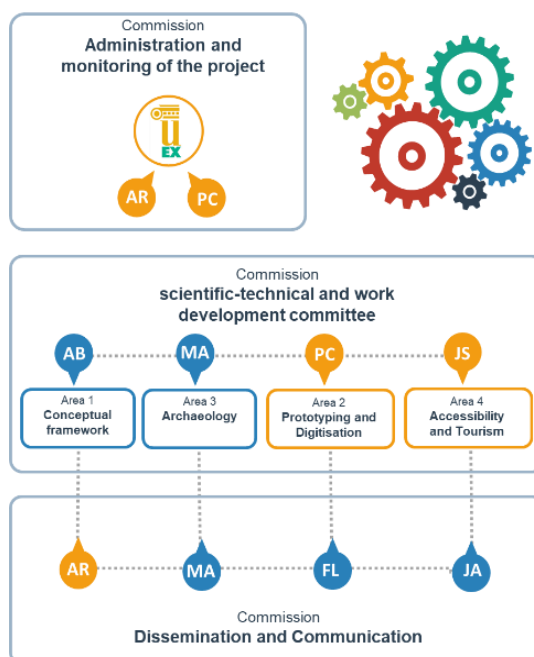


Figure 1. Organisation of the research team, distribution of responsibilities and tasks.

1.3 Background

This project is based on a series of previous works carried out both in Mérida and in the city of Cáceres, so this previous experience has contributed to the fact that some of the works proposed in the research have already been tested and proven.

Along the same lines, we find work developed by some of the researchers who are part of the project team. On the one hand, virtual models have been made of eight large bridges in Extremadura.[1], in this way, these historical infrastructures have been documented with a millimetre level of precision through the survey carried out with the combination of terrestrial (TLS) and aerial (UAV) photogrammetry, thus making it possible to document those points that are difficult to access, such as the intrados of the arches of the bridges. The results obtained from this digitisation may serve as support for future restoration interventions, studies and research on these bridges. Another of the works where members of the research team have applied these technological methods is in the section of the Cáceres wall, between the Socorro arch and the Cristo arch.[2-4]. The results obtained have been very satisfactory, as it has been possible to detect original fragments of the wall, which had apparently disappeared because they had been swallowed up by the domestic constructions. This work has brought to light, through digitisation, elements that are currently hidden.

In addition, the Polytechnic School of the University of Extremadura encourages the transmission of this learning among students. Researchers who are part of the project have tutored final degree projects where this knowledge is applied and at the same time new avenues of research are being opened in this line, among the most noteworthy works we can mention the assessment and proposal for accessibility in the historic garden of Argu-

ijuela de Arriba (Cáceres, Spain)[5], physical prototyping of digital twins applied to the Torre Bujaco [6], the survey work carried out in the Alcazaba of Merida in support of an accessibility proposal [7, 8].

The application of this method to archaeology was demonstrated in a final Master's thesis carried out at the Columbarium site in Mérida [9, 10], This is an incentive to start this research path in collaboration between the University of Extremadura and the Consortium of Mérida.

1.4 Theoretical framework of the research

The approach of this research follows the principles of the International Heritage Charters. First of all, special attention is paid to the digitisation of heritage as a method for high-precision documentation and recording, which has been necessary for the management of the historical legacy we possess today since 1964, in the Venice Charter.

The use of 3D technologies for digitisation and generation of virtual twins has become widespread among professionals, due to the reduction in the cost of the tools, the simplification of their use, and above all the optimum results obtained.

The growth of new technologies applied to heritage management has highlighted the need to develop work methodologies and protocols that guarantee the scientific rigour of the virtual twins generated. In 2006, recommendations were drawn up that were reflected in the London Charter, which was subsequently developed in the Seville Principles (2011). Interdisciplinarity, complementarity, authenticity, historical rigour and training are the principles by which we should be governed in the generation of virtual reconstructions.

These are the criteria and principles on which we are based for the development of this project, so that virtual reconstructions of heritage can guarantee authenticity and historical accuracy.

Currently, the Italian school is working with this same methodology (being a pioneer in this sense), thus optimising the processes of management and constant updating of the information of the vast heritage that they possess [11-13].

2. Approach and Methodology

2.1 Hypothesis

The project is based on the premise that current tourism in many of the World Heritage cities has not been updated to the new possibilities that technology and resources offer us today. As a result, the sustainability of the tourist use of major monuments is being called into question and requires immediate action.

What is needed is sustainable, inclusive and up-to-date tourism that allows us to see not only what can be visited today, but also the construction processes, the monuments that have disappeared, the buildings that are impossible for many to visit due to their great architectural barriers... this can be done thanks to digital surveys and the use of 6D models that disseminate, explain and lay the foundations for new future possibilities for the expansion of our most vulnerable and, at the same time, most beloved heritage.

2.2 Objectives

This project aims to generate 6D models of heritage and use them to generate new tourist experiences of monuments, including those that are inaccessible or very difficult to understand. These virtual twins will have a scientific-technical character, which will contribute to providing tourism with an exhaustive global vision of a specific historical moment, of a monument that is currently incomplete or of an area that is very difficult for everyone to access. This will bring the tourist experience offered closer to the sustainable and inclusive tourism that this project seeks. The development of the research is structured around the following objectives (Fig. 1).

Objective 01: To create a gradient of accessibility in the archaeological heritage of public buildings from the Roman period in the city of Mérida, including, for the first time, all buildings, buried buildings, areas closed to the public and those in danger of ruin or destruction.

Objective 02: To develop a methodology for the creation and development of 6D virtual models of archaeological settlements that are difficult or impossible to access for their virtual reconstruction.

Objective 03: To transmit and disseminate heritage among the scientific community and society through the virtualisation of heritage, using it as an accessible, efficient, and sustainable tourism resource.

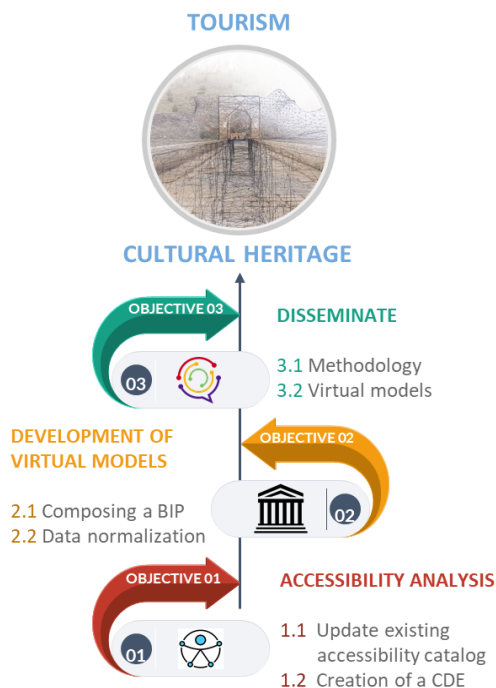


Figure 2. Outline of objectives to be followed in the development of the project.

2.3 Methodology

The work of the research project has been divided into three stages (Fig. 2) in order to achieve the objectives set, each of the stages is composed of tasks that are assigned to each of the members of the research team.

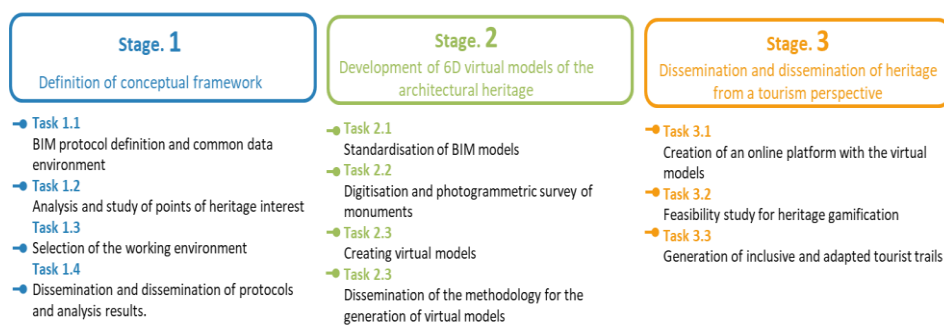


Figure 3. Stages and tasks for the development of the Project.

Definition of the working environment

Firstly, we designed a methodology of analysis that will serve as a tool not only for Mérida, but for any city where we want to work in this same line of research.

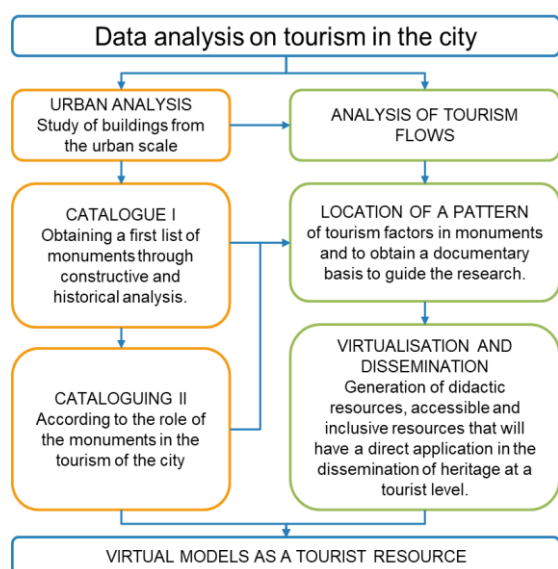


Figure 4. Procedure followed for the analysis of heritage tourism.

In order to analyse the particularities of each monument with respect to the role it plays in the city's tourist activity, it is necessary to tackle the problem at different scales, going back in time to validate the data obtained and to cri-bify the selected elements. Thus, although the system follows a clear order in the scheme (Fig. 3), both the general urban analysis, the specific analysis of the monuments, and studies of the factors affecting tourism will be carried out in parallel over time.

Following the urban analysis carried out from the point of view of tourism, the Forum of the Colony of Augusta Emerita, which was the nerve centre in Roman times where all the public and management buildings of the Colony were located, has been chosen as the working environment.

The reasons why this area of work has been chosen are as follows:

On the one hand, this area of the city is very well documented on a scientific level, a large number of archaeological excavations have been carried out over time, in which a large amount of information has been obtained that has allowed the scientific community to determine what this foral complex may have been like. All the information has been collected and published in a specific monograph entitled "El foro de Avgvsta Emerita génesis y evolución de sus recintos monumentales"[14].

However, at the tourist and educational level, all this information is difficult to transmit in an informative and didactic way. This is due to the following factors:

- Tourists can only visit a small part of the site. Among all the archaeological excavations, many were buried after documenting the remains, others are visible but not musealised and cannot be visited by the general public, in short, only a small part is musealised as a tourist resource for the city_(table 1).

Table 1. Percentage data according to the visibility or not of the archaeological remains.

| Current state of the archaeological excavations belonging to the Forum of the Colony | Nº of excavated plots | Percentage |
|--|-----------------------|------------|
| Buried | 21 | 60 % |
| Unearthed | 40 | 40 % |
| Not open to visitors | 9 | 26 % |
| Visible | 5 | 14 % |

- The current urban fabric makes it difficult to see the archaeological area as a whole. Merida is a city with 2000 years of history, so the current urban planning coexists with the archaeological heritage. As a consequence of this, the archaeological remains that we can currently visit in the area of the Forum of the Colony are scattered around the city, making it difficult for visitors to find their way around and to relate some remains to others, which prevents them from getting an idea of the importance and monumentality of the whole area.

| PLATAFORMA ORIENTAL | | | | |
|---|----|--|---------------------|----------------------|
| Nº Int | Nº | Localización | Visible / Enterrado | Visible/NO visible |
| 2182 | | c/ Sagasta, 8 | ENTERRADO | - |
| 2409 a | | c/ Sagasta | ENTERRADO | - |
| 2016 | | c/ Sagasta, 3 | ENTERRADO | - |
| 2484 | | c/ Hernán Cortés, 3 | ENTERRADO | - |
| 6039 | | c/ Baños | VISIBLE | NO VISITABLE |
| 6042 | | Trav/ Parejos | VISIBLE | NO VISITABLE |
| 12005 | | Trav/ Parejos | VISIBLE | NO VISITABLE |
| 12006 | | Trav/ Hernán Cortés | VISIBLE | NO VISITABLE |
| 8149 | 38 | c/ Sagasta c/ San José | VISIBLE | VISIBLE |
| 2862 / 2950 | | c/ Baños | ENTERRADO | - |
| PLATAFORMA CENTRAL | | | | |
| Nº Int | Nº | Localización | Visible / Enterrado | Visible / NO visible |
| 65 | 17 | c/ Sta. Catalina, 3 | VISIBLE | VISIBLE |
| 23 | | c/ Manos Albas, 2 | ENTERRADO | - |
| 2409 b | | c/ Sagasta | ENTERRADO | - |
| 2321 | | c/ Romero Leal, 30 | ENTERRADO | - |
| 14 | | c/ Romero Leal, 22 | ENTERRADO | - |
| 2870 | | c/ Los Maestros, 1 | ENTERRADO | - |
| 2354 | | c/ Dávalos Altamirano | ENTERRADO | - |
| 107 | | c/ Los Maestros, 15 | ENTERRADO | - |
| 6021 | | c/ Santa Catalina y c/ Berzocana, 3 | VISIBLE | VISIBLE |
| 6025 | | c/ Santa Catalina y c/ Berzocana, 4 | VISIBLE | VISIBLE |
| 6028 | | c/ Santa Catalina y c/ Berzocana, 5 | VISIBLE | VISIBLE |
| 6035 | | c/ Santa Catalina y c/ Berzocana, 7 | VISIBLE | VISIBLE |
| 6036 | | c/ Santa Catalina y c/ Berzocana, 8 | VISIBLE | VISIBLE |
| 6040 | | c/ Santa Catalina y c/ Berzocana, 8 | VISIBLE | VISIBLE |
| 6029 / 6045 | | c/ Romero Leal | VISIBLE | VISIBLE |
| 6044 | | c/ Romero Leal | VISIBLE | VISIBLE |
| 6026 | | c/ Romero Leal | ENTERRADO | - |
| 8056 y 12001 2899 y 2940 2415 8056 y 12001 2899 y 2940 2880. | | c/ Dávalos Altamirano, 6-8-10 | VISIBLE | NO VISITABLE |
| 1015 | | c/ Dávalos Altamirano, 9 | ENTERRADO | - |
| 1020 / 12002 1026 / 2634 | | c/ Dávalos Altamirano, 25 | ENTERRADO | - |
| 2397 | | c/ Baños, 18 | ENTERRADO | - |
| 2953 | | c/ Los Maestros c/ Peñatos. | ENTERRADO | - |
| 2951 | | c/ Sagasta. | ENTERRADO | - |
| PLATAFORMA OCCIDENTAL 1 (SUROCCIDENTAL) | | | | |
| Nº Int | Nº | Localización | Visible / Enterrado | Visible / no visible |
| 146 | | c/ Cimbrón, 11 | ENTERRADO | - |
| 8108 y 2966 | | c/ Los Maestros, 16 | ENTERRADO | - |
| 2727 y 6043 | | c/ Viñeros, 17 | VISIBLE | NO VISITABLE |
| 675 | | c/ Cimbrón | ENTERRADO | - |
| 771 | 15 | c/ John Lennon, 5 | VISIBLE | NO VISITABLE |

Figure 4. Summary table of the state of the archaeological excavations from a touristic point of view

The following table shows all the archaeological excavations where remains have been found that belonged to the Forum of the Colony and which have allowed us to know the limits of the same, as well as the different construction phases. Each excavation has been classified according to the role it plays in terms of tourism, depending on whether they are currently buried or not, and within the visible ones, they have been classified according to whether they can be visited and whether or not they are adapted to the general public (Fig. 4).

These data are graphically reflected in the planimetry where we can see the relationship between the current urban layout and that of Augusta Emerita (hypothetical planimetry published in the monograph of the Forum of the Colony).

We can see graphically the non-interrelation between the different archaeological remains (Fig. 5).

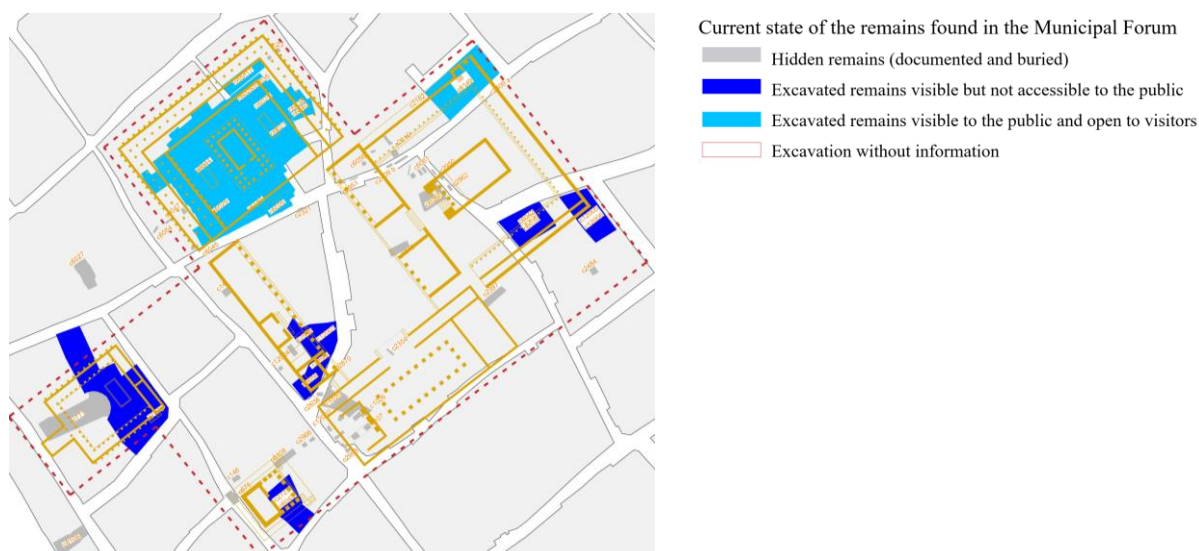


Figure 5. Planimetry where we can see the relationship between the current urban layout and that of Augusta Emerita and the state of each of the plots at the tourist level.

Development of 6D virtual models of the archaeological heritage.

Virtual models are being developed where we merge the virtual twin of the archaeological remains with a virtual reconstruction representing the complete buildings in a very rigorous way of how it was in reality. This model serves as a tourist tool and resource for the city, in which the non-specialist visitor can get a clear and concise idea of what they are seeing.

BIM methodology in the management of archaeological heritage

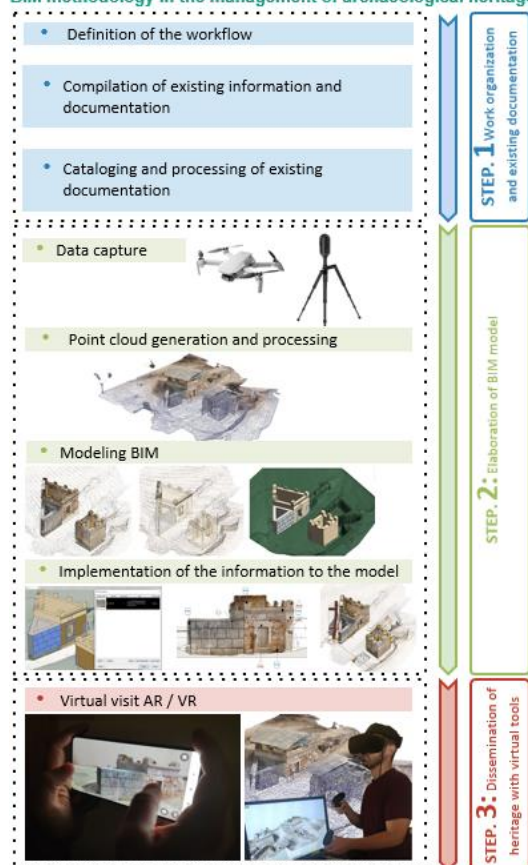


Figure 6. Outline of the workflow followed for the development of the research.

Firstly, for the generation of these models, a standardised digitalisation and photogrammetric survey protocol has been generated, standardising the virtual twins. In this way, we have achieved a common language within the interdisciplinary team that makes the collaborative work between the different professionals more efficient. In addition, the workflows serve as support for future work, which means an optimisation of the time and resources used.

This interdisciplinary workflow between the two institutions involved in the project (University of Extremadura and the Consorcio of Mérida) has been tested with a previous pilot project, in the Roman funerary mausoleums called “Los Columbarios”[9].

The work consisted of generating an HBIM model that would bring together all the information generated to date and would be a working tool for future musealisation projects. Furthermore, this virtual model obtained allows us to use it as a tool for the dissemination of the heritage asset in a sustainable way with respect to its conservation (Figure 6).



Figure 7. Photograph of the archaeological remains of the Forum Portico, which can be visited at street level.

Secondly, the heritage digitisation work has been divided into several phases, in which we are gradually adding the buildings that belonged to the Forum of the Colony. We have started with the so-called "Forum Portico", which is the northern corner that limits the eastern platform of the foral complex. These remains are on display in a museum at street level (Figure 7).

Currently, the tourist is visiting a reconstruction and anastylosis of the original remains made in the 1980s, and is not able to discern between the original, the replicas and the interpreted. In response to this, and following the principle of authenticity, a colour scale has been implemented on the virtual twin to identify which part is original and which is not (Figure 8a, 8b).



Figure 8. (a) Gemelo virtual de los restos arqueológicos del Pórtico del Foro de la Colonia. (b) Visualización del gemelo virtual con esquema de colores indicando lo que es original, lo que es reconstruido y lo que es una réplica.

Thirdly, in order to contextualise these remains in what was the whole of the Forum of the Colony, a virtual reconstruction has been carried out by applying the Extended Matrix method[15, 16] developed by E. Demetrescu, an Italian archaeologist specialised in virtual reconstructions. This system allows us to develop models with scientific and archaeological rigour, based on a formal language with which to keep a record of the entire virtual reconstruction process. It consists of creating a common framework between the archaeological documentation and the virtual model and taxonomically annotating which are the bib-

liographic sources on which we have based the reconstruction. As a basic example we present the Matrix of a column module of the Colonial Forum (Figure 9).

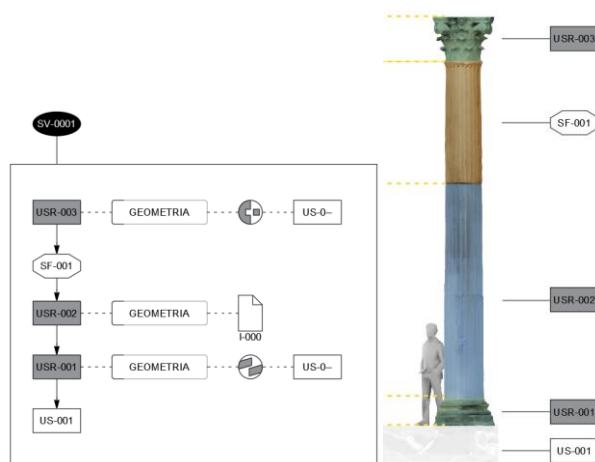


Figure 9. Extended matrix system applied to a column of the Forum Portico

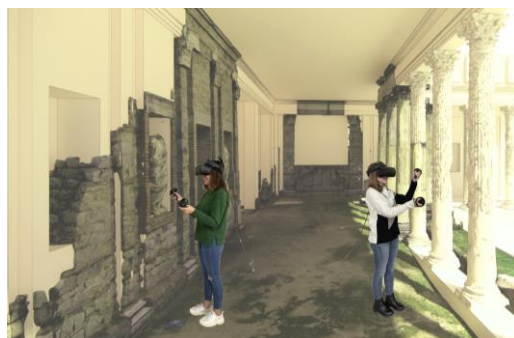


Figure 10. Virtual tour of the archaeological remains with VR technology

Dissemination of heritage from a tourism perspective.

Following the analysis carried out, a catalogue of the monuments has been generated, which will be completely virtualised, and then of particular elements in order to visualise in detail elements (decorations, sculptures, mosaics, capitals...) that cannot be seen in detail at first sight.

These selected monuments will be provided with didactic resources, accessible and inclusive resources that will have a direct application in the dissemination of the heritage at a tourist level (Figure 10).

Applications of the technologies and tools used

The technologies used, although cutting-edge in their field, do not represent the innovation of the project, but it is the use made of them and the very novel applications that will help to achieve the project's truly transcendental results.

UAV and TLS technologies



The present project is based on data acquisition based on SfM processing confronted with TLS and integrated in a HBIM model for heritage management and control. The work is being carried out by combining clouds obtained by SfM (with images acquired from UAVs and acquisition by SLR ground photogrammetry) and clouds obtained by TLS digital instruments. The result will be a three-dimensional HBIM parametric model that integrates different models (clouds, meshes, textures, etc.). In the field of heritage, the incorporation of UAV systems in combination with SfM methodologies has given an immense capacity for studying our buildings.

Tecnología GPR



For the study of the subsoil, non-invasive ground penetrating radar (GPR) technology is being used. With this tool we intend to carry out a three-dimensional survey of the archaeological structures that have not yet been excavated and thus be able to complete the information and archaeological data of the environment under study.

The research team has experience in the use of this device in other heritage sites to obtain data from a hidden cistern in the palace in Tiendas street in Cáceres. This served as a test field to apply it to the site of Mérida.

VR and VRA technologies



As part of the expected results, the aim is to provide the virtual models with didactic content to be used as a resource and tourist attraction. To this end, we will use virtual reality (VR) and augmented reality (VRA) technologies so that users can interact with the virtual environments of the monuments. The dissemination of heritage and the transmission of knowledge through this virtual space generates great possibilities in teaching and learning for users, where they can interact with all the layers and constructive structures of a building or object reconstructed thanks to virtual reality.

3. Partial results obtained

The results obtained so far in the research are twofold: on the one hand, a working system has been established that paves the way for collaboration between public institutions for the implementation of new technologies in Extremadura's heritage, and on the other, a virtual model has been created of part of the Portico that existed in the Forum of the Colony.

This is a very powerful educational resource that will serve as a support for both virtual and face-to-face tourist visits.

This model has several view options depending on the type of information we want to obtain, we can view the remains as they are presented in reality, but we can also see in great detail the pieces that decorated this set, on the other hand, we have the option to view the model with a colour scheme that tells us which parts are original, which are replicas and which parts are reconstructions, which parts are replicas of pieces and which parts are reconstructions, complying in this case with the principle of authenticity established in the

letters of Venice. Finally, we can visualise a complete reconstruction of these archaeological remains, with a scientific basis following Demetrescu's extended matrix method in which each modelled element is related to the source of information that has been used for each element.

This digital resource is being used for the study and dissemination of Extremadura's heritage through VR and AR tools (Figure 10).



Figure 10. Use of the virtual model as an educational and tourism resource.

4. Future Development

This research has a future development in the same line where this system of work will be established for the other archaeological remains that form part of the forum, in this way we will be able to create a model that will subsequently be provided with informative and didactic content, serving as a support for the on-site visit and the interpretative panels installed in the different archaeological remains.

This research opens up other lines of work in other enclosures containing archaeological remains such as those of the Curia, or the College for the children of the Roman elites, buildings that belonged to this foral complex, and which are not currently musealised or open to the public.

In these cases, the models will acquire an added value to those already on display, and with this system we will be able to make the remains that are hidden available to society, as well as being able to link them together with all those that are scattered around the city (Figure 11).

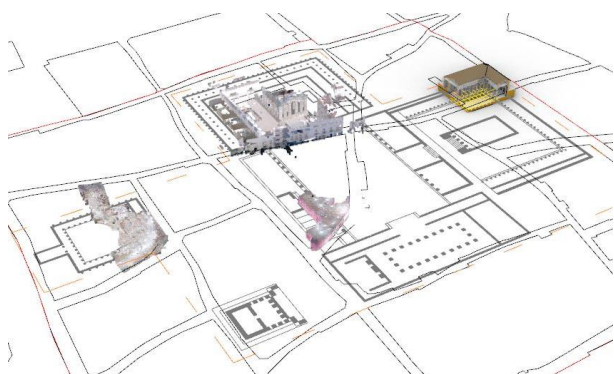


Figure 11. Digitised archaeological remains that form part of the Foral complex of the Colony.

With all of this, our objective and purpose of this research is to generate educational content based on this virtual model, with which we intend to be able to visit the forum in an immersive way with VR and AR technologies and thus make the fragment we are visiting understandable and contextualised in an accessible, sustainable and scientifically rigorous way.

These inverse activities will mean that society will be able to transport itself in space and time from any part of the world.

This is a way of disseminating and projecting our heritage worldwide.

This project is a step forward for World Heritage Cities in cataloguing, documenting and understanding their heritage. Applying these low-cost, easy-to-use technologies with a high level of precision will allow us to update the databases of monuments, generating virtual models in multiple formats that will have a national and international projection of the monument.

References

1. Cruz Franco, P.A., A. Rueda Marquez de la Plata, and J.P. Cortés Pérez, *Veinte siglos de patrimonio de Extremadura en ocho puentes. Documentación digital de las obras públicas*. Vol. 1. 2018, Extremadura. 208.
2. Cruz Franco, P.A., A. Rueda Márquez de la Plata, and J. Cruz Franco, *From the Point Cloud to BIM Methodology for the Ideal Reconstruction of a Lost Bastion of the Cáceres Wall*. Applied Sciences, 2020. **10**(18).
3. Cruz Franco, P.A., et al., *A lost Fragment and Gate of the Almohad Wall of the World Heritage City of Cáceres, Spain*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017. **245**.
4. Cruz Franco, J., et al., *Evolución histórica de la muralla de Cáceres y nuevos descubrimientos. El postigo de San Miguel, un lienzo perdido de la cerca almohade*. Revista de estudios extremeños, 2016: p. 1869-1910.
5. Rodríguez Sánchez, C., *Levantamiento y propuesta de accesibilidad en el jardín histórico de la Arguijuela de Arriba (Cáceres)*, in *Expresión Gráfica*. 2021, Universidad de Extremadura.
6. Pérez Sendín, M., *Prototipado físico a partir de gemelos digitales aplicado a la Torre de Bujaco*, in *Construcción*. 2022, Universidad de Extremadura: Cáceres. p. 144.
7. Gómez Bernal, E., *Levantamiento planimétrico y propuesta de accesibilidad en la casa romana de la Alcazaba de Mérida*, in *Diseño Gráfico*. 2021, Universidad de Extremadura: Cáceres. p. 144.
8. Gómez Bernal, E., Cruz Franco, Pablo Alejandro; Rueda Márquez de la Plata, Adela., *Drones in architecture research: methodological application of the use of drones for the accessible intervention in a roman house in the Alcazaba of Mérida (Spain)*. in *D-SITE. Drines-Systems of Information on culTural hEritage*. 2022: Pavia, Italy.
9. Ramos Sánchez, J.A., *Utilización de la Metodología BIM en la gestión del patrimonio arqueológico. Caso de estudio el recinto arqueológico de los llamados Columbarios de Merida*, in *Construcción*. 2021, Universidad de Extremadura. p. 179.
10. Ramos Sánchez, J.A., P.A. Cruz Franco, and A. Rueda Márquez de la Plata, *Achieving Universal Accessibility through Remote Virtualization and Digitization of Complex Archaeological Features: A Graphic and Constructive Study of the Columbarios of Merida*. Remote Sensing, 2022. **14**(14).
11. Paris, L., M.L. Rossi, and G. Cipriani, *Modeling as a Critical Process of Knowledge: Survey of Buildings in a State of Ruin*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2022. **11**(3).

12. Banfi, F., *The Evolution of Interactivity, Immersion and Interoperability in HBIM: Digital Model Uses, VR and AR for Built Cultural Heritage*. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2021. **10**(10).
13. Intignano, M., et al., *A Scan-to-BIM Methodology Applied to Stone Pavements in Archaeological Sites*. Heritage, 2021. **4**(4): p. 3032-3049.
14. Ayerbe, R., Barrientos, T., Palma, F., , *El Foro de Avgvsta Emerita, génesis y evolucion de sus recintos monumentales*. Anejos de AESPA, 2009: p. 866.
15. Demetrescu, E. and B. Fanini, *The use of 3D tools to improve the transformation of the archaeological record into a virtual reconstruction. EMtools and EMviq open source software*. 2020.
16. Demetrescu, E. and D. Ferdani, *From Field Archaeology to Virtual Reconstruction: A Five Steps Method Using the Extended Matrix*. Applied Sciences, 2021. **11**(11).

Implementation of a wireless structural monitoring system and reverse engineering for numerical analysis purposes of a 16th century church

António Arêde – Construct, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: aarede@fe.up.pt

Susana Moreira – Construct, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: smtmoreira@fe.up.pt

Gabriel Ferreira - Construct, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: gferreira@fe.up.pt

Clara Pimenta do Vale - Centro de Estudos de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: clara_vale@arq.up.pt

Hugo Pires - Centro de Estudos de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: hpipes@arq.up.pt

Luís Garcia - Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Porto, Portugal, e-mail: luisph.garcia@gmail.com

Orlando Sousa - Direção Regional de Cultural do Norte, Porto, Portugal, osousa@culturannorte.gov.pt

Abstract: The conservation of built heritage structures requires constant attention to the progression of existing damage and the assessment of their structural response to different phenomena or interventions. Quasi-real time structural monitoring allows the observation and measurement of the structure's response over time, registering different kinds of metrics, which enable early detection of damage or changes. When combined with structural analysis it allows for a better contextualization of physical metrics and the possibility of global response assessment. This paper focuses on the implementation of a structural monitoring system in the Igreja Matriz de Freixo de Espada à Cinta, in the North of Portugal, and the process of reverse engineering the three-dimensional model built with data from a LiDAR survey. The monitoring system included the installation of wireless smart sensors in two areas of the church, where there is significant cracking. To measure the crack opening, the rotation of the walls, the vibration of the structure, and the effects of temperature and humidity, nine crackmeters, three tiltmeters, five accelerometers, and four temperature and humidity sensors were installed. A three-dimensional finite element model was built using the architectural modelling done with the point cloud information. Different conditions and scenarios are being studied, through preliminary linear and nonlinear phased analyses.

Keywords: LiDAR, monitoring, reverse engineering, 3D-modelling, heritage

1. Introduction

Management and maintenance of several heritage assets is a complex task that mobilizes a great number of resources, human and otherwise. Particularly in the case of heritage assets, early detection of damage is crucial to maintain the state of conservation and decrease the extent of interventions. Hence, the necessity to gather reliable data on the ongoing response of assets to natural and men-made hazards.

The project SIAP - Artificial Intelligence Warning and Alert System for Cultural Heritage was developed as a response to these challenges and therefore, proposes a shift from a reactive to a proactive management system. Machine Learning techniques will be applied to process the data acquired through several sources as shown in Figure 1: satellite SAR (InSAR), LiDAR, structural monitoring (Sensing), seismic and climate data (Seismology and Meteorology), and historical documentation (Archival). This will enable effective heritage supervision and intervention optimisation. The implementation of an early-warning system will facilitate risk mitigation, increased safety, and significant reduction in maintenance costs.

The project is coordinated by Direção Regional de Cultura do Norte (DRCN) — the regional entity that manages the public heritage in the North of Portugal — and a series of partners that create interdisciplinary research and development in Architecture and geomatics, Civil Engineering, History and Heritage Sciences, Artificial Intelligence, Systems Engineering and Technology. Further information can be found at the project website [1].

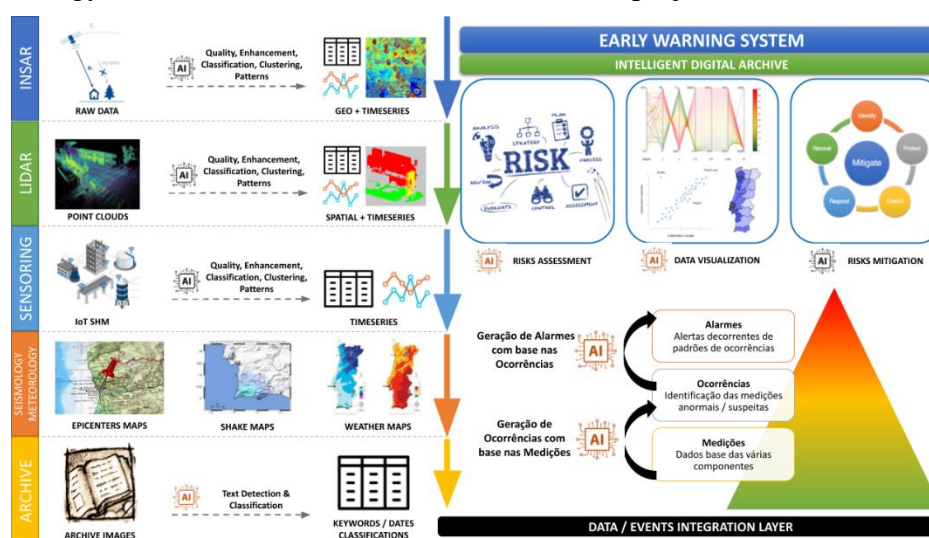


Figure 1. Summary of the approach implemented in the project SIAP [1].

The pilot project is constituted by three churches managed by the DRCN; however, this paper will focus solely on the Church of Freixo de Espada à Cinta, particularly on the works related with the implementation of the monitoring system and the preliminary structural analysis of the finite element model created from the LiDAR acquisition.

2. Case study: Church of Freixo de Espada à Cinta

The Church of Freixo de Espada à Cinta is located in the urban center of the town of Freixo de Espada à Cinta, in the northeast of Portugal but isolated from other buildings (see Figure 2a). It was ordered built by King Manuel in the 16th century. It is a hall church, with 2 aisles almost the same height to the nave, covered with ribbed vaults (Figure 2b), an apse, two apse chapels and a sacristy. The hall rectangular plan is marked by a set of exterior buttresses, and the volumes of the sacristy and the apses [2]. The choir loft is supported by granite regular masonry arches and the ceiling is composed by a set of eight-part ribbed vaults, in granite regular masonry. External walls and interior columns are assumed to be built with the same material and arrangement, although no material characterization was carried out. The roof structural system is formed by timber trusses that are supported by the external walls and interior wooden columns located in top of the vault structure.



Figure 2. Church of Freixo de Espada à Cinta: (a) Aerial view; (b) interior view facing the altar [source: authors].

3. Design and installation of the monitoring system

Previous inspections of the church indicated that most damage is concentrated near the main façade of the church (facing West), concerning cracking of the ribbed vault, its connection to the façade, and the façade wall itself, and cracking of the wall adjacent to the triumphal arch, on the North side. Therefore, the monitoring system was designed with the purpose of controlling the opening of existing cracks and the formation of new ones on the walls and vaults, as well as the inclination and vibration of the walls, on the aforementioned locations (see Figure 3 and Figure 4). Temperature and humidity sensors were also installed so that their influence on the movements of the structural elements can be considered when interpreting the results.

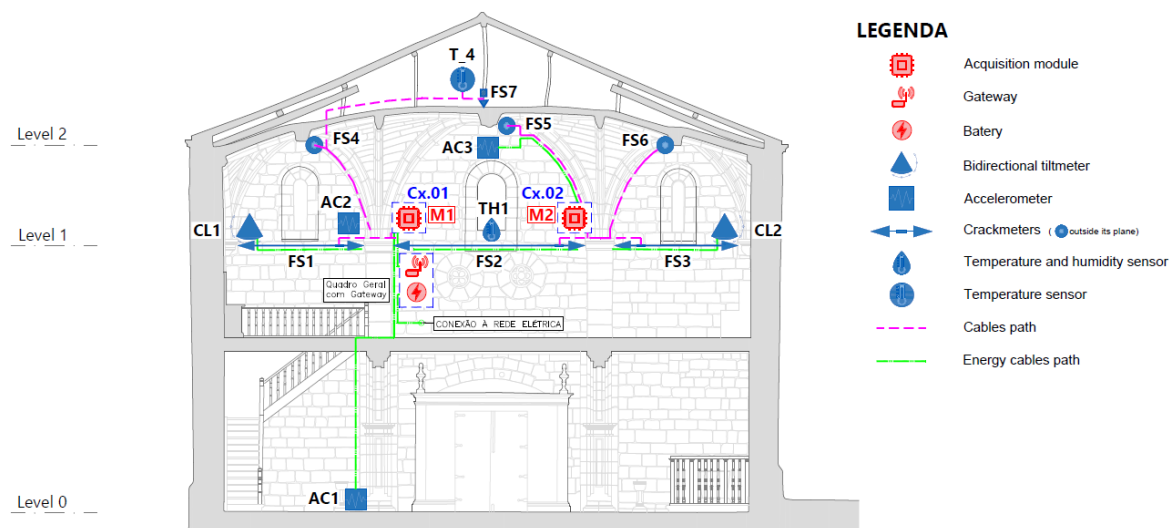


Figure 3. Monitoring system near the main façade (West) [source: authors].

The system comprises a total of twenty-one sensors among crackmeters (FS), biaxial tiltmeters (CL), triaxial accelerometers (AC), and temperature and humidity sensors (TH). The acronyms stand for the initials of the sensors in Portuguese. In Table 1, one can find the summary of sensors installed by type and level. The three levels were defined based on the height of installation relatively to the ground-floor level, as one can observe in Figure 3 and Figure 4. Besides the sensors, the system comprises three wireless acquisition modules (M1,

M2, and M3) and one wireless gateway to control the external access to the network. Although, in both Figure 3 and Figure 4 are represented the paths of the cables, the system is based on wireless transmission between the nodes (sensors) of the network, which is composed by the wireless data acquisition modules (see Figure 5a) and the gateway (see Figure 5b), which were all placed at the main façade, facing West, with the exception of the module M3 placed on the wall adjacent to the triumphal arch.

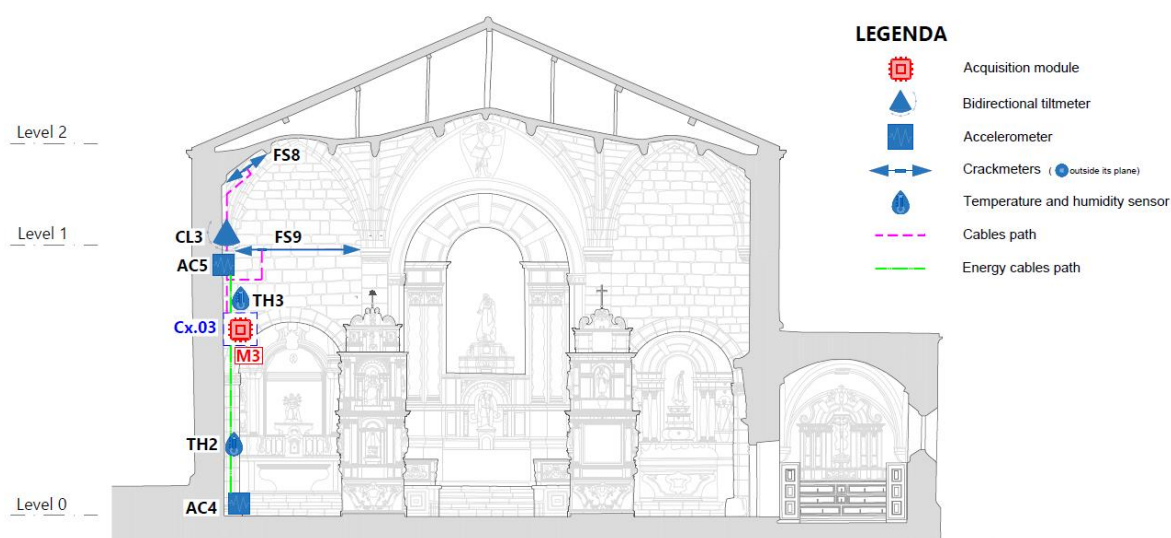


Figure 4. Monitoring system on the North side of the church, in the area adjacent to triumphal arch [source: authors].

Table 1. Summary of sensors installed

| Level | Sensors | | | |
|---------------------------|-------------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------|
| | Crackmeters | Tiltmeters | Temperature and humidity sensors | Triaxial accelerometers |
| Level 2 | FS4, FS5, FS6, FS7, FS8 | - | T_4* | AC3 |
| Level 1 | FS1, FS2, FS3, FS9 | CL1, CL2, CL3 | TH1, TH3 | AC2, AC5 |
| Level 0 (Ground-floor) | - | - | TH2 | AC1, AC4 |
| Total | 9 | 3(6*) | 4 | 5 |
| | 21 (24**) | | | |

*Contrary to other temperature and humidity sensors, sensor T4 only measures temperature, therefore the acronym T.

** Each tiltmeter registers rotations in two directions A and B, therefore in practice, it generates two different sets of data.

The crackmeters installed are linear potentiometers with ball joints on the extremities, with a measurement range of 25 mm. To measure large distances, they are equipped with extension rods (see Figure 5c,d). Crackmeters FS1 to FS3, and FS8 and FS9 measure the in-plane deformation of walls, while crackmeters FS4 to FS6 measure the out-of-plane deformation, since they have one end positioned on the rib vault and the other end fixed to the façade. Additionally, crackmeter FS7 is measuring the out-of-plane deformation of the rib vault close to the façade (see Figure 5d). Their key performance indicator (KPI), meaning their control variable used for structural interpretation, is displacement (in mm), more precisely crack opening in respect to existing or new cracks.



Figure 5. Monitoring system installed: (a) acquisition module M2; (b) gateway; (c) tiltmeter (CL2) and extremity of crackmeter FS3; (d) crackmeter FS7 installed on the extrados of the vault; (e) accelerometer (AC1); (f) temperature sensor TH1 and the extension rod of the crackmeter FS2 [source: authors].

For tiltmeters, were chosen wireless biaxial inclinometers, with a measurement range of $\pm 15^\circ$. The tiltmeters acquire measurements in two directions, described in the sensor as X and Y (see Figure 5c), corresponding respectively to the in-plane rotation and out-of-plane rotation of the wall. The KPI for tiltmeters is angle of rotation, measured in degrees ($^\circ$) or mm/m. The accelerometers installed are triaxial wireless vibration sensors, suited for acceleration but also velocity monitoring, with built-in data loggers (see Figure 5e). Their

measurement range is $\pm 2g$. The KPI for the accelerometers are the resultant Peak Particle Velocity (PPV) and peak acceleration.

The temperature and humidity sensors are also wireless, with built-in data loggers, with a temperature range between -40°C and $+85^{\circ}\text{C}$, and a relative humidity range of 0 to 100% (see Figure 5f). There are no KPIs associated with temperature and humidity measurements since they are being controlled to assess their influence on data from other sensors.

The monitoring plan contemplates continues acquisition of data for all sensors, except for the accelerometers, which will perform event-based measurements. A platform for data storage and visualization is under development, since for continues acquisition, dashboards are of crucial importance to better analyse the response of the structure. There are no available data since acquisition is still at an early stage.

4. LiDAR application and results

LiDAR is an acronym for Light Detection and Ranging and it is a system composed of active sensors that emit laser light at different wavelengths and then measure the time for the reflected light to return, which allows for the systematic calculation of coordinates of points on physical surfaces with accuracy and submillimetre precision. Its application on this project focuses on obtaining high resolution three-dimensional (3D) data that will enable the development of 3D digital representations, interior and exterior, of the church as well as the study of stereotomy, deformations, etc. It also allows two-point cloud models from different campaigns to be compared and changes in location and therefore deformation and degradation to be identified.

Two data acquisition campaigns were carried out. The first one was a photogrammetric survey, from which resulted stereotomy and orthophotos of facades, plans and sections with surface attributes (see Figure 6), and other information regarding walls and the ribbed vaults such as of isolines maps for thickness and deformations, as well as the height of stone units used in the facades, interior and exterior faces (see Figure 7). This latter feature together with historical documentation can shed some light on the construction sequence of the church.

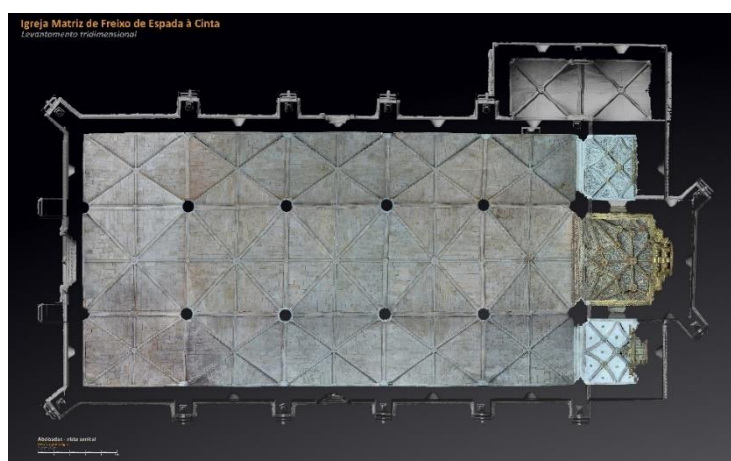


Figure 6. Orthophoto of the rib vault ceiling [source: HPires].

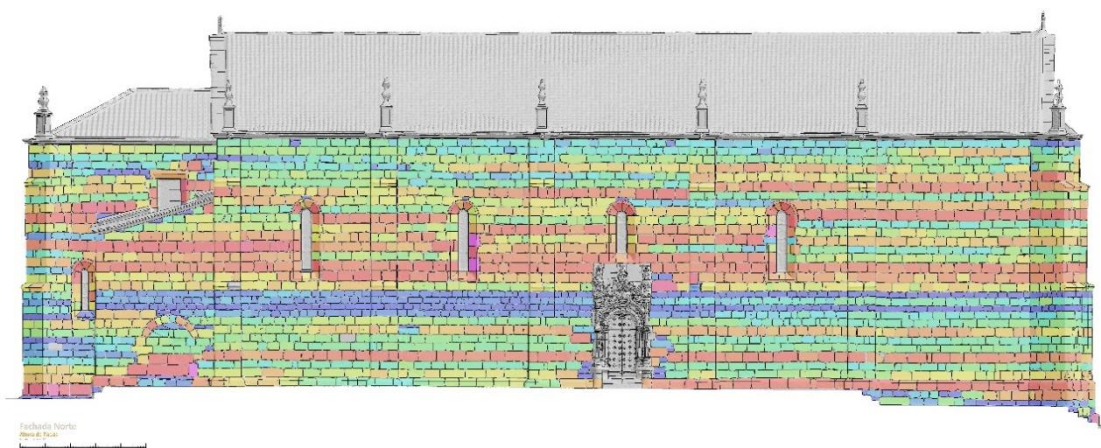


Figure 7. Colour map depicting the variation in stone units' height [source: HPires].

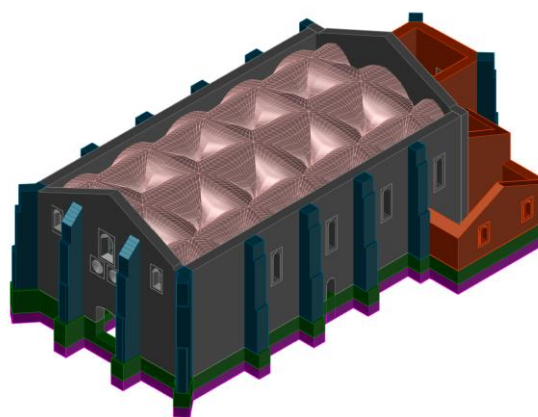
The second acquisition was a high-resolution survey with laser scanning, which allowed the following sequence of works: a) execution of a point cloud model; b) construction of a 3D model carried out in Rhinoceros 3D software, based on the point cloud model; c) simplified 3D model, which combines the point cloud data with simplified surface modelling for numerical simulation purposes (structural analysis). The laser scanning equipment uses laser light emitters to determine the distance between the transmitter and the object to be surveyed, recording simultaneously the angular direction of the emitted beam, allowing converting the position of measured points from a polar coordinate system in a rectangular one and referencing it to conventional geo-cartographic systems.

Hence, two types of models are being developed:

- Realistic model: very rigorous (the survey was done with 0.5 mm of precision) but computationally heavy. A model with all the information that will allow comparison with future acquisitions, enabling the detection of alterations or slight movements of the structures, for instance, deformations of the vaults (see Figure 8a).
- Simplified BIM model, which will be used for more functional applications, requiring less detail and therefore lighter memory use. It is a model compatible with various platforms, which can be accessed on any computer or mobile device. In Figure 8b. is presented the CAD (computer-aided design) model prepared for structural purposes.



(a)



(b)

Figure 8. Models being developed: (a) realistic model [source: HPires]; (b) CAD model, geometry only [source: authors].

5. Preliminary numerical analyses

Through the process of reverse engineering, it was possible to obtain a three-dimensional model from the 3D point cloud data obtained with the LiDAR technology. In addition to the invaluable contribution in terms of architecture and historical record, the three-dimensional model can be the base of advanced numerical modelling. Through structural analysis, one can better understand what is causing the current state of conservation and assess the response to different kinds of hazards and the monitoring data.

5.1 Preparation of the numerical model

The architectural model obtained from the cloud point, by itself, is not yet ready for structural analysis. As an intermediate step, there is the need to identify the structural system and define which elements will be included in the numerical model, and how they will be represented. These decisions are based on structural significance, feasibility, and computational cost vs. analysis objectives. Hence, the geometrical model for structural purposes is already an approximation of the architectural model.

In this case, the structural system of the church is composed by the perimetral granite masonry walls and interior columns that carry the loads transferred by the granite masonry eight-part ribbed vaults that cover all the volumes of the church; it also has a set of three granite masonry arches that support the choir loft, granite masonry buttresses against the perimetral walls, and timber trusses to sustain the roof. The latter unload on the perimetral walls and interior columns. These elements were represented in the model, except for the rib vaults over the two apse chapels and the sacristy, as well as the timber structure of the roof, which was included solely as load. The foundations were considered as continuations of the walls, buttresses, arches, and columns' base, with one metre depth, since a previous report of 2014 regarding archaeological excavations [3] verified that at least the columns of the arches were directly supporting on a rock outcrop at a shallow depth. These elements were modelled as solids, while the ribbed vault was modelled as a shell. Geometric simplifications focused mainly on the walls, being assumed a constant thickness throughout their height for each block, but their relative position was respected, meaning that the north and south wall are slightly oblique, not being parallel to each other. Regarding the ribbed vault, each part was approximated with triangular shells to ensure continuity between faces, walls, and columns. Hence, one attempted to inflict minimum changes in the geometry obtained from the cloud point (see Figure 9). The 3D finite element model was developed and analysed in the software Diana FEA.

The model calculates the self-weight of the modelled elements, based on the density of the materials assigned to each element. Additional loads, referring to the timber structure of the roof and the infill of the rib vault were applied to the model. For the timber structure, it was assumed a distributed weight (horizontal projection) of 1.40 kN/m², which were then calculated and applied as distributed forces on the top of the columns and north and south walls. The infill was considered to have a specific weight of 12 kN/m³ [4] and it was applied as a normal surface pressure to the elements of the rib vault, up to mid-height of their development. For the boundary conditions at the base, it was assumed that the nodes would be pinned, which with solid elements translates also for restricted rotations (see Figure 9).

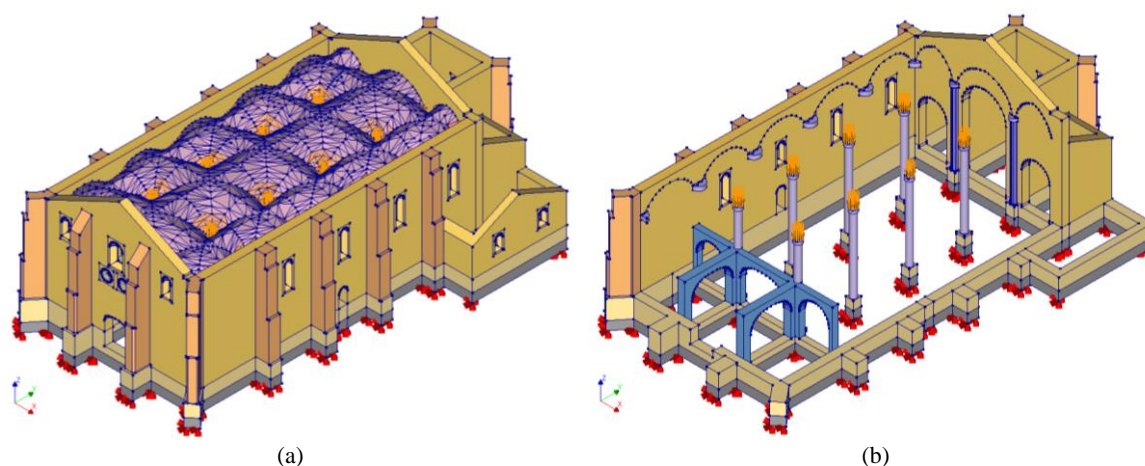


Figure 9. Geometry, loads and boundary conditions of the numerical model: (a) complete view; (b) view of the interior [source: authors].

Then, the mesh element type defined for the foundations, walls, buttresses, columns, and arches was the four-node, three-side isoparametric solid tetrahedron element (TE12L) and for the rib vault was the three-node triangular isoparametric curved shell element. Due to computational cost, only elements with more detailed geometry were discretized with a desired mesh dimension of 0.20 m, such as the rib vault, the columns, the arches, and the wall openings. The remaining of the model has a desired mesh dimension of 0.40 m (see Figure 10).

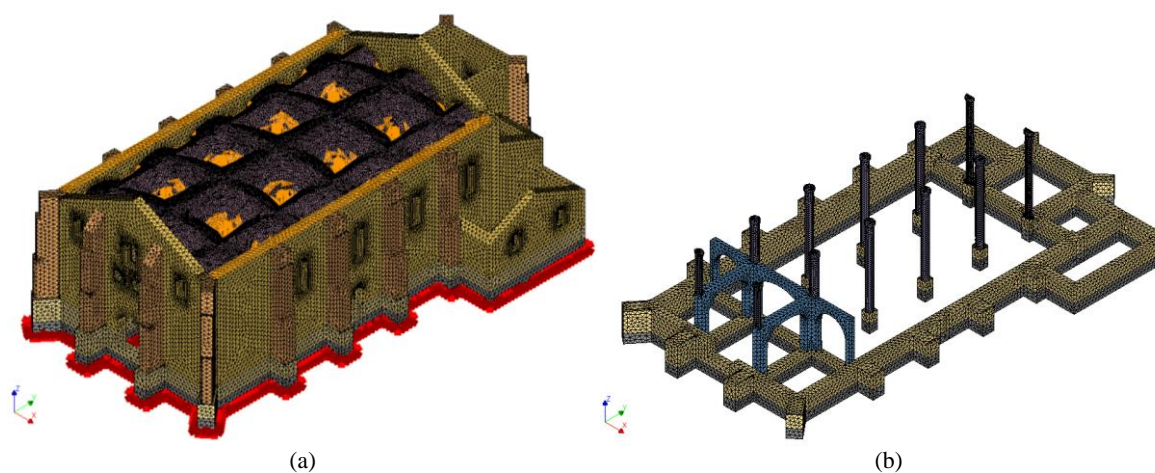


Figure 10. Mesh of the numerical model: (a) complete view; (b) view of the interior [source: authors].

In the nave, most structural elements evidence an external face of regular arranged granite blocks with mortar joints, although, at the roof level, is visible that at least the tympanums were built with smaller stones arranged in a more irregular form. Thus far, no material characterization was carried out, therefore two types of materials properties were adopted, as shown in Table 2. The walls, tympanums, buttresses, arches, and foundations (thicker elements) were assigned a set of properties similar to the ones of regular granite masonry, while for the columns and rib vault (slender elements) were adopted finer properties, corresponding to ashlar granite, as found in literature [5], [6].

In this exploratory phase of the model, different conditions and scenarios are being studied, through preliminary linear and nonlinear phased analysis. The base model (M0) corresponds to the one described so far, being the connections between perimetral walls and rib vault and

the latter and the columns assumed continuous. A second model (M1) was developed to explore the influence of the connections between the rib vault and the perimetral west and east walls (adjacent to the triumphal arch), since there is damage concentration on these areas. Modal and linear static analyses were carried out with these models to understand the influence of the connections. The connections between shells were modelled as 3D line interfaces, following a Coulomb friction model, with normal stiffness, k_n , of 0.003 MPa/mm and shear stiffness, k_s , of 0.004, cohesion of 0.03 N/mm², friction angle of 30°, dilatancy angle of 2°, and a tension cut-off of 0.3 N/mm² [6], [7].

Table 2. Summary of materials used in the model

| Material | Element | Density (kg/m ³) | E (GPa) | ν | f_c (MPa) | f_t (MPa) | G_f (N/mm) | G_c (N/mm) |
|-------------------------|--|---------------------------------|------------|-------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Regular granite masonry | Walls, buttresses, foundations, arches | 2000 | 1.50 | 0.20 | 2.60 | 0.26 | 0.05 | 4.16 |
| Granite ashlar masonry | Columns and rib vault | 2200 | 2.40 | 0.20 | 5.80 | 0.58 | 0.05 | 9.28 |

A phased analysis, with nonlinear static analyses, was carried out, considering two constructive moments of the church. The first one (Phase 1) being the present configuration plus the existence of two annexes built in continuity with the west façade (main façade), and the second one (Phase 2) corresponding solely to the present configuration (without the annexes). These annexes were demolished around 1950, as part of conservations works. The phased analysis allows the assessment of the impact of the architectural alteration, and if further studies need to include this simulation or not.

5.2 Results

A summary of the preliminary findings is presented next. Figure 11 shows the first frequencies and modal shapes obtained for the base model M0. The first mode (Mode 1) corresponds with a predominant translational movement of the walls of the nave in the y direction, with a modal frequency of 2.92 Hz. The second mode (Mode 2) describes a local mode of the out-of-plane movement of the vault and interior columns, with a frequency of 4.38 Hz. The third mode (Mode 3) concerns again the longitudinal walls of the nave but it is anti-symmetric.

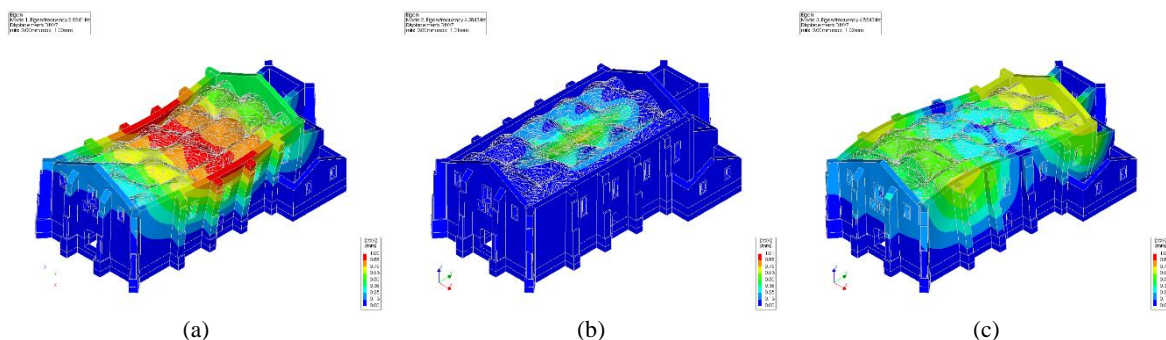


Figure 11. Modal shapes of the base model M0: (a) Mode 1- mostly transversal shape; (b) Mode 2 – local mode of the out-of-plane deformation of the vault and columns; (c) Mode 3 – anti-symmetrical transversal shape [source: authors].

Figure 12 presents the total deformations of the base model M0 and model M1, which in general do not portray significant differences, being maximum deformation located at the vault, with the values 7.09 mm and 7.10 mm. The most visible difference is the spreading out of the larger deformations towards the perimetral walls, which could have an influence on the assessment of current visible damage.

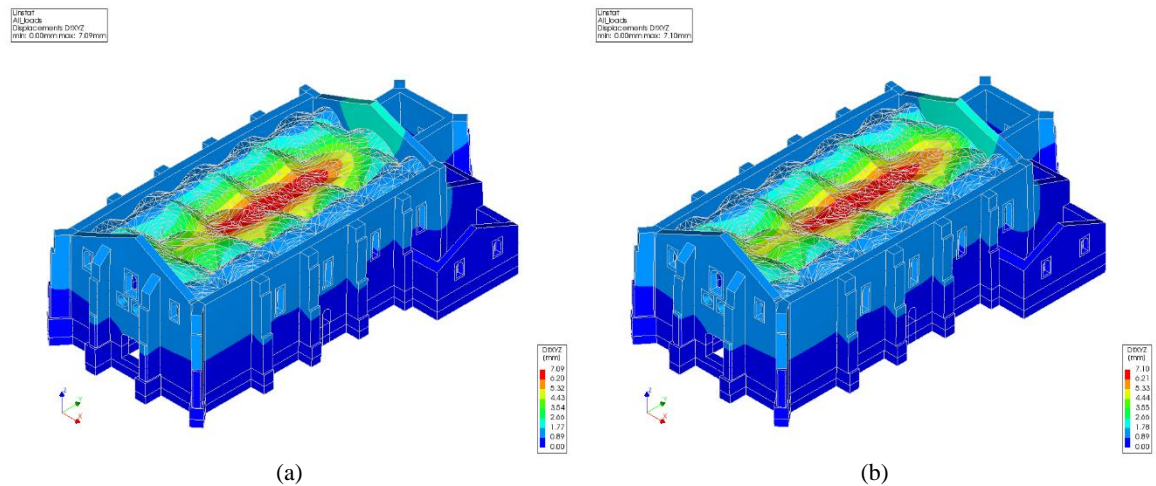


Figure 12. Total deformations: (a) base model M0; (b) model with interfaces M1 [source: authors].

The nonlinear phased analysis was carried out for a load factor of 1, considering all the permanent loads and interfaces described previously. No significant cracking was observed, except for the top of the columns, which were already cracked during Phase 1. Figure 13 shows the distribution of the principal strain in tension (ϵ_1), for Phases 1 and 2, which varies from $-6.42E-05$ to $6.03e-04$, and $-6.41E-05$ to $6.07e-04$, respectively. For better understanding of the distribution, the vault was removed. There is no significant increment or change on the distribution of strains from one phase to the other.

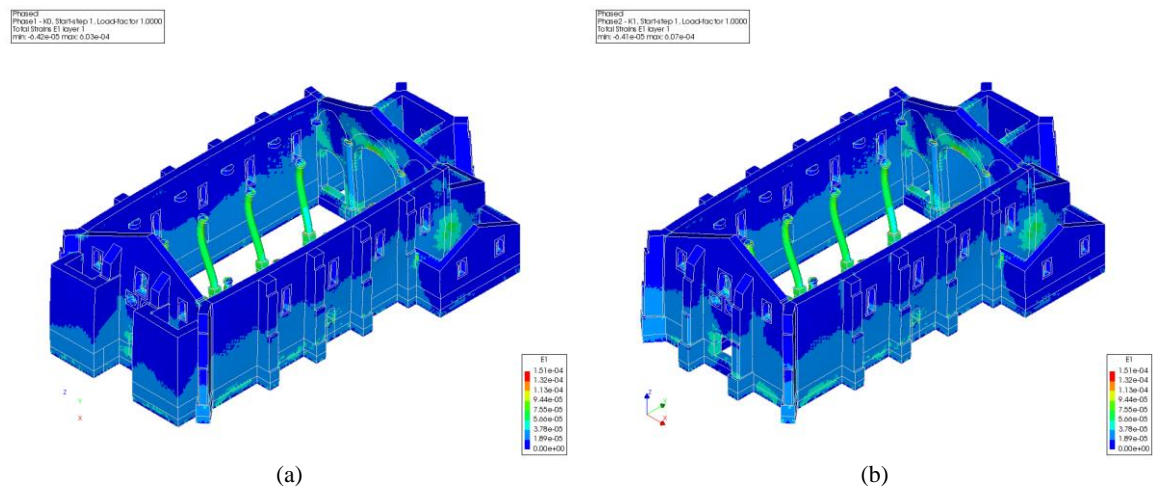


Figure 13 : Distribution of the principal strain in tension (a) Phase 1; (b) Phase 2 [source: authors].

6. Conclusions

Through the case study presented, it was possible to demonstrate the feasibility of the SIAP project, which is ongoing and will contribute directly to the optimization of resources dedicated to heritage assets maintenance.

The wireless monitoring system is fully operational and will enable a better control over the evolution of the existing damage. Data can be later integrated in the numerical model.

Transitioning from a cloud point model to a finite element model requires several steps, being the main output the CAD model that describes a simplified structural geometry. As expected, this transition revealed to be time consuming, with great computational cost and

highly dependent on manual control, which can be a setback when aiming at a large-scale application. Future implementation will benefit from semi-automated construction of CAD models from point clouds, and from a smoother transition and integration between CAD/BIM models and SIM models.

The development of the numerical model enables the analysis of different scenarios, regarding possible hazards affecting the structure and impact of constructive alterations. Preliminary results, point out that modelling the connections might be a necessity and a sensitivity analysis considering different properties for the interfaces is advisable. Regarding the phased analysis, it was possible to conclude that the removal of the annexes probably had low impact on the structural performance of the church. A seismic analysis must be carried out to better clarify this matter.

Future developments should include material characterization through non-destructive testing and ambient vibration tests to calibrate the model material properties and levels of connectivity between elements.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the National Agency for Administrative Modernization for funding the work presented in this paper. They also would like to acknowledge the direct or indirect contributions of the members of the research groups involved in the SIAP project.

References

- [1] SIAP, “Homepage SIAP.” <https://siaponline.pt/> (accessed Aug. 31, 2022).
- [2] SIPA, “Igreja Paroquial de Freixo de Espada-à-Cinta / Colegiada de Freixo de Espada-à-Cinta / Igreja de São Miguel,” 2016. http://www.monumentos.gov.pt/Site/APP_PagesUser/SIPA.aspx?id=1070 (accessed Aug. 31, 2022).
- [3] Archeo’ Estudos, “Sondagens arqueológicas na Igreja de S. Miguel Freixo de Espada à Cinta. Relatório Final (in Portuguese),” Freixo de Espada à Cinta, 2014.
- [4] R. Ramírez, N. Mendes, and P. B. Lourenço, “Diagnosis and seismic behavior evaluation of the church of São Miguel de Refojos (Portugal),” *Buildings*, vol. 9, no. 6, 2019, doi: 10.3390/BUILDINGS9060138.
- [5] MIT, *Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (in Italian)*. 2019, pp. 1–337.
- [6] C. Almeida, “Análise do comportamento da Igreja do Mosteiro da Serra do Pilar sob a Ação dos Sismos,” Faculty of Engineering of University of Porto, 2000.
- [7] C. Costa, A. Arêde, A. Costa, E. Caetano, A. Cunha, and F. Magalhaes, “Updating Numerical Models of Masonry Arch Bridges by Operational Modal Analysis,” *Int. J. Archit. Herit.*, vol. 9, no. 7, pp. 760–774, 2015, doi: 10.1080/15583058.2013.850557.

The reuse and reliving of space in architectural heritage. Proposal for intervention in Tabacalera, Valencia.

Graziella Bernardo _ Universitat degli Studi della Basilicata, Matera, Italy, graziella.bernardo@unibas.it, (via Lanera, 20, 75100 Matera).

Luis Manuel Palmero Iglesias _ Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, lpalmero@csa.upv.es, (Camino de Vera, s/n 46022 Valencia)

Abstract: Architectural heritage, especially built heritage in use, presents us with a series of very interesting readings in terms of future interventions that can be effective alternatives to different uses that have not been thought of in their original state. Interventions are always a possible alteration to a space, monument or construction that must be considered from the side of conservation, synthesis and the critical state of the current state, all raised with an order that responds to many considerations, whether these are spatial, social, functional, constructive and practical. This article proposes the closure of a space in order to be able to carry out activities related to the functioning of the building itself. This proposal to cover one or both courtyards of the modernist building known as Tabacalera gives the opportunity to inhabit an area that is currently a mere passageway. The compatibility of materials between new materials and those of origin gives at least an interesting idea as to possible solutions.

Keywords: spatial reuse, courtyards, architecture, modernism, tobacco factory

1. Introducción

Superada la convulsa primera mitad del siglo XIX, y con Gran Bretaña como principal impulsora, se generó en su metrópolis un entorno de estabilidad que permitió la creación de una Oficina Internacional de Exposiciones (BIE por sus siglas en inglés), que organizó la celebración en todo el mundo de eventos de gran envergadura. Estas ferias o acontecimientos recibieron el nombre genérico de exposiciones universales, mundiales o internacionales y tenían el fin primordial de promocionar la ciudad en que se celebraban con el objetivo de mostrar sobre todo los grandes avances tecnológicos y “las últimas expresiones aceptadas por la Academia del Arte”. Las exposiciones se clasificaban en dos categorías (Registradas y Reconocidas) y no pasaban de ser mega-ferias que también podían ser organizadas por una ciudad o país sin el patronazgo del BIE. La flexibilidad en su organización y desarrollo también alcanzaba a su duración, que podía extenderse desde tres semanas hasta seis meses.[1]

Aunque la Exposición Universal de Londres se celebró en 1851 como país precursor, ya en 1754 se había fundado allí la Royal Society of Arts of Manufacturers (RSAM) para el fomento de las actividades industriales y comerciales, que celebró dos años después la primera exposición industrial y agrícola de ámbito nacional. Las máquinas agrícolas premiadas en cada certamen se exponían de manera permanente en la sede de la RSAM. [2]. Durante la primera mitad del siglo XIX, las exposiciones fueron de carácter nacional, pero la tendencia aperturista derivó en la realización de la Exposición Universal en Londres en

1851, arriba mencionada. Uno de los elementos más significativos de aquel evento fue la estructura diseñada por el constructor de invernaderos Joseph Paxton, elemento constructivo reconocido en la historia como un elemento icono de la revolución industrial y de la época. El crecimiento exponencial de los expositores, que podían ser naciones o incluso empresas, motivó un punto de inflexión muy importante, ya que, el espacio reservado para la exposición siempre reunido en un solo gran edificio-contenedor que recogía a todos los participantes, evolucionase hacia un conjunto de edificios o pabellones que representaban a cada uno de los participantes. La ejecución de edificios aislados, por otra parte, solucionaba el problema que generaba el darle un uso posterior para otros fines a las grandes e importantes estructuras de la feria.[3]. La ejecución de edificios aislados derivó en el aprovechamiento de la arquitectura de los pabellones para representar a la nación, servicio o producto concreto expuesto, lo que acabó provocando que la arquitectura de los pabellones se convirtiera poco a poco en la verdadera protagonista de las exposiciones.

2. Las exposiciones regionales. Una muestra de progreso y evolución.

En 1909, en plena Restauración borbónica española, se celebró en Valencia la Exposición Regional, bajo el reinado de Alfonso XIII (1902-1923), que ciertamente no alteró el panorama de conspiraciones, algaradas, cuartelazos y huelgas que se venía desarrollando desde 1874. A principios del siglo XX permanecía vigente en España el sistema instaurado en 1876 denominado “*turno pacífico*” entre liberales y conservadores, si bien había alcanzado un punto de gran división entre ambos partidos que se agudizaba por otros aspectos coyunturales: el descontento de los militares tras la derrota de Cuba, el incremento de la conflictividad obrera y la presión nacionalista. A todo ello había que sumar el factor estructural del atraso económico y cultural. Así, surgió el regeneracionismo, que surgió como un movimiento que perseguía la renovación urgente de la vida política española como primer paso para solventar los problemas de la nación.

En 1901, Vicente Blasco Ibáñez publicó La Revolución de Valencia. La mayoría republicana en el Ayuntamiento de Valencia utilizó las ideas del este artículo para impulsar los planes urbanísticos de la ciudad como el denominado ensanche y reforma interior de la ciudad. Además, entre otras mejoras se encontraban la instalación de alumbrado eléctrico y la reforma de la infraestructura de aguas potables, así como la atención a la limpieza pública. Las consecuencias directas de esta nueva visión de regeneración se vieron plasmadas en proyectos como las obras del puerto de Valencia, el tren directo a Madrid y, sobre todo, la Exposición Regional Valenciana.

Las exposiciones regionales de Valencia, así como sus ferias, se celebraban anualmente en la Alameda, la orilla norte del río Turia. Una zona que, desde finales del siglo XVII, se convirtió en la zona de descanso de la alta burguesía. Para facilitar el acceso de los visitantes a las exposiciones, se construyó una pasarela provisional sobre el río Turia, donde más adelante se ubicaría la pasarela de la Exposición en 1909.

3. Exposición regional valenciana de 1867 a 1909

En el año 1867 se celebró la primera Exposición Regional en Valencia, cuyo tema fue la Agricultura, la Industria y las Artes, y se ubicó en el desamortizado Convento de San Juan de Ribera. La segunda Exposición se llevó a cabo el 24 de enero de 1883, llevada a cabo por la Sociedad de Amigos del País. El objetivo era coincidir con la feria de julio, una fecha festiva que alegraba la ciudad en plena estación estiva con atracciones y un paseo donde poder sociabilizar, dado que era solo la clase burguesa la única que podía permitirse unas

vacaciones fuera de la ciudad. Ese año, el tema fue, de nuevo, la Agricultura, Industria y Artes. La celebración de esta exposición se llevó a cabo en los jardines del Real y, gracias a ello, se reorganizó la planta de éste. [4]. Primeramente, en cuanto a la accesibilidad del recinto, se dispusieron de tres entradas, una de ellas la central. Por un lado, en el umbral se dispuso de una sección destinada a la vegetación y jardinería y, por otro lado, se ubicó un jardín con arbolado ordenado por parterres geométricos que se conectaba paisajísticamente con las dos colinas existentes. Esta modificación en la distribución de la planta dio lugar a una composición global diferenciada donde en el núcleo quedaban dos grandes edificios: “el Pabellón de la Industria Fabril” y el “Pabellón de los Productos Fabriles de vestir, mueblaje y decoración”. La feria de julio Valenciana, también llamada “Fira de Sant Jaume”, tuvo desde un comienzo una representación alejada de la religión, al igual que las exposiciones de la época, pese a que sus inicios estaban predeterminados al calendario hagiográfico. El argumento de las ferias era siempre elogiar el comercio y el progreso. Se celebraban en la Alameda (la zona de ocio de la alta burguesía) y para ello, se disponían de pabellones alineados a lo largo de la riera de río. Estos pabellones fueron cada vez aumentando de número y de tamaño, de tal modo que, en la feria de julio de 1871, por primera vez, se estableció en Valencia una pequeña ciudad momentánea de pabellones y barracones. Éstos correspondían a las entidades públicas y las sociedades burguesas y su ingreso estaba condicionado para las clases más pudientes de la ciudad.

En el año 1900 comenzaron a haber ciertas tensiones entre los organizadores del evento. Por una parte, la Junta de Feria del Ayuntamiento de Valencia quería limitar la extensión de la feria al recinto tradicional, la Alameda. Por otro lado, el Ateneo Mercantil y los comerciantes de las ciudades que extendieron la fiesta a las calles de Valencia. Al final, estos últimos decidieron actuar por iniciativa propia, introduciendo nuevos y variados espectáculos a lo largo de toda la ciudad. Este hecho a primera vista intrascendente, provocó que durante la celebración de la exposición de 1909 y 1910 se llevaran a cabo una serie de mejoras urbanas importantes que afectaron principalmente a la ciudad consolidada.



Figura 1. Planta aérea con el río Turia



Figura 2. Recinto ferial a modo de pequeña ciudad

La Exposición Regional del año 1909 de Valencia celebrada del 22 de mayo al 22 de diciembre, es el acontecimiento más importante a nivel social que ocurrió en Valencia en el siglo pasado. Su máximo impulsor fue Don Tomás Trénor Palavicino, quien supo promover el desarrollo y la modernización de la ciudad entre la sociedad civil y política, tuvo una gran importancia tanto al nivel de la industrialización como en el comercio. Estaba constituida por diferentes pabellones entre los que cabe señalar el de Agricultura, el Pabellón de la Diputación, el Palacio Municipal, el de los Reales Patrimonios, el Asilo de la Lactancia, el Teatro-Circo y la Fuente Luminosa, así como la intervención de sociedades de la región

valenciana con sus puntos de comercialización y exhibición. [5]. Motivó además la realización de numerosas mejoras urbanas, tales como la terminación del Camino de Tránsitos y la pavimentación mediante adoquinado de los de la Soledad y del Grao, así como el de muchas calles céntricas. También se urbanizaron y ajardinaron el Llano del Remedio y los terrenos junto a los Puentes del Real y del Mar. Esta Exposición fue la llamada “Exposición de las primeras veces”, gracias a las grandes propuestas que se lograron llevar a cabo. Entre éstas se pueden mencionar la aparición de la iluminación pública en las calles de la ciudad, los motores de explosión, el fonógrafo, el cine, nuevos desarrollos en la industria, el nuevo lenguaje modernista en la arquitectura, entre otras muchas más.[6].



Figura 3 Cartel de la Exposición Regional 1909



Figura 4. Conjunto ferial y pabellones



Figura 5. Palacio de la Industria y Bellas Artes



Figura 6. Palacio de la Industria (Tabacalera)

Actualmente, de la gran Exposición Valenciana de 1909, solo se mantienen conservados y en funcionamiento cinco edificios que formaron parte del certamen y no fueron destruidos una vez acabado. Estos cinco edificios son: el Asilo de Lactancia, el Palacio Municipal (conocido a día de hoy como el Palacio de la Exposición), el Palacio de Industria (edificio de la Tabacalera objeto de la propuesta de este artículo) junto con la Galería de Máquinas y la Sala de Motores.

4. Historia de la fábrica de tabacos

El Palacio de la aduana era la sede de la antigua fábrica de tabacos desde el año 1828 y a mediados de este siglo por problemas de fuertes olores generados, mayormente durante la maceración, alentó en la construcción de un nuevo edificio. Por ello, en la década de los años 1890, se inició la búsqueda de un nuevo emplazamiento de mayores dimensiones para albergar la nueva fábrica, el cual tuviera ventilación para evitar los olores y estuviera bien comunicado con el puerto de Valencia. El nuevo tratamiento en el lazo izquierdo del río Turia cumplía a la perfección los condicionantes para el desarrollo e implantación de la nueva fábrica de tabacos, por ello, a finales del siglo XIX se llevó a cabo la ejecución del

nuevo proyecto el cual cumplía todas condiciones generales, ubicación periférica, ventilación y abastecimiento de agua. Se tuvo especial interés y atención en el funcionamiento y disposición del emplazamiento ya que su primera función fue albergar la Exposición Regional de 1909, donde los espacios destinados para el nuevo complejo fabril se utilizaron, en el certamen, como sede del Palacio de la Industria. Antes de que fuera pública la organización de la gran Exposición Valenciana, Tomás Trénor, presidente del Ateneo Mercantil de Valencia, ya tenía en mente el utilizar el nuevo edificio para albergar en ella el certamen convirtiéndolo en el pabellón principal evitando así un gasto innecesario ya que cumplía todas las características requeridas necesarias: elegancia y distinción, un espacio de dimensiones consideradas y acceso y comunicación cómodos con la ciudad. [8]. Sin embargo, para hacer esto, fue necesario solicitar que el edificio se transfiriera temporalmente a su propietario, el Estado y el 8 de junio de 1908 se elevó una instancia solicitando la cesión del edificio desde el 1 de enero de 1909 hasta el 31 de julio de 1909. A cambio del ofrecimiento de construir un asilo de lactancia para hijos de cigarreras en terrenos adyacentes.

5. Composición arquitectónica y estilística

La fábrica de Tabacos se erigió bajo la dirección del arquitecto Ramón Lucini entre 1905 y 1909 a partir del proyecto llevado a cabo por el arquitecto Celestino Aranguren y los ingenieros Mauro Serret y Federico García Patton. Hasta 1913 no se llevó a cabo el cambio definitivo de las dependencias de la antigua fábrica. El edificio histórico, al haber tenido diferentes usos, se interpreta como la respuesta entre dos modelos de ordenación claramente diferenciados. Por un lado, se aprecia el modelo compacto de las tabacaleras del siglo XIX y, por otra parte, se contempla un esquema en planta más disgregado. Por ello, el complejo fabril se implantó como un híbrido entre las dos ideas de distribución donde resalta la importancia de la tendencia del estilo arquitectónico en la ciudad valenciana, el neomudéjar, que predomina en fachada con la ejecución de la construcción en ladrillo y la ordenación de los inmuebles en torno a grandes patios y la alineación de los talleres en torno a estos. La planta, de ordenación simétrica, debido a sus dimensiones excesivas de 120 m de fachada y 75 m de profundidad lo clasifican como el mayor edificio de su época. El conjunto del edificio presenta cierta rigidez debido a los impactantes muros de fábrica de ladrillo de sus fachadas de escasos vanos con un simple zócalo de piedra. Consta de tres pisos de gran altura y un ático más pequeño sobre el acceso principal. A partir de un eje longitudinal se puede observar en planta la simetría completa donde la puerta de entrada es el elemento que resalta en la fachada delantera. La gran puerta de arco de medio punto construida por dovelas de piedra caliza sobre un plano sencillo de ladrillo queda coronada con un reloj cualidad del modernismo.

El zaguán, a doble altura, que da acceso a las primeras dependencias de planta baja desemboca en un patio acristalado a modo de vestíbulo donde se puede acceder a la escalera principal que comunica con las diferentes plantas del complejo o bien a los dos lados contiguos donde encontramos los dos grandes patios que sirven de espacio de comunicación y distribución para los diferentes talleres junto con otras seis escaleras y corredores de paso. En el centro de la planta el edificio se localiza un bloque más sólido con dos patios de considerado tamaño. Finalmente, mediante la construcción simultánea de dos naves longitudinales se completó la fachada principal, las cuales estaban destinadas a trabajos complementarios de la producción central situadas cada una en los extremos del edificio principal dispuestas paralelamente. La planta se cerró con un edificio construido por dos vanos, de menores dimensiones, dispuestos perpendicularmente a las otras dos y situado en la fachada trasera de la Tabacalera.

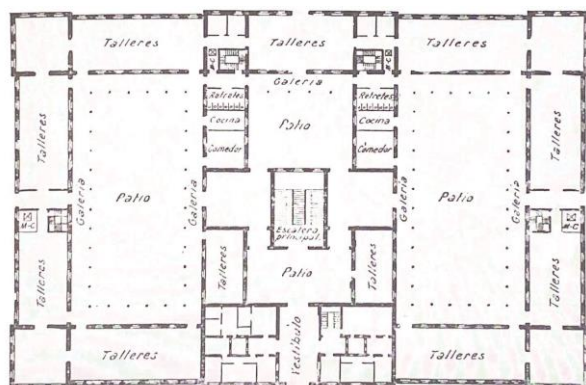


Figura 7. Planta de distribución del conjunto



Figura 8. Detalle de uno de los patios interiores

Seguidamente de la Exposición, el edificio fabril experimentó cambios debido a las limitaciones funcionales de su antiguo uso, siendo totalmente industrial. Los pisos superiores quedaban desatendidos al igual que los patios principales realizando intervenciones meramente funcionales sin respeto alguno del patrimonio.

Después el cierre del edificio en 2001, el estudio Carratalá Arquitectos llevó a cabo un proyecto de rehabilitación del inmueble para fomentar el uso del edificio como dependencias para la administración local. La obra comenzó en 2006 hasta su finalización en 2010. El proyecto desarrollado se centra, esencialmente, en una actuación integral sobre el espacio “originalmente ocupado por la Exposición”, el cual contiene la obra de un proyecto de urbanización de los espacios y la ejecución de un nivel subterráneo destinado para el aparcamiento e instalaciones. Se tiene en todo momento el respeto por la conservación y la restauración de los elementos originales dando una lectura completa de la intervención en su conjunto. En la rehabilitación se consiguen nuevas zonas para instalaciones, archivos y almacenes que surgen gracias al refuerzo realizado en cimentación y la construcción subterránea de un sótano bajo el edificio existente. Debido a la gran altura de las naves se logran altillos adicionales destinados para almacenaje e instalaciones donde se ubican bajo ellos salas y despachos acristalados preservando así las condiciones espaciales originales adaptando el sistema de oficina paisaje. [9]. La altura, todavía mayor, de las naves adyacentes permite construir una planta intermedia, pero manteniendo la percepción del espacio original en todo momento. Finalmente se consigue transformar el conjunto fabril en un lugar amable y adecuado para el trabajo recuperando los grandes patios como espacios de circulación y descanso. En conclusión, la fábrica de Tabacos de Valencia debido a sus originales propiedades y cualidades arquitectónicas conforman un elemento importante para el testimonio de nuestra ciudad. Es el mejor ejemplo de arquitectura industrial de Valencia, y tratando en aspectos de funcionalidad y calidades de construcción uno de los más significativos de España.

6. Propuesta de intervención en patios

El edificio de la Tabacalera consta de dos patios principales donde tras la rehabilitación de 2010 se encuentran ahora las diferentes dependencias destinadas para servicios técnicos municipales del Ayuntamiento de Valencia. En dicha intervención, los patios laterales cambiaron radicalmente al convertirlos en espacios ajardinados, con fuentes, bancos e iluminación propia, añadiendo a su vez una mejor accesibilidad integrando escaleras y ascensores panorámicos, diseñados adaptando la métrica y materialidad definida en el espacio urbano. La vegetación se contempla colorida, cambiante y exuberante en el patio este, al contrario que en el oeste siendo esta más austera, estática y aromática generando una

diferenciación clara, con el fin de que el usuario se oriente mejor entre los patios debido a su simetría, inspirándose en el pasado histórico de la ciudad, romano y musulmán. El pavimento ordena todos los demás elementos (jardinería, mobiliario, fuentes, papeleras...), mediante franjas paralelas de piedra u hormigón, relleno con adoquín cerámico el espacio entre ellas, según la estructura y composición del edificio: el ritmo producido por pilastras, machones y huecos, reforzado por la presencia de columnas de forja que sostienen las galerías de los patios. Destacan en los patios las columnas de fundición y las sencillas barandillas de forja, que contrastan con la dureza de los muros, aportando ligereza y ventilación a las comunicaciones horizontales. La relación y el estudio previo del edificio histórico ha sido fundamental para el posterior diseño de la cubierta, para llegar a un resultado que tenga tanto en cuenta el impacto visual desde el exterior como una percepción espacial integrada interior optimizando al máximo los elementos estructurales generando la mayor transparencia y permeabilidad posible. Con el objetivo de mejorar e impulsar el uso de la propiedad y garantizar su viabilidad en el paso del tiempo se propone realizar la intervención del cierre de los patios de los edificios históricos con la pretensión de dar un uso diferente y alternativo a estos espacios, una propuesta para diferentes usos dentro de las actividades actuales del mismo.

Analizando todo el marco histórico y los valores que representa un claustro totalmente abierto, para la ideación de la cubierta se ha diseñado una solución que visualmente ningún elemento estructural resalte y pueda distorsionar la percepción del espacio interior. Por ello, se trata de una cubierta que se aprecie como una envolvente en la que ningún elemento estructural destaca sobre otro solucionando así las dos grandes cuestiones a resolver, la sensación de libertad dentro del espacio y el techar el propio patio. El patio, comentado anteriormente, tiene una forma rectangular de 50 metros de largo y 25 metros de ancho y tiene una galería perimetral que sirve de circulación para acceder a las diferentes dependencias en las dos plantas, la cual se apoya sobre las columnas de fundición situadas cada cuatro metros en las dos direcciones.

En conclusión, la solución adoptada consiste en una cúpula formada por un entramado de barras de sección rectangular que se entrelazan generando finalmente una malla monocapa triangular dando lugar a una forma de media esfera rebajada que permite la máxima optimización de elementos estructurales siendo indeformable, estable y rígida. Con respecto a la forma de la estructura, la propuesta tomada de doble curvatura reduce los esfuerzos a flexión de los elementos que la forman, permitiendo realizar la cubierta con secciones de madera muy inferiores con respecto a otros diseños de estructura, tipo viga, que supondrían perfiles de mayor canto y una peor sensación visual. Los esfuerzos que transmite la estructura al edificio histórico, al ser una cúpula, se reparten de manera uniforme evitando apoyos puntuales, como en el caso de las vigas, que producirían empujes de cargas concentradas elevadas. Para poder llevar a cabo la unión estructural de la cubierta con el edificio existente se realiza mediante un zuncho de borde de hormigón armado, que se dispone de manera perimetral sobre los muros de carga. La función de este zuncho es absorber los esfuerzos horizontales de la estructura, de manera que los muros existentes no se ven de ningún modo afectados.

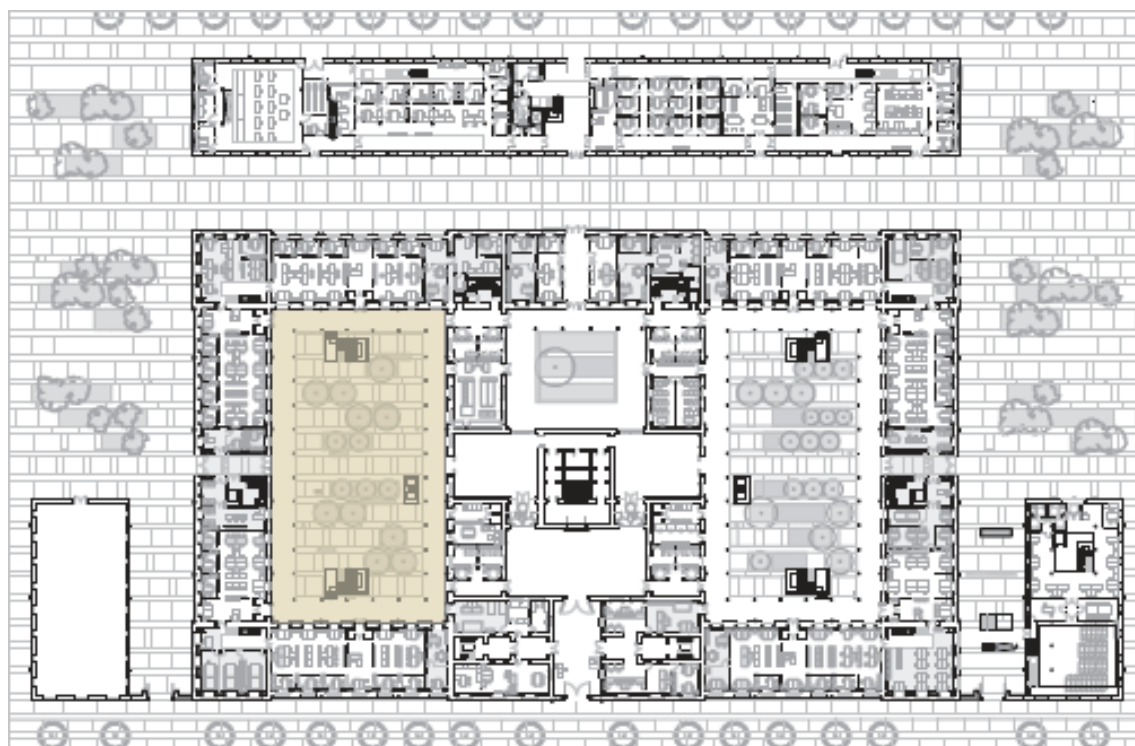


Figura 9. Planta de distribución del conjunto con la propuesta de intervención en uno de los patios



Figura 10. Diagrama de las diferentes monturas de vigas que conforman la propuesta estructural final

7. Cubierta con placas policarbonato celular y estructura de madera laminada

Al exterior, en el caso de las placas de policarbonato celular dispondremos de dos tipos de cintas: la cinta ciega, colocada en la parte superior, garantizando la estanqueidad del agua dejándolo impermeable en todo su conjunto y evitando problemas de humedades; cinta microperforada en la parte inferior para que en el caso de que entre la humedad pueda transpirar y no se condense.

Mediante unos perfiles, también de PVC y unos tornillos estancos con arandelas de neopreno, quedan las diferentes planchas fijadas en la estructura de madera.

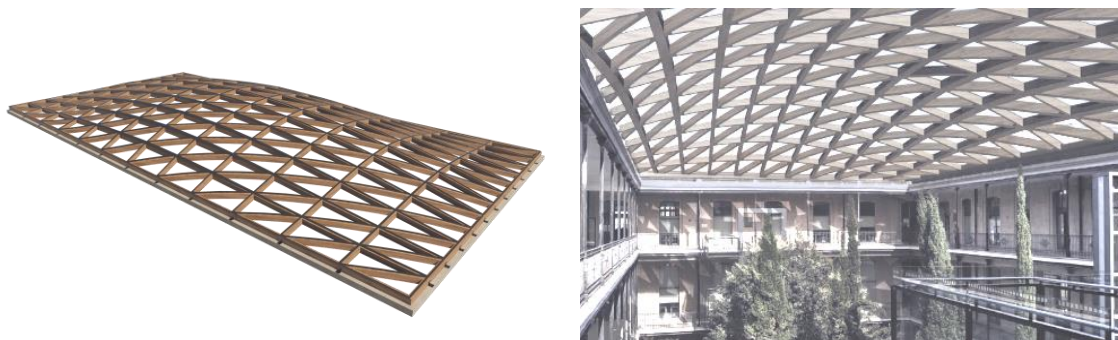


Figura 11 y 12. Modelo estructural y simulación “*in situ*” de la propuesta final

8. Conclusiones

La conservación del patrimonio arquitectónico no consiste solamente en que el monumento perdure a lo largo del tiempo, sino que es un conjunto de acciones que tienen como finalidad impedir el deterioro patrimonial y cultural del inmueble tanto por su importancia física y material como su significado histórico y simbólico.

Por ello, a la hora de intervenir en una obra de esta condición, hay que considerar el grado de autenticidad y realizar un previo análisis teórico del edificio para poder concebir sus valores y la historia que ha vivido para posteriormente poder actuar con criterio. Acorde con la metodología mencionada, el desarrollo de la actuación comprende una fase previa de búsqueda e investigación, tanto gráfica como de análisis del edificio, y una segunda fase de ideación de proyecto y ejecución. Así pues, previamente a cualquier tipo de intervención o actuación patrimonial, se tienen que saber identificar todos estos valores que otorgan la esencia del edificio. Esta noción de la conservación y la forma de actuar en el patrimonio nos traslada irremediabilmente a tres grandes postulados que nos han precedido a lo largo del tiempo en la arquitectura y en la restauración:

El primero de ellos es de Viollet-le-Duc: “Restaurar un edificio significa restablecerlo en un grado de integridad que pudo no haber tenido jamás” donde lo importante es la capacidad de rehacer una obra inacabada e impone como meta la unidad formal y estilística.

John Ruskin: “Restaurar un monumento es destruirlo para crear falsas copias e imitaciones”. Este postulado defiende la no intervención del patrimonio y el conservacionismo con un buen mantenimiento y las técnicas necesarias para que el edificio perdure en el tiempo.

Camilo Boito y sus axiomas en la restauración y conservación, que se han convertido en unas leyes que se encuentran en un punto medio entre el intervencionismo de Viollet-le-Duc y la no intervención de Ruskin.

En la propuesta de actuación en el edificio de la Tabacalera se ha combinado en todo momento el respeto hacia el grado de autenticidad del propio edificio -para así mantener sus valores históricos y culturales- con la búsqueda de una propuesta de intervención que sea respetuosa con el principio de mínima intervención, lo que se pone de manifiesto, en primer lugar, en la sobrecarga ejercida con el muro existente de ladrillo, en segundo lugar en la integridad de la cubierta en su conjunto y, por último, la reversibilidad del proyecto siendo sencillo el proceso de montaje y desmontaje sin dañar el edificio.

Referencias

[1,3,5] Vegas López Manzanares, F. (2010). "La Arquitectura de la Exposición Regional Valenciana de 1909 y de la Exposición Nacional de 1910" ETSA.ISBN84-933044-3-3.

[2,4] Sánchez Romero, M. (2009) "La Industria Valenciana en torno a la Exposición Regional de 1909" < <https://riunet.upv.es/handle/10251/7029> > (23/06/2021)

[6] Basquet Mimó, Jaume (2016) "Exposiciones regionales valencianas", < <http://almadeherrero.blogspot.com/2016/06/exposiciones-regionales-valencianas.html>> (20/03/2021)

[7] Historia y tradiciones (2019) "La historia de la Exposición Regional Valenciana de 1909", < <https://www.valenciabonita.es/2016/05/22/la-historia-de-la-exposicion-regional-valenciana-de-1909/>> (21/04/2021)

[8] Castaneda, Carolina (2015) "Las fábricas de tabacos en España: proyectos y fundaciones fabriles de la Universal Administración a Tabacalera S.A. (1731-1945)", < https://oa.upm.es/47776/6/CAROLINA_CASTANEDA_LOPEZ_02.pdf > (14/05/2021)

[9] Carratalá Arquitectos (2010) " Rehabilitación de la antigua fábrica de tabacos para dependencias municipales (Valencia)", <<https://www.carratalaarquitectos.es/tabacalera/>> (04/06/2021)

Castro, Fernando (2019) "Dejar entrar la luz, 17 proyectos con policarbonato" , < <https://www.archdaily.com/874215/let-light-in-17-projects-using-polycarbonate>> (28/08/2021)

Figura 1. Plano de situación del entorno ferial. Fuente: Biblioteca valenciana. (Archivo, junio,2022)

Figura 2. Plano nueva ubicación del conjunto ferial y organización pabellones donde toma forma el conjunto en base a la concentración de pabellones independientes. Biblioteca valenciana, (Ídem anterior)

Figura 3. Cartel de promoción realizado por Vicente Climente, (1872-1923) la Exposición Regional Valenciana de 1909. (Biblioteca Valenciana, archivo)

Figura 4. Vista parcial de la Exposición Regional Valenciana de 1909. (Biblioteca Valenciana, archivo).

Figura 5. Palacio de la Industria y Bellas Artes en la Exposición Nacional en Valencia. (Biblioteca Valenciana, archivo).

Figura 6. Fachada principal del Palacio de Industrias, Tabacalera. Postales Sento..

Figura 7. Planta de distribución del Palacio de Industrias, actual Tabacalera. (Fernando Vegas).

Figura 8. Foto patio interior. Fotografía de los autores.

Figura 9. Planta de distribución con la propuesta de intervención. Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de las diferentes vigas que conforman la estructura final. (Elaboración propia).

Figuras 11 y 12. Imagen realista de la propuesta de intervención. (Elaboración propia)

