



unione italiana disegno

# **CONNETTERE** **CONNECTING**

un disegno per annodare e tessere  
drawing for weaving relationships

*Linguaggi Distanze Tecnologie*  
*Languages Distances Technologies*

42° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2021  
42<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2021

a cura di/edited by

Adriana Arena  
Marinella Arena  
Domenico Mediatì  
Paola Raffa

**FrancoAngeli** OPEN  ACCESS

**diségno**

direttore Francesca Fatta

La Collana accoglie i volumi degli atti dei convegni annuali della Società Scientifica UID - Unione Italiana per il Disegno e gli esiti di incontri, ricerche e simposi di carattere internazionale organizzati nell'ambito delle attività promosse o patrocinate dalla UID. I temi riguardano il Settore Scientifico Disciplinare ICAR/17 Disegno con ambiti di ricerca anche interdisciplinari. I volumi degli atti sono redatti a valle di una *call* aperta a tutti e con un forte taglio internazionale.

I testi sono in italiano o nella lingua madre dell'autore (francese, inglese, portoghese, spagnolo, tedesco) con traduzione integrale in lingua inglese. Il Comitato Scientifico internazionale comprende i membri del Comitato Tecnico Scientifico della UID e numerosi altri docenti stranieri esperti nel campo della Rappresentazione.

I volumi della collana possono essere pubblicati sia a stampa che in *open access* e tutti i contributi degli autori sono sottoposti a *double blind peer review* secondo i criteri di valutazione scientifica attualmente normati.

## Comitato Scientifico / Scientific Committee

Giuseppe Amoruso *Politecnico di Milano*  
Paolo Belardi *Università degli Studi di Perugia*  
Stefano Bertocci *Università degli Studi di Firenze*  
Mario Centofanti *Università degli Studi dell'Aquila*  
Enrico Cicalò *Università degli Studi di Sassari*  
Antonio Conte *Università degli Studi della Basilicata*  
Mario Docci *Sapienza Università di Roma*  
Edoardo Dotto *Università degli Studi di Catania*  
Maria Linda Falcidieno *Università degli Studi di Genova*  
Francesca Fatta *Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria*  
Fabrizio Gay *Università IUAV di Venezia*  
Andrea Giordano *Università degli Studi di Padova*  
Elena Ippoliti *Sapienza Università di Roma*  
Francesco Maggio *Università degli Studi di Palermo*  
Anna Osello *Politecnico di Torino*  
Caterina Palestini *Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara*  
Lia Maria Papa *Università degli Studi di Napoli "Federico II"*  
Rossella Salerno *Politecnico di Milano*  
Alberto Sdegno *Università degli Studi di Udine*  
Chiara Vernizzi *Università degli Studi di Parma*  
Ornella Zerlenga *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"*

## Componenti di strutture straniere

Caroline Astrid Bruzelius *Duke University - USA*  
Pilar Chfás *Universidad de Alcalá - Spagna*  
Frank Ching *University of Washington - USA*  
Livio De Luca *UMR CNRS/MCC MAP Marseille - Francia*  
Roberto Ferraris *Universidad Nacional de Córdoba - Argentina*  
Glaucia Augusto Fonseca *Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasile*  
Pedro Antonio Janeiro *Universidade de Lisboa - Portogallo*  
Jacques Laubscher *Tshwane University of Technology - Sudafrica*  
Cornelie Leopold *Technische Universität Kaiserslautern - Germania*  
Juan José Fernández Martín *Universidad de Valladolid - Spagna*  
Carlos Montes Serrano *Universidad de Valladolid - Spagna*  
César Otero *Universidad de Cantabria - Spagna*  
Guillermo Peris Fajarnes *Universitat Politècnica de València - Spagna*  
José Antonio Franco Taboada *Universidade da Coruña - Spagna*  
Michael John Kirk Walsh *Nanyang Technological University - Singapore*

# FrancoAngeli

## OPEN ACCESS

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma FrancoAngeli Open Access (<http://bit.ly/francoangeli-oa>). FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli ne massimizza la visibilità e favorisce la facilità di ricerca per l'utente e la possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più:

[http://www.francoangeli.it/come\\_pubblicare/pubblicare\\_19.asp](http://www.francoangeli.it/come_pubblicare/pubblicare_19.asp)

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio "Informatemi" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

# **CONNETTERE CONNECTING** un disegno per annodare e tessere drawing for weaving relationships

*Linguaggi Distanze Tecnologie*  
*Languages Distances Technologies*

42° CONVEGNO INTERNAZIONALE  
DEI DOCENTI DELLE DISCIPLINE DELLA RAPPRESENTAZIONE  
CONGRESSO DELLA UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
ATTI 2021  
42<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE  
OF REPRESENTATION DISCIPLINES TEACHERS  
CONGRESS OF UNIONE ITALIANA PER IL DISEGNO  
PROCEEDINGS 2021

Reggio Calabria | Messina 16-17-18 settembre 2021

a cura di/edited by

Adriana Arena  
Marinella Arena  
Domenico Mediatì  
Paola Raffa



#### Comitato Scientifico / Scientific Committee

Giuseppe Amoruso Politecnico di Milano  
Fabio Basile Università di Messina  
Paolo Belardi Università di Perugia  
Stefano Bertocci Università di Firenze  
Mario Centofanti Università dell'Aquila  
Enrico Cicalò Università di Sassari  
Daniele Colistra Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Antonio Conte Università della Basilicata  
Gabriel Defranco Universidad Nacional de La Plata  
Mario Docci Sapienza Università di Roma  
Edoardo Dotto Università di Catania  
Maria Linda Falcidieno Università di Genova  
Francesca Fatta Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Ángela García Codoñer Universitat Politècnica de València  
Juan Francisco García Nofuentes Universidad de Granada  
Fabrizio Gay Università IUAV di Venezia  
Gaetano Ginex Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Andrea Giordano Università di Padova  
Massimo Giovannini Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Marc Hemmerling Technology Arts Science Köln  
Mona Hess University of Bamberg  
Elena Ippoliti Sapienza Università di Roma  
Pedro Antonio Janeiro Universidade de Lisboa  
Fakher Kharrat Ecole Nationale d'Architecture de Tunis  
Cornelie Leopold Technische Universität Kaiserslautern  
Francesco Maggio Università di Palermo  
Roser Martínez Ramos Iruela Universidad de Granada  
Carlos Montes Serrano Universidad de Valladolid  
Pilar Chías Navarro Universidad de Alcalá  
Pablo José Navarro Esteve Universitat Politècnica de València  
Anna Osello Politecnico di Torino  
Spiros Papadopoulos University of Thessaly  
Caterina Palestini Università di Chieti-Pescara  
Lia Maria Papa Università di Napoli "Federico II"  
Rossella Salerno Politecnico di Milano  
Alberto Sdegno Università di Udine  
José Antonio Franco Taboada Universidad da Coruña  
Chiara Vernizzi Università di Parma  
Ornella Zerlenga Università della Campania "Luigi Vanvitelli"

#### Coordinamento Scientifico / Scientific Coordination

Gaetano Ginex Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Daniele Colistra Università Mediterranea di Reggio Calabria

#### Coordinamento Editoriale / Editorial Coordination

Paola Raffa Università Mediterranea di Reggio Calabria

#### Comitato Editoriale / Editorial Committee

Alessio Altadonna Università di Messina  
Adriana Arena Università di Messina  
Marinella Arena Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Domenico Mediatì Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Antonino Nastasi Università di Messina

I testi e le relative traduzioni oltre che tutte le immagini pubblicate sono stati forniti dai singoli autori per la pubblicazione con copyright e responsabilità scientifica e verso terzi. La revisione e redazione è dei curatori del volume.

The texts as well as all published images have been provided by the authors for publication with copyright and scientific responsibility towards third parties. The revision and editing is by the editors of the book.

ISBN digital version 9788835125891

#### Revisori / Peer Reviewers

Fabrizio Agnello Università di Palermo  
Piero Albisinni Sapienza Università di Roma  
Luis Agustin Hernandez Universidad de Zaragoza  
Giuseppe Amoruso Politecnico di Milano  
Adriana Arena Università di Messina  
Marinella Arena Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Pasquale Argenziano Università della Campania "Luigi Vanvitelli"  
Barbara Aterini Università di Firenze  
Fabrizio Avella Università di Palermo  
Alessandra Avella Università della Campania "Luigi Vanvitelli"  
Vincenzo Bagnolo Università di Cagliari  
Marcello Balzani Università di Firenze  
Laura Baratin Università di Urbino "Carlo Bo"  
Salvatore Barba Università di Salerno  
José Antonio Barrera Vera Universidad de Sevilla  
Cristiana Bartolomei Università di Bologna  
Carlo Battini Università di Genova  
Paolo Belardi Università di Perugia  
Stefano Bertocci Università di Firenze  
Marco Giorgio Bevilacqua Università di Pisa  
Carlo Biagini Università di Firenze  
Alessandro Bianchi Politecnico di Milano  
Carlo Bianchini Sapienza Università di Roma  
Fabio Bianconi Università di Perugia  
Enrica Bistagnino Università di Genova  
Antonio Bixio Università della Basilicata  
Maurizio Marco Bocconcin Politecnico di Torino  
Cecilia Bolognesi Politecnico di Milano  
Stefano Brusaporci Università dell'Aquila  
Massimiliano Campi Università di Napoli "Federico II"  
Marco Canciani Università di Roma Tre  
Cristina Cándito Università di Genova  
Mara Capone Università di Napoli "Federico II"  
Laura Carlevaris Sapienza Università di Roma  
Laura Carnevali Sapienza Università di Roma  
Marco Carpicci Sapienza Università di Roma  
Andrea Casale Sapienza Università di Roma  
Stefano Chiarenza Università di Napoli "Federico II"  
Pilar Chías Universidad de Alcalá  
Emanuela Chivoni Sapienza Università di Roma  
Massimiliano Ciammaichella Università IUAV di Venezia  
Maria Grazia Cianci Università di Roma Tre  
Enrico Cicalò Università di Sassari  
Giuseppina Cinque Università di Roma "Tor Vergata"  
Paolo Clini Università dell'Aquila  
Luigi Cocchiarella Politecnico di Milano  
Daniele Colistra Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Antonio Conte Università della Basilicata  
Carmela Crescenzi Università di Firenze  
Giuseppe D'Acunto Università IUAV di Venezia  
Pierpaolo D'Agostino Università di Napoli "Federico II"  
Mario Docci Sapienza Università di Roma  
Antonella di Luggo Università di Napoli "Federico II"  
Edoardo Dotto Università di Catania  
Tommaso Empler Sapienza Università di Roma  
Maria Linda Falcidieno Università di Genova  
Federico Fallavollita Università di Bologna  
Marco Fasolo Sapienza Università di Roma  
Francesca Fatta Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Maria Teresa Galizia Università di Catania  
Noelia Galvan Universidad de Valladolid  
Juan Francisco García Nofuentes Universidad de Granada  
Giorgio Garzino Politecnico di Torino  
Paolo Giandebaggi Università di Parma  
Gaetano Ginex Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Andrea Giordano Università di Padova

Massimo Giovannini Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Maria Pompeiana Iarossi Politecnico di Milano  
Manuela Incerti Università di Ferrara  
Carlo Inglese Sapienza Università di Roma  
Pedro Antonio Janeiro Universidade de Lisboa  
Sereno Marco Innocenti Università di Brescia  
Elena Ippoliti Sapienza Università di Roma  
Alfonso Ippolito Sapienza Università di Roma  
Fabio Lanfranchi Sapienza Università di Roma  
Mariangela Liuzzo Università di Enna "Kore"  
Massimiliano Lo Turco Politecnico di Torino  
Alessandro Luigini Libera Università di Bolzano  
Carlos Marcos Alba Universidad de Alicante  
Francesco Maggio Università di Palermo  
Federica Maietti Università di Ferrara  
Massimo Malagugini Università di Genova  
Maria Martone Sapienza Università di Roma  
Giovanna A. Massari Università di Trento  
Domenico Mediatì Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Giampiero Mele Università eCampus  
Valeria Menchetelli Università di Perugia  
Alessandro Merlo Università di Firenze  
Barbara Messina Università di Salerno  
Giuseppe Moglia Politecnico di Torino  
Cosimo Monteleone Università di Padova  
Carlos Montes Serrano Universidad de Valladolid  
Marco Muscoguri Politecnico di Milano  
Anna Osello Politecnico di Torino  
Alessandra Pagliano Università di Napoli "Federico II"  
Caterina Palestini Università di Chieti-Pescara  
Lia Maria Papa Università di Napoli "Federico II"  
Leonardo Paris Sapienza Università di Roma  
Sandro Parrinello Università di Pavia  
Maria Ines Pascariello Università di Napoli "Federico II"  
Giulia Pellegri Università di Genova  
Nicola Pisacane Università della Campania "Luigi Vanvitelli"  
Manuela Piscitelli Università della Campania "Luigi Vanvitelli"  
Paolo Piumatti Politecnico di Torino  
Paola Puma Università di Firenze  
Ramona Quattrini Università dell'Aquila  
Paola Raffa Università Mediterranea di Reggio Calabria  
Luca Ribichini Sapienza Università di Roma  
Andrea Rolando Politecnico di Milano  
Adriana Rossi Università della Campania "Luigi Vanvitelli"  
Daniele Rossi Università di Camerino  
Gabriele Rossi Politecnico di Bari  
Michela Rossi Politecnico di Milano  
Maria Elisabetta Ruggiero Università di Genova  
Michele Russo Sapienza Università di Roma  
Rossella Salerno Politecnico di Milano  
Antonella Salucci Università di Chieti-Pescara  
Cettina Santagati Università di Catania  
Salvatore Santuccio Università di Camerino  
Nicolò Sardo Università di Camerino  
Alberto Sdegno Università di Udine  
Giovanna Spadafora Università di Roma Tre  
Roberta Spallone Politecnico di Torino  
Maurizio Unali Università di Chieti-Pescara  
Graziano Mario Valenti Sapienza Università di Roma  
Rita Valenti Università di Catania  
Victor Hugo Velasquez Universidad Nacional de Colombia  
Chiara Vernizzi Università di Parma  
Daniele Villa Politecnico di Milano  
Marco Vitali Politecnico di Torino  
Andrea Zerbi Università di Parma  
Ornella Zerlenga Università della Campania "Luigi Vanvitelli"

Copyright © 2021 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate  
4.0 Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

11

Francesca Fatta  
Prefazione | Preface

## LINGUAGGI LANGUAGES

19

Sabrina Acquaviva  
Documentare la memoria storica.  
Linguaggi digitali per la gestione del patrimonio archeologico  
Documenting Historical Memory. Digital Languages to Manage  
the Archaeological Heritage

37

Alessio Altadonna, Adriana Arena  
I linguaggi della rappresentazione: i disegni della fontana di Orione a Messina  
tra il XVI e il XXI secolo  
The Languages of the Representation: the Drawings of the Orion Fountain  
in Messina between the 16<sup>th</sup> and the 21<sup>st</sup> Century

61

Marinella Arena, Daniele Colistra, Domenico Mediatì  
Arte e architettura. Teoria e prassi del meme dominante  
Art and Architecture. Theory and Practice of the Dominant Meme

85

Pasquale Argenziano  
Il disegno della città nelle tavole del De Nola.  
Metodi della rappresentazione e della tipografia  
City Drawing in De Nola's Tables.  
The Representation Methods and Typographic Analysis

103

Greta Attademo  
La rappresentazione dello spazio nei videogiochi  
The Representation of Space in Videogames

123

Martina Attenni, Alfonso Ippolito, Claudia Palmadessa  
Indispensabili Utopie: Jakov Georgievič Černichov  
Indispensable Utopias: Jakov Georgievič Černichov

141

Alessandra Avella  
Il disegno della città nelle tavole del De Nola.  
Analisi geometrico-dimensionale delle iconografie  
City Drawing in De Nola's Tables.  
Geometric-Dimensional Analysis of the Iconographies

159

Leonardo Baglioni, Marco Fasolo, Matteo Flavio Mancini, Sofia Menconero  
I sistemi evolutivisti nella ricerca della forma ideale  
Evolutionary Algorithms in the Search for the Ideal Form

179

Leonardo Baglioni, Marta Salvatore  
Andrea Pozzo e l'arte dei linguaggi scenici  
Andrea Pozzo and the Art of Scenic Languages

197

Piero Barlozzini, Laura Carnevali, Fabio Lanfranchi  
Dal rilievo all'analisi grafica della basilica  
di Santa Maria in Foro Claudio a Ventaroli  
From Surveying to Graphical Analysis of the Basilica  
of Santa Maria in Foro Claudio in Ventaroli

215

Cristiana Bartolomei, Cecilia Mazzoli, Caterina Morganti  
The Language of Rendering in Architectural Visualisations

225

Rachele Angela Bernardello, Andrea Momolo  
Connessioni figurative e informative tra lo spazio costruito  
e lo spazio pittorico  
Figurative and Informative Relations between the Built Space  
and the Pictorial Space

245

Paolo Barin, Devid Campagnolo, Alberto Langhin  
Testo, modello, diagramma: continuità e aggiornamento  
dei linguaggi per la rappresentazione  
Text, Model, Diagram: Representation as a Changing Language

261

Giovanni Caffio  
Atlante dei borghi solitari: il disegno per le micro-città d'Abruzzo  
Atlas of Lonely Towns: the Drawing for Abruzzo's Micro-Cities

285

Marco Canciani, Giovanna Spadafora, Paola Brunori, Francesca Laganà  
Il lessico formale dell'architettura storica:  
il caso del centro storico di Sambiasi  
The Formal Lexicon of Historic Architecture:  
the Case of the Historic Center of Sambiasi

307

Marco Canciani, Francesca Romana Stabile, Valentina Apostoli  
Linguaggi architettonici tra presente e passato:  
la borgata giardino del Pigneto  
Architectural Languages between Past and Present:  
the Garden City of Pigneto

329

Davide Carleo, Martina Gargiulo, Luigi Corniello, Michelangelo Scorpio,  
Giovanni Ciampi, Pilar Chías Navarro  
Il linguaggio dell'architettura funzionale e della memoria  
nel Parco del Retiro a Madrid  
The Language of Functional Architecture and Memory  
in the Retiro Park in Madrid

353

Marco Carpiceci, Antonio Schiavo  
La facciata della Basilica di San Pietro:  
connessioni tra Luigi Moretti e Alberto Carpiceci  
The Façade of St. Peter's Basilica:  
Connections between Luigi Moretti and Alberto Carpiceci

371

Matteo Cavaglià, Luigi Cocchiarella, Veronica Fazzina, Simone Porro  
Tracking Future Graphics Education through Virtual Dystopian Spaces

378

Gerardo Maria Cennamo  
Ermeneutica della rappresentazione:  
la preminenza del disegno nel confronto pluridisciplinare  
Representation's Hermeneutics:  
the Supremacy of the Drawing in the Multidisciplinary Comparison

394

Santi Centineo  
Da selezione a elezione: sintesi, antitesi e tesi  
nell'ideazione grafica di Buzzi  
From Selection to Election: Synthesis, Antithesis and Thesis  
in Buzzi's Graphic Ideario

414

Stefano Chiarenza  
L'illustrazione di moda tra arte, comunicazione e progetto  
Fashion Illustration between Art, Communication and Project

432

Pilar Chías Navarro, Tomás Abad  
La construcción de los paisajes del Palacio Real de Madrid,  
Siglos XVI-XX  
Planned and Built Landscapes Around the Palacio Real in Madrid,  
16<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup> Centuries

452

*Emanuela Chiavani, Sara Colaceci, Federico Rebecchini*  
Un disegno più vasto. Linguaggi, distanze & psicologie  
A Wider Drawing. Languages, Distances & Psychologies

472

*Maria Grazia Cianci, Daniele Calisi, Sara Colaceci, Matteo Molinari*  
Nuove e vecchie immagini della didattica: reale e virtuale  
New and Old Images of Teaching: Real and Virtual

490

*Margherita Cicala*  
Approcci metodologici finalizzati alla conoscenza geometrica di torri e campanili  
Methodological Approaches Aimed at the Geometric Knowledge of Towers and Bell Towers

510

*Enrico Cicalò, Marta Pileri, Michele Valentino*  
Connessione tra saperi. Il contributo delle scienze grafiche nella ricerca in ambito medico  
Connecting Knowledge. The Contribution of Graphic Sciences to Medical Research

528

*Paolo Clini, Ramona Quattrini, Romina Nespeca, Renato Angeloni, Mirco D'Alessio*  
L'Adriatico come accesso alla cultura tangibile e intangibile dei porti: il Virtual Museum di Ancona  
Adriatic Sea as an Access to the Tangible and Intangible Culture of Ports: the Ancona Virtual Museum

548

*Sara Conte, Valentina Marchetti*  
Progettisti a fumetti: quando la nona arte parla di progetto  
Designers in Comics: When the Ninth Art Talks about Design

566

*Luigi Corniello, Gennaro Pio Lento, Angelo De Cicco*  
Codici, spazi, processi. I monasteri del Monte Athos  
Codex, Spaces, Processes. The Monasteries of Mount Athos

590

*Domenico Crispino, Luigi Corniello*  
L'armonia del linguaggio dei Giardini Paesaggistici nell'Europa di fine '700  
The Harmony of Language in Landscape Gardens in Late 18<sup>th</sup> Century Europe

608

*Valeria Croce, Gabriella Caroti, Livio De Luca, Andrea Piemonte, Philippe Véron, Marco Giorgio Bevilacqua*  
Tra Intelligenza Artificiale e H-BIM per la descrizione semantica dei beni culturali: la Certosa di Pisa  
Artificial Intelligence and H-BIM for the Semantic Description of Cultural Heritage: the Pisa Charterhouse

626

*Caterina Cumino, Martino Pavignano, Ursula Zich*  
Proposta di un catalogo visuale di modelli per lo studio della forma architettonica tra Matematica e Disegno  
Visual Catalog of Models for the Study of Architectural Shapes between Mathematics and Drawing: a New Proposal

646

*Gabriella Curti*  
Sul linguaggio grafico di sintesi: segni e simboli nel mondo reale e virtuale  
Innovation in Language: Signs and Symbols in the Real World and Virtual Reality

662

*Massimo De Paoli, Luca Ercolin*  
I Colomba e i Reti: la decorazione a stucco nella chiesa delle Grazie in Brescia  
The Colomba and the Reti: Plaster Decorations in the Church of Delle Grazie in Brescia

680

*Tommaso Empler, Adriana Caldarone, Elena D'Angelo*  
Una Roma in cui giocare: ricostruzioni 3D e serious games dalla pianta del Nolli  
A Rome to Play in: 3D Reconstructions and Serious Games from Nolli Plant

700

*Cristian Farinella, Raissa Garozzo, Lorena Greca, Martino Pavignano, Jessica Romor*  
Connettere per conoscere e comunicare: sviluppi dell'applicazione UID 3.0  
Connecting to Know and Communicate: Development of the UID 3.0 Application

722

*Cristian Farinella, Lorena Greco*  
Il linguaggio grafico di Hugh Ferriss tra chiaroscuro e illustrazione 3D  
The Graphic Language of Hugh Ferriss between Chiaroscuro and 3D Illustration

740

*Mariateresa Galizia, Graziana D'Agostino, Andrés Payà Rico, Giuseppe Maria Spera*  
The Castle of Mussomeli (CL) and its Stables: an Educational and Connecting Space between Local Historical Heritage Sites

749

*Francesca Gasparetto, Laura Baratin*  
Open Conservation: tecniche di rappresentazione a supporto dell'iter conservativo  
Open Conservation: Representation Techniques to Support the Conservative Process

765

*Paolo Giordano*  
Il disegno di restauro  
The Restoration Drawing

783

*Manuela Incerti, Paola Foschi*  
Pietro Fiorini e la prospettiva su Bologna  
Pietro Fiorini and the Perspective on Bologna

805

*Carlo Inglese, Roberto Barni, Marika Griffò*  
3D Archeolandscape. Pantalica rupestre  
3D Archeolandscape. Rupestrian Pantalica

825

*Sereno Innocenti*  
"Abitare con sé stessi". Dalla stanza sull'albero al Casello RAV (Reparto Alta Velocità) di Manerba del Garda (BS)  
"Living With Yourself". From the Tree Room to the Toll Booth RAV (High Speed Department) in Manerba del Garda (BS)

841

*Pedro António Janeiro*  
A Heurística do Desenho e a sua Aparente Lateralidade à Arquitectura: Meadas, nós e novelos  
The Heuristic of Drawing and its Apparent Laterality to Architecture: Hanks, Knots and Balls of Yarn

859

*Gennaro Pio Lento, Fabiana Guerriero, Luigi Corniello, Pedro António Janeiro*  
Linguaggi architettonici ed esoterici per la rappresentazione della Quinta da Regaleira a Sintra  
Architectural and Esoteric Languages for the Representation of the Quinta da Regaleira in Sintra

879

*Alessandro Luigini*  
Riviste scientifiche nel settore ICAR17: analisi quantitativa delle keywords e dei temi di ricerca  
Scientific Journals in ICAR17: Quantitative Analysis of Keywords and Research Topics

901

*Manuela Milone*  
From Detail to Project: House Caiozzo-Facciola

909

*Vincenzo Moschetti*  
Imago Sylvae. Strumenti di attraversamento e rappresentazione dello spazio selvatico  
Imago Sylvae. Instruments for Navigating and Representing the Wilderness

925

*Daniela Palomba, Simona Scandurra*  
La linea curva che avvolge lo spazio  
The Curved Line that Envelops the Space

945

*Domenico Pastore*  
Dalla superficie al volume. Un'indagine grafica del progetto Solidi di Cesare Leonardi  
From Surface to Solid. A Close Reading about Cesare Leonardi's Project Solids

963

*Anna Lisa Pecora*  
Il linguaggio grafico e gli indizi pittorici per una comunicazione inclusiva dello spazio  
Graphic Language and Pictorial Clues for an Inclusive Communication of Space

979

*Javier Peña Gonzalvo, Luis Agustín Hernández*  
Análisis y composición geométrica del frente norte de la capilla de San Miguel, la seo de Zaragoza  
Analysis and Geometric Composition of the North Front of the San Miguel Chapel, the Seo of Zaragoza

995

*Giulia Pettoello*  
Quando l'architettura è illustrazione: la comunicazione del progetto  
When Architecture is Illustration: Communicating the Project

1013

*Nicola Pisacane*  
Il disegno della città nelle tavole del De Nola.  
Analisi degli aspetti geografici e cartografici  
City Drawing in De Nola's Tables.  
Geographical and Cartographical Analysis Features



1029

Manuela Piscitelli

Il linguaggio grafico modernista nelle pagine di *Pencil Points*  
The Modernist Graphic Language in the Pages of *Pencil Points*

1047

Fabiana Raco

Le intenzioni di progetto. Disegno, rilievo e documentazione di luoghi della rappresentazione  
The Purpose of Design. Drawing, Survey and Documentation of the Places of Performance

1063

Luca Ribichini, Vito Rocco Panetta, Antonio Schiavo, Lorenzo Tarquini, Ivan Valcerca

Exedra: il disegno dello spazio romano tra geometria e percezione  
Exedra: Designing Space in Rome. Geometry and Perception

1085

Daniele Rossi

*Closer Than We Think*: visioni del futuro dell'alimentazione nelle illustrazioni di Arthur Radebaugh  
*Closer Than We Think*: Visions of the Future of Food in the Illustrations of Arthur Radebaugh

1105

Michele Russo

La prospettiva curiosa in acqua: un nuovo linguaggio anamorfico  
The Curious Perspective in Water: a New Anamorphic Language

1123

Marcello Scalzo

Riflessioni sul linguaggio grafico nei poster di Savignac  
Reflections on the Graphic Language of Savignac's Poster

1143

Alberto Sdegno, Silvia Masserano, Veronica Riavis

Tre chiese a Trieste: per un'analisi grafica comparativa  
Three Churches in Trieste: for a Comparative Graphic Analysis

1161

Francesco Stilo, Crystel Mamazza

Architettura sacra lungo le sponde del fiume Eufrate.  
Dura-Europos, il primo edificio di culto cristiano  
Sacred Architecture Along the Banks of the Euphrates River.  
Dura Europos, the First Building for Christian Worship

1179

Ana Tagliari, Wilson Florio

Le Corbusier's *Maisons Sans Lieu*. Reconstructive Redrawing.  
Digital and Physical Model of Unbuilt Architecture

1188

Ana Tagliari, Wilson Florio, Luca Rossato

The Representation of Staircases in the Architecture of Lina Bo Bardi

1198

Ilaria Trizio, Adriana Marra, Francesca Savini, Andrea Ruggieri

L'architettura vernacolare e i suoi linguaggi:  
verso un'ontologia dei centri storici minori  
The Vernacular Architecture and its Languages:  
Towards an Ontology of the Minor Historic Centres

1216

Pasquale Tunzi

La vulgarizzazione del disegno tecnico  
The Vulgarisation of Technical Drawing

1228

Francesca Maria Ugliotti, Anna Osello

Il disegno riscopre la sua intrinseca resilienza multidisciplinare  
Drawing Rediscovered its Intrinsic Multidisciplinary Resilience

1242

Maurizio Unali

Rappresentare significa innescare ibridazioni culturali: il caso *Light Show '60*  
To Represent Means Triggering Cultural Hybridizations: the Case *Light Show '60*

1256

Starlight Vattano

Distanze digitali nella danza disegnata. Schemi sulle coreografie dei *Ballets Russes*  
Digital Distances in the Drawn Dance. Schemas on the *Ballets Russes* Performances

1274

Marco Vitali, Concepción López González, Giulia Bertola, Fabrizio Natta

Percorsi cerimoniali e organizzazione distributiva nei palazzi barocchi torinesi.  
Palazzo Capris di Ciglié  
Ceremonial Ways and Distribution in the Baroque Palaces of Turin.  
Palazzo Capris di Ciglié

1294

Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo

La tecnologia *Polaroid* fra linguaggi e distanze.  
Una suggestione videografica per i tempi di Covid-19  
*Polaroid Technology between Languages and Distances*.  
A Video-Graphic Suggestion for the Covid-19 Times

## DISTANZE DISTANCES

1318

Marta Alonso Rodríguez, Noelia Galván Desvaux, Raquel Álvarez Arce

Apprendendo a mirar. La copia come metodologia de enseñanza en las asignaturas de dibujo durante el confinamiento  
Learning How to Watch. Copying as Learning Methodology in Drawing Courses During Confinement

1334

Paolo Belardi, Valeria Menchetelli, Giovanna Ramaccini

diDaD - disegno e Didattica a Distanza. Tre esperienze di rimediazione  
diDaD - Drawing and Distance Learning. Three Remediation Experiences

1352

Stefano Bertocci, Anastasia Cottini

Itinerari di Architettura Moderna a São Paulo, Brasile  
Modern Architecture Itineraries in São Paulo, Brazil

1370

Alessandra Bianchi

Ecosystems and Green Connections:  
Representation and Strategy for Cremona Landscape

1381

Rosario Giovanni Brandolino, Paola Raffa

L'ultra-distanza e l'epifenomeno della finitezza, tra distanza e Distanza  
Ultra-Distance and the Epiphenomenon of Finitude, between 'distance' and Distance

1397

Stefano Brusaporci, Pamela Maiezza, Alessandra Tata, Mario Centofanti

Ricostruire per riscoprire storie: la chiesa di S. Francesco a Piazza Palazzo all'Aquila  
Rebuilding to Rediscover Stories: the Church of S. Francesco in Piazza Palazzo, L'Aquila

1415

Cristina Cándito, Alessandro Meloni

Il contributo della rappresentazione alla percezione dell'architettura.  
Orientamento, connessioni spaziali e accessibilità  
The Contribution of Representation to the Perception of Architecture.  
Orientation, Spatial Connections and Accessibility

1435

Alessio Cardaci

Il disegno per l'infanzia al tempo della pandemia:  
l'esperienza del C.I. di Disegno, Arte e Musica di UniBg  
Drawing for Children in Pandemic Era:  
the Experience of the C.I. of Drawing, Art and Music of UniBg

1451

Laura Carnevali, Fabio Colonnese

Insegnare il disegno di architettura tra pandemia e semestralizzazione  
Teaching Architecture Drawing between Pandemic and Semi-Annualization

1471

Massimiliano Ciammaichella

Il disegno della danza. Notazione e controllo dello spazio performativo  
Drawing of the Dance. Notation and Performative Space Control

1489

Federico Gioli, Roberta Ferretti

L'asse urbano dal Duomo a Ponte Vecchio a Firenze:  
sistemi di attività affini e commercio su suolo pubblico  
The Urban Axis from Duomo to Ponte Vecchio in Florence:  
Commercial Activities Systems and Street Trading

1507

Alessandra Cirafici, Carlos Campos

L'occhio immobile di *Quad* che ferma il mondo  
*Quad's Motionless Gaze that Stops the World*

1525

Giuseppe D'Acunzio, Antonio Calandriello

Un 'disegno' alternativo: linguaggi, strumenti e metodologie di un'esperienza didattica ai tempi del Covid-19  
An Alternative 'Drawing': Languages, Tools and Methodologies of a Teaching Experience at the Time of Covid-19

1545

Saverio D'Auria, Lia Maria Papa

Connessioni (im)materiali per una rigenerazione sostenibile  
(IM)Material Connections for a Sustainable Regeneration

1563

Pia Davico

Connessioni tra città e immagini per tessere inediti legami sociali  
Connections between Cities and Images to Weave Unprecedented Social Links



1581

*Eleonora Di Mauro, Salvatore Damiano*

Disegnare il non costruito: la Caserma-Teatro G.I.L. di Luigi Moretti a Piacenza  
Drawing the Unbuilt: the Caserma-Teatro G.I.L. by Luigi Moretti in Piacenza

1601

*Edoardo Dotto*

Fuori luogo. Contatti uditivi tra Ottocento e Novecento  
Out of Place. Auditory Contacts between  
the Nineteenth and Twentieth Centuries

1615

*Maria Linda Falcidieno, Enrica Bistagnino, Alessandro Castellano,*

*Massimo Malagugini, Ruggero Torti, Maria Elisabetta Ruggiero*

*Modus in rebus*  
*Modus in Rebus*

1633

*Isabella Friso, Gabriella Liva*

Allentare le distanze: una esperienza didattica di fruizione espositiva virtuale  
Loosening Distances: an Educational Experience of Virtual Exhibition Fruition

1649

*Raissa Garozzo, Cettina Santagati*

Nuove prospettive sulla ferrovia Circumetnea:  
un viaggio tra archivi e rappresentazione digitale  
Novel Perspectives on the Circumetnea Railway:  
a Journey Across Archives and Digital Representation

1669

*Gaetano Ginex, Francesco Trimboli, Sonia Mercurio*

Il caso della città di Shibam nello Yemen del Sud.  
Conoscenza e monitoraggio avanzato del patrimonio culturale  
The Case of the City of Shibam in South Yemen.  
Knowledge and Advanced Monitoring of Cultural Heritage

1689

*Massimiliano Lo Turco, Elisabetta Caterina Giovannini, Andrea Tomalini*

Valorizzazione del patrimonio immateriale attraverso le tecnologie  
digitali: la Passione di Sordevolo  
Enhancing Intangible Heritage through Digital Technologies:  
La Passione di Sordevolo

1709

*Cecilia Luschi*

Il disegno che supera linguaggi e distanze.  
La missione archeologica italiana di AskGate  
The Design Transcending Languages and Distances.  
The Italian Archaeological Mission of AskGate

1725

*Federica Maietti, Andrea Zattini*

Between Survey and Communication. On Distance Experiences

1734

*Rosario Marrocco*

I disegni della Luna e di Marte di Galileo e Schiaparelli.  
Analisi sui disegni e sulle immagini di un altro mondo  
Drawings of the Moon and Mars by Galileo and Schiaparelli.  
Analysis on Drawings and Images of Another World

1760

*Sofia Menconero*

Distanze illusorie: l'uso della prospettiva aerea nelle Carceri piranesiane  
Illusory Distances: the Use of Aerial Perspective in Piranesi's Carceri

1780

*Daniele Giovanni Papi*

La campagna d'Egitto: il contributo essenziale  
di Bonaparte e Monge alla moderna egittologia  
The Egypt Campaign: the Essential Contribution  
of Bonaparte and Monge to Modern Egyptology

1796

*Claudio Patanè, Dario Calderone*

L'invisibile rivelato. Disamina e progetto per un itinerario  
museale diffuso dell'antica Contea di Mascali  
The Invisible Revealed. Analysis and Plan for a Widespread  
Museum Itinerary of the Ancient County of Mascali

1814

*Anna Sanseverino, Victoria Ferraris, Davide Barbato, Barbara Messina*

Un approccio collaborativo di tipo BIM per colmare  
distanze fisiche, sociali e culturali  
A BIM Collaborative Approach to Overcome  
Physical, Social and Cultural Distances

1832

*Michele Valentini, Enrico Cicalò, Marta Pileri*

Dalla didattica epistolare alla didattica digitale. Tradizione e attualità dell'appren-  
dimento a distanza del disegno  
From Epistolary to Digital Teaching. Tradition and Relevance of Distance  
Learning of Drawing

1848

*Marta Zerbini*

Tempo e Spazio negli itinerari di viaggio: la costa mediterranea di levante  
Time and Space in Travel Itinerary: the East Coast of Mediterranean Sea

## TECNOLOGIE TECHNOLOGIES

1866

*Fabrizio Agnello, Mirco Cannella*

Sperimentazione di una procedura per la creazione  
di un atlante digitale per la documentazione dei soffitti lignei dipinti di Sicilia  
A Workflow for the Creation of a Digital Atlas  
for the Documentation of the Painted Wooden Ceilings of Sicily

1884

*Laura Aiello*

I disegni di viaggio di Étienne Gravier.  
Restituzioni prospettiche e ipotesi ricostruttive  
Travel Drawings by Étienne Gravier.  
Perspective Restitution and Reconstructive Hypotheses

1902

*Giuseppe Amoruso, Sara Conte, Polina Mironenko*

Rappresentazione dell'intangibile, cultura beduina e tecnologie per connettere  
Representation of the Intangible, Bedouin Culture and Technologies to Connect

1922

*Sara Antinozzi, Diego Ronchi, Salvatore Barba*

3Dino System, come accorciare le distanze nei rilievi di precisione  
3Dino System, Shortening Distances in Precision Surveys

1942

*Giuseppe Antuono*

Sistemi e modelli integrati di conoscenza e visualizzazione.  
Il 'Bosco' del Real Sito di Portici  
Integrated Systems and Knowledge and Visualisation Models.  
The 'Woods' of the Royal Site of Portici

1962

*Marco Aprea, Giovanna Cacudi, Gabriele Rossi, Francesca Sisci*

Rilievo dell'ex Ospedale dello Spirito Santo a Lecce  
per la valutazione e riduzione del rischio sismico  
Survey of Ex Ospedale dello Spirito Santo in Lecce  
for Seismic Risk Assessment and Reduction

1978

*Fabrizio Avella*

Il secondo concorso per il Parlamento di Ernesto Basile.  
Criteri di modellazione e stampa 3D  
The Second Competition for the Parliament Building in Rome  
by Ernesto Basile. 3D Modelling and Printing Criteria

1998

*Fabrizio Banfi*

Modelli dinamici interattivi per il patrimonio costruito  
Dynamic Interactive Models for Built Heritage

2014

*Carlo Battini, Marcella Mancusi, Mauro Stallone*

Rilievo tridimensionale e virtualizzazione di sculture in marmo  
del Museo Archeologico Nazionale di Luni  
Three-dimensional Survey and Virtualization of Marble Sculptures  
from the National Archaeological Museum of Luni

2036

*Carlo Bianchini, Alekos Diacodimitri, Marika Griffò*

Lost in conversion. Gli archivi fotografici tra analogico e digitale  
Lost in Conversion. Photographic Archives between Analogue and Digital

2062

*Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Lara Anniboletti, Tiziana Caponi*

Eredità archeologiche. Linguaggi, distanze,  
tecnologie dal rilievo classico ai modelli digitali immersivi  
Archaeological Heritage. Languages, Distances,  
Technologies from Classic Architectural Survey to Immersive 3D-Modeling

2092

*Matteo Bigongiari*

Il rilievo digitale di una fabbrica del Quattrocento:  
la Sagrestia Vecchia di San Lorenzo  
Digital Survey of a Building Site of the Fifteenth Century:  
the Sagrestia Vecchia in San Lorenzo

- 2110  
Stefano Brusaporci, Alessandra Tata, Pamela Maiezza  
The "LoH - Level of History" for an Aware HBIM Process
- 2119  
Mara Capone, Emanuela Lanzara  
Artefatti cognitivi interattivi web-based:  
edutainment per il patrimonio culturale  
Web-based Interactive Cognitive Artifacts:  
Edutainment for Cultural Heritage
- 2137  
Eduardo Carazo, Álvaro Moral, David Mahamud  
Restitución de las villas no construidas de Le Corbusier  
en India mediante la mirada de Lucien Hervé  
Restitution of Le Corbusier's Unbuilt Villas  
in India through the Eyes of Lucien Hervé
- 2151  
Alessio Cardaci, Francesco Sala  
La Pala del Moretto della Chiesa di Sant'Andrea:  
una traduzione 3D per la fruizione di soggetti con disabilità visiva  
The Pala del Moretto of the Church of Sant'Andrea:  
a 3D Translation for People with Visual Disabilities
- 2173  
Lorenzo Ceccon, Virginia Vecchi  
Weaving Thoughts and Reality through Drawing:  
New Technologies and Emerging Cognitive and Epistemological Paradigms
- 2181  
Valeria Cera  
L'interoperabilità tra software BIM e gaming.  
Una sperimentazione aperta per l'architettura storica  
Interoperability between BIM and Gaming Software.  
An Open Experimentation for Historical Architecture
- 2199  
Pierpaolo D'Agostino  
La rappresentazione grafico-tecnica al tempo del 4.0.  
Una riflessione sulla transizione digitale  
Technical Graphic Representation in the 4.0 Era.  
A Reflection about the Digital Transition
- 2211  
Giuseppe Di Gregorio  
Il disegno dei mosaici dell'ambulacro della Grande Caccia  
nella villa Philosophiana di Piazza Armerina  
The Drawing of the Mosaic Ambulatory of the Great Hunt  
in the Philosophiana Villa in Piazza Armerina
- 2231  
Alekos Diacodimitri  
Virtual Plein Air. Quando il disegno dal vero diventa virtuale:  
l'esperienza del Parco del Colle Oppio di Roma  
Virtual Plein Air. When Life Drawing Becomes Virtual:  
the Experience of Colle Oppio Park in Rome
- 2247  
Vincenzo Donato, Carlo Biagini, Alessandro Merlo  
H-BIM per il progetto di recupero della Facoltà di Arte Teatrale della Havana  
H-BIM for the Faculty of Theatral Art of Havana
- 2265  
Tommaso Empler, Alexandra Fusinetti  
Dal rilievo strumentale ai pannelli informativi tattili per un'utenza ampliata  
From Instrumental Surveys to Tactile Information Panels for Visually Impaired
- 2283  
Marika Falcone, Massimiliano Campi  
Il Quadriportico della Cattedrale di S. Matteo:  
sensori low cost per rilievi di rapid mapping  
The Quadriportico of the Cathedral of S. Matteo:  
Low-Cost Sensors for Rapid Mapping Surveys
- 2301  
Laura Farroni, Giulia Tarei  
Lo sguardo connettivo: le macchine per disegnare in prospettiva  
tra XVI e XVII secolo  
Connective Eyesight: Tools for Perspective Drawings  
between XVI e XVII Century
- 2319  
Fausta Fiorillo, Marco Limongiello, Cecilia Bolognesi  
Integrazione dei dati acquisiti con sistemi image-based e range-based  
per una rappresentazione 3D efficiente  
Image-Based and Range-Based Dataset Integration  
for an Efficient 3D Representation
- 2337  
Mara Gallo  
Le 'fonti' delle connessioni  
The 'Sources' of Connections
- 2353  
Sara Gonizzi Barsanti, Adriana Rossi  
Scan-to-HBIM e Gis per la documentazione dei beni culturali:  
un'utile integrazione  
Scan-to-HBIM and Gis Technologies for the Documentation of Cultural Heritage:  
a Useful Integration
- 2367  
Manuela Incerti, Gianmarco Mei, Anna Castagnoli  
Ubaldo Castagnoli e la piscina pensile del Palazzo dei Telefoni di Torino  
Ubaldo Castagnoli and the Hanging Swimming Pool of the Palazzo dei Telefoni  
in Turin
- 2385  
Federico Mario La Russa, Cettina Santagati  
Rilievo Urbano e City Information Modelling  
per la valutazione della vulnerabilità sismica  
Urban Survey and City Information Modelling  
for Seismic Vulnerability Assessment
- 2403  
Victor-Antonio Lafuente Sánchez, Daniel López Bragado  
Videomapping arquitectónico:  
la tecnología al servicio de la renovación del espacio  
Architectural Videomapping: Technology at the Service of Space Renovation
- 2421  
Gaia Lavoratti  
Nelle Terre del Ghiberti.  
Virtual Installation for Cultural Heritage Valorization  
Through the Lands of Ghiberti.  
Virtual Installation for Cultural Heritage Valorization
- 2437  
Giulia Lazzari, Alessandro Manghi  
Modelli interpretativi per la fruizione digitale delle architetture wideninghe  
Interpretative Models for the Digital Fruition of Wideninghe Architectures
- 2455  
Luca Masiello, Daniela Oreni, Mauro Severi  
Un modello HBIM per la catalogazione dei restauri e la gestione degli interventi:  
la Rocca estense di San Martino in Rio  
A HBIM Model to Catalogue the Restorations and to Manage the Interventions:  
the Rocca Estense of San Martino in Rio
- 2471  
Marco Medici, Federico Ferrari  
Realtà Virtuale e Aumentata per la valorizzazione  
dell'Historical Archives Museum di Hydra  
Virtual and Augmented Reality Applications  
for Enhancement of the Historical Archives Museum of Hydra
- 2493  
Alessandro Merlo, Matteo Bartoli  
Modelli interpretativi a servizio dell'arte:  
la porta del paradiso di Lorenzo Ghiberti  
Interpretative Models Employed by Art:  
the Gates of Paradise by Lorenzo Ghiberti
- 2513  
Caterina Palestini, Alessandro Basso  
Rilevamento a distanza: una metonimia per sperimentazioni  
tra didattica e ricerca  
Remote Sensing: a Metonym for Experimentation  
between Teaching and Research
- 2535  
Alice Palmieri  
Paesaggi urbani tra tradizione e fruizione virtuale:  
un viaggio tra sperimentazioni di estetica digitale  
Urban Landscapes between Tradition and Virtual Fruition:  
a Journey through Experiments in Digital Aesthetics
- 2549  
Rosaria Parente  
Disegno di rilievo fondativo di una ricerca multidisciplinare  
presso il Complesso degli Incurabili  
Design of Originating Survey of a Multidisciplinary Research  
at the Complex of the Incurables
- 2571  
Maurizio Peticarini, Valeria Marzocchella, Giovanni Mataloni  
A Cycle Path for the Safeguard of Cultural Heritage:  
Augmented Reality and New LiDAR Technologies

2580

*Barbara Piga, Gabriele Stancato, Nicola Rainisio, Marco Boffi, Giulio Faccenda*  
**Emotions and Places. An Investigation through Virtual Reality**

2587

*Giorgia Potestà*

**Modellazione BIM parametrica e Trattati: analogie nella rappresentazione dell'ordine architettonico**  
**Parametric BIM Modeling and Treatises: Analogies in the Representation of the Architectural Order**

2607

*Marta Quintilla*

**Desarrollo de un Web-GIS para el patrimonio arquitectónico Mudéjar**  
**Development of a Web-GIS for the Mudéjar Architectural Heritage**

2621

*Adriana Rossi, Lucas Fabian Olivero, António Bandeira Araújo*

**Spazi digitali e modelli immersivi: applicazioni di prospettiva cubica**  
**Digital Environments and Immersive Models: Applications of Cubical Perspective**

2643

*Miguel Sancho Mir, Beatriz Martín Domínguez, Angélica Fernández-Morales*  
**Relaciones entre la muralla y la forma urbana a través de la cartografía: el caso de Teruel**

**Relations between the Wall and Urban Form through Cartography: the Case of Teruel**

2659

*Roberta Spallone, Fabrizio Lamberti, Marco Guglielminotti Trivel, Francesca Ronco, Serena Tamantini*

**AR e VR per la comunicazione e fruizione del patrimonio al Museo d'Arte Orientale di Torino**  
**AR and VR for Heritage Communication and Fruition at the Museo d'Arte Orientale of Turin**

2677

*Marco Vedoà*

**Combining Digital and Traditional Representation Techniques to Promote Everyday Cultural Landscapes**

2686

*Cesare Verdoscia, Antonella Musicco, Michele Buldo, Riccardo Tavalare, Naemi Pepe*

**La documentazione digitale del patrimonio costruito attraverso l'A-BIM.**

**Il caso studio delle Terme di Diocleziano, Roma**  
**The Digital Documentation of Cultural Heritage through A-BIM. The Case Study of the Baths of Diocletian, Rome**

2704

*Chiara Vernizzi, Roberto Mazzi*

**Dal reale al virtuale: quando la tecnologia accorcia le distanze**  
**From Real to Virtual: when Technology Shortens Distances**

2722

*Alessandra Vezzi, Beatrice Stefanini*

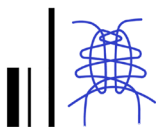
**Strategie di musealizzazione dinamica per nuovi ambiti di memoria: il progetto DHoMus**

**Dynamic Musealization Strategies for New Areas of Memory: the DHoMus Project**

2740

*Gianluca Emilio Ennio Vita*

**Disegno, Paradigma Informatico e Intelligenza Artificiale**  
**Drawing, Computer Science Paradigm and Artificial Intelligence**



# L'interoperabilità tra *software* BIM e *gaming*. Una sperimentazione aperta per l'architettura storica

Valeria Cera

## Abstract

Il contributo presenta una piccola ricerca condotta nell'ambito di una tesi di laurea sul tema estremamente contemporaneo della interoperabilità tra modelli HBIM, relativi a manufatti del patrimonio storico, e *software* derivanti dal *gaming*, per la loro interrogazione e fruizione. Attraverso l'attuazione di un protocollo che scandisce le attività progressive dalla raccolta dati alla fruizione degli stessi, testato sul campione di studio del complesso di Sant'Antonio a Nocera, l'indagine ha validato l'interoperabilità tra i programmi di *authoring* BIM più accreditati (Autodesk Revit) e il *game engine* Unreal, oggi il più potente del settore. L'interesse dello studio è enucleato nella volontà di dare risposta a tre domande basilari: 1. Quali sono, nella grande quantità e varietà di informazioni che sottendono a un patrimonio storico stratificato, le potenziali risorse da raccogliere e disseminare, in funzione degli obiettivi? 2. In che modo strutturare le informazioni in accordo alle necessità? 3. Perché il connubio tra i sistemi indagati costituisce una risorsa nel processo di conoscenza, analisi e comunicazione del patrimonio?

## Parole chiave

interoperabilità, modelli informativi, HBIM, VR, Unreal Engine.



L'interoperabilità tra modello HBIM e software di gaming per il complesso di Sant'Antonio a Nocera.

## Introduzione

Secondo i dati riportati dall'Unesco, il 70% del territorio nazionale è classificato Patrimonio Storico il che rende l'Italia il paese con il più grande patrimonio culturale a livello mondiale. Questi dati, lungi dall'essere un banale report pubblicitario, mostrano, al contrario, quanto sia necessario per tutti gli attori che esercitano le proprie competenze nel campo del *Cultural Heritage*, conoscere, conservare, gestire e divulgare il patrimonio quale testimonianza della nostra personalissima civiltà.

Su tale consapevolezza trova fondamento lo sviluppo metodologico di modelli *Heritage-BIM* concepiti come sistemi informativi che strutturano intorno ad oggetti parametrici intelligenti la quantità di informazioni eterogenee che connotano specificamente il tessuto storico. Se da un lato è diffusa la consapevolezza delle difficoltà di codificazione di *smart-objects* precisi per la caratterizzazione dei manufatti storici [Santoni 2021; Brusaporci 2019]; dall'altro, sono manifeste le possibilità sottese alla costituzione di archivi di dati capaci di collezionare, organizzare e gestire livelli conoscitivi molteplici, agganciati alla espressione spaziale digitale del costruito.

Allo stesso tempo, lo sviluppo esponenziale dell'industria 4.0 e la sempre più diffusa familiarità con gli strumenti digitali, ha trasferito l'impiego di tecniche proprie dell'*Extended-Reality* anche al dominio del CH tanto che le stesse piattaforme BIM hanno implementato *plugin* per supportare visualizzazioni in AR e VR. In tal modo, l'applicazione dell'XR ai modelli HBIM [Banfi 2020; Davidson 2020; Emler 2019] è diventato un segmento di ricerca su cui numerosi studi si stanno concentrando, orientati ad individuare i processi più idonei per la visualizzazione e interrogazione delle informazioni che accompagnano la geometria del gemello digitale. La disamina della letteratura specifica evidenzia che non sempre il risultato offerto da codeste applicazioni è coerente con gli obiettivi iniziali laddove per rendere fluida la visione dei contenuti digitali, i sistemi XR impongono una semplificazione geometrica e quindi grafica del modello con conseguente potenziale perdita del contenuto informativo associato. In aggiunta, le modalità di interazione offerte sono spesso basilari e non personalizzabili.

Per questi motivi si sta sempre più diffondendo il ricorso a programmi derivanti dal mondo del *gaming* per beneficiare dell'alto livello di fotorealismo delle scene digitali nonché delle svariate possibilità di conferire un carattere personale e non standardizzato alla interattività [Pulcrano 2020; Di Luggo 2020]. I motori di gioco, come *Unity* o *Unreal Engine*, sono di fatto sistemi che racchiudono dispositivi grafici, fisici e di intelligenza artificiale capaci di simulare la realtà con una aderenza ai processi fisici e percettivi che la connotano tale da far dimenticare, a volte, il confine molto labile tra mondo simulato e mondo reale. Inoltre, a differenza dei tradizionali motori di *rendering*, rendono possibili animazioni, simulazioni, interazioni spinte grazie alla progettazione – mediante i comuni linguaggi di programmazione – della scena che non sarà più statica ma resa dinamica. Questo aspetto è fondamentale perché, in funzione degli obiettivi che portano un utente ad accostarsi ad una espressione del patrimonio costruito e alla sua replica digitale, i livelli di conoscenza 'erogabili' devono necessariamente essere strutturati in modo da adattarsi alle necessità e alle richieste dell'interlocutore che non obbligatoriamente è uno specialista.

Da queste premesse è maturata la ricerca che il contributo presenta [1], incentrata sulla verifica della reale interoperabilità tra modelli HBIM strutturati in *Autodesk Revit*, tra i programmi di *authoring* BIM più accreditati, e il *game engine Unreal*, oggi il più potente del settore. Attraverso l'attuazione di un protocollo che scandisce le attività progressive dalla raccolta dati alla fruizione degli stessi, testato sul campione di studio del complesso di Sant'Antonio a Nocera, lo studio prova a dare risposta a tre domande basilari: 1. Quali sono, nella grande quantità e varietà di informazioni che sottendono a un patrimonio storico stratificato, le potenziali risorse da raccogliere e disseminare, in funzione degli obiettivi? 2. In che modo strutturare le informazioni in accordo alle necessità? 3. Perché il connubio tra i sistemi indagati costituisce una risorsa nel processo di conoscenza, analisi e comunicazione del patrimonio?



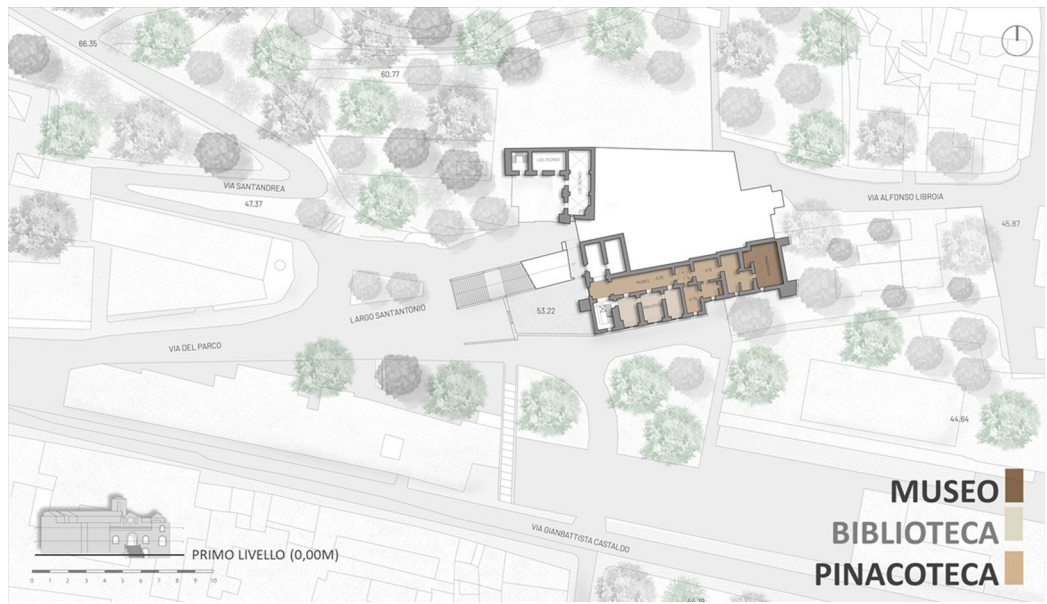


Fig. 1. Il complesso di Sant'Antonio a Nocera, oggi. Disegni degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo.

## Caso studio: il complesso di Sant'Antonio a Nocera

Situato nel comune di Nocera Inferiore (SA), il complesso di Sant'Antonio sorge ai piedi della Collina del Parco, ricadendo nel quartiere Casale della Pietraccetta il cui sviluppo nel tempo è strettamente legato alla presenza del complesso religioso.

La fondazione della fabbrica, inserita in un contesto architettonico di pregio data la presenza nelle immediate vicinanze delle più importanti e antiche emergenze della città, ha origini trecentesche. Il primo impianto fu realizzato tra il 1256 e il 1290 per volontà della famiglia Filangieri e rimase grossomodo lo stesso sino al primo restauro (1563-1580) e ai primi ampliamenti registrati tra il XV e il XVII secolo su commissione della famiglia dei Carafa. Le trasformazioni più significative subite dal complesso sono avvenute a seguito della soppressione dell'Ordine con la conversione del convento in caserma con Regio Decreto del 1808. Con l'avvento delle Grandi Guerre il complesso continuò a mantenere il suo ruolo strategico e ad essere oggetto di numerose modifiche fino a quando, con il ritorno dei frati nel 1951, ritornò a svolgere il suo ruolo di polo religioso e culturale accogliendo anche nuove funzioni come la biblioteca dell'Agro Nocerino. I frati avviarono una serie di restauri volti a liberare il convento dalle alterazioni avvenute nel tempo ma, a seguito del terremoto del 1980, il complesso riportò gravi danni al sistema di coperture. L'evento tragico però diede l'avvio a una serie di operazioni di consolidamento e restauro le quali hanno fatto riaffiorare le antiche tracce stratificate e sepolte nel tempo.

Attualmente il complesso si sviluppa su più livelli.

Il piano posto alla quota stradale ospita il museo, la biblioteca e la pinacoteca.

Al secondo livello è possibile distinguere: la chiesa, a croce tipicamente latina, ad unica navata, con transetto e cappelle laterali nei bracci; il convento vero e proprio con gli alloggi dei frati; il chiostro cinquecentesco dove si svolge la vita dei frati e dei novizi (fig. 1).

Lo sviluppo storico del complesso, con la sua conseguente articolazione e variazione morfologica, ha suggerito, per la validazione della ricerca, di porre l'attenzione sull'ambiente della chiesa monastica. Di tutte le parti del complesso essa, infatti, rappresenta il primo impianto costruttivo e al contempo il nucleo che più di tutti ha subito trasformazioni significative. Un vero e proprio palinsesto che, per le succitate caratteristiche, è risultato essere interessante da indagare poiché fornisce l'occasione di misurarsi con la varietà dei contenuti informativi che è possibile associare ai modelli digitali, anche in rapporto alle diverse epoche storiche, e con le modalità più opportune di trasmissione e consultazione di dati così multilivello.

## Dal modello HBIM alla interrogazione della scena virtuale

Come anticipato, le motivazioni della ricerca risiedono nella volontà di testare il fattivo dialogo tra sistemi che di per sé funzionano in maniera autonoma e singola così da originare una 'macchina' più complessa data dalla 'addizione' degli ingranaggi puntuali che la compongono. Per cui, il clone digitale parametrico non è più un modello 3D informativo interrogabile da esperti così come la VR e i motori di gioco non sono più funzionali alla sola e semplice visualizzazione.

Il risultato atteso dalla interconnessione di codesti sistemi è una banca dati grafico-informativa, predisposta per il caso di studio, in cui il modello tridimensionale, strutturato in logica HBIM, è progettato come ambiente virtuale in cui i livelli conoscitivi associati alle componenti spaziali sono fruibili e interrogabili in modo totalmente interattivo e immersivo, declinabili in funzione dell'utente cui si rivolge e agli obiettivi della interrogazione.

Il perseguimento dell'obiettivo è stato condotto impostando un *workflow*, applicato alla chiesa del complesso di Sant'Antonio, articolato nelle fasi di: raccolta dei dati; restituzione dei dati; implementazione dei dati; fruizione dei dati.

La prima fase è stata sostanziata da una ricca ricerca di archivio accompagnata dalla registrazione dei dati morfo-metrici della chiesa condotta con tecniche di rilievo integrate di tipo tradizionale diretto e *image-based*. La disamina critica di tutti i dati eterogenei raccolti, approfondita con il processamento in specifici *software* di SfM di un primo modello discretizza-



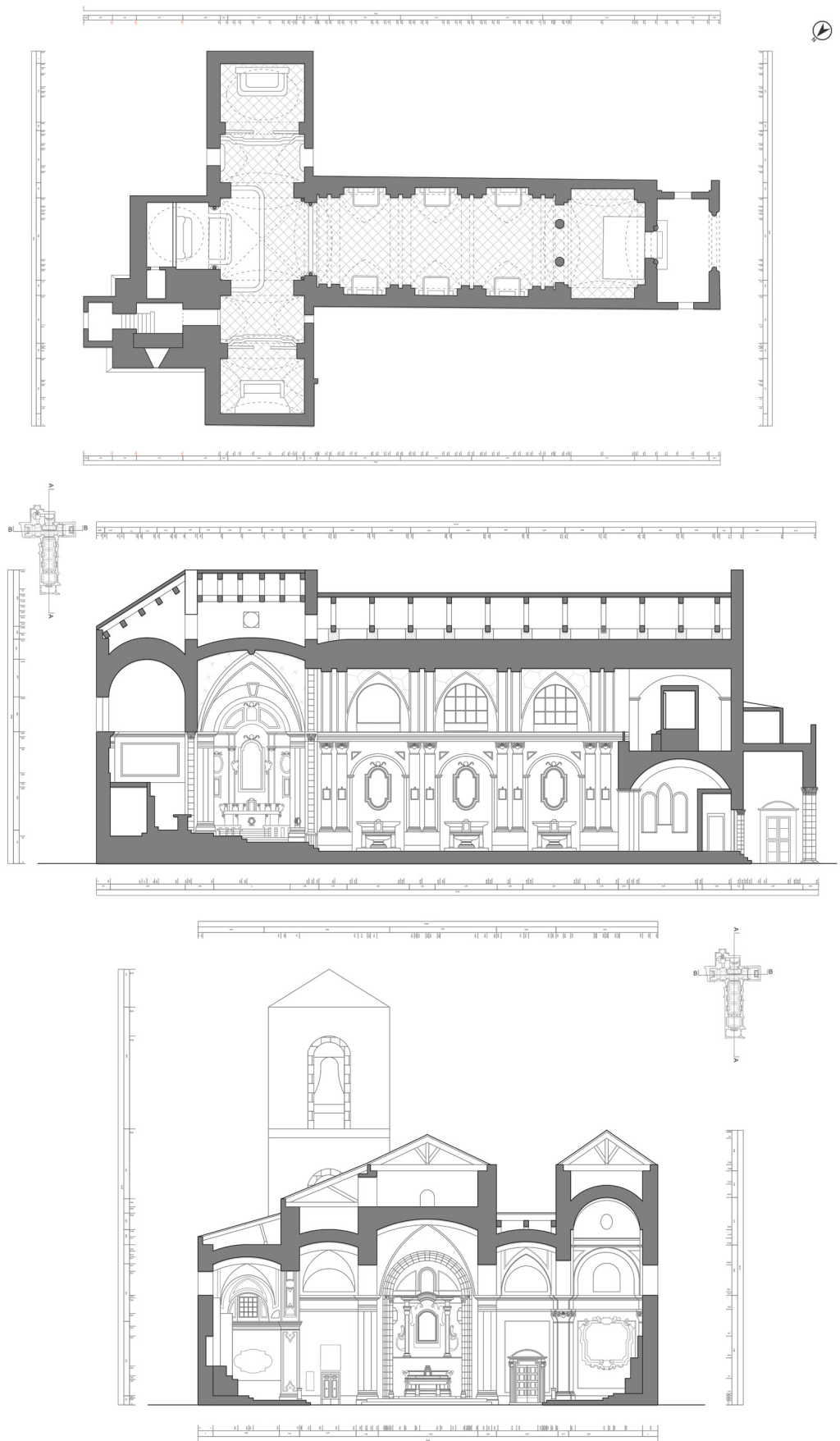
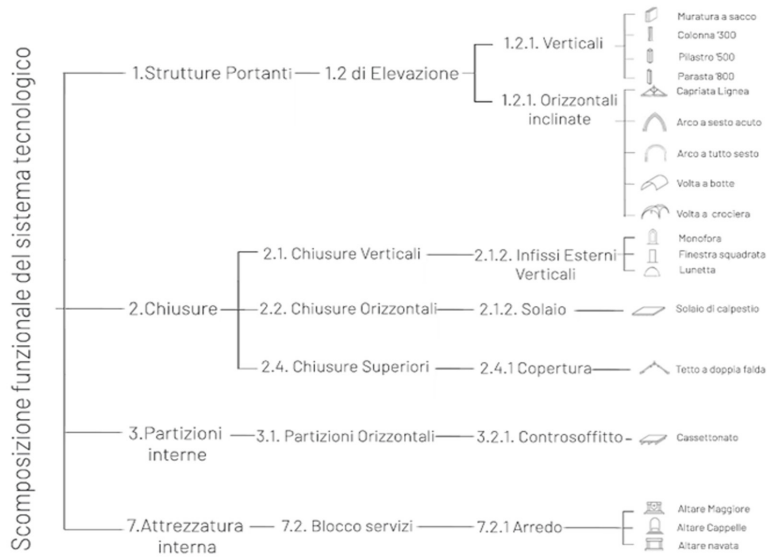


Fig. 2. Alcuni degli elaborati bidimensionali estratti dal rilievo integrato e adoperati come base per la modellazione parametrica. Disegni degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo.

Fig. 3. Abaco di scomposizione semantica redatto per la chiesa di Sant'Antonio. Schema a cura degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo.



to sottoforma di nuvola di punti da cui sono stati estrapolati anche elaborati bidimensionali di tipo tradizionale (fig. 2), è convogliata nella successiva fase di modellazione parametrica di tipo HBIM in ambiente Revit.

Per la costruzione del *digital twin*, è stato necessario, come oramai ben noto, interrogarsi su quali fossero le unità minime ossia gli elementi significativi in cui è possibile scomporre semanticamente il manufatto. In linea con ricerche condotte con rigore sul tema [Bianchini 2021; Scandurra 2017], è stato redatto un albero di scomposizione semantica che individuasse, anche in ossequio alla UNI8290 del 1981, per la chiesa di Sant'Antonio le forme significanti da restituire come *smart-objects* in BIM (fig. 3). È evidente però che il processo di scomposizione semantica è sempre condotto di pari passo con la scelta del LOD. Le

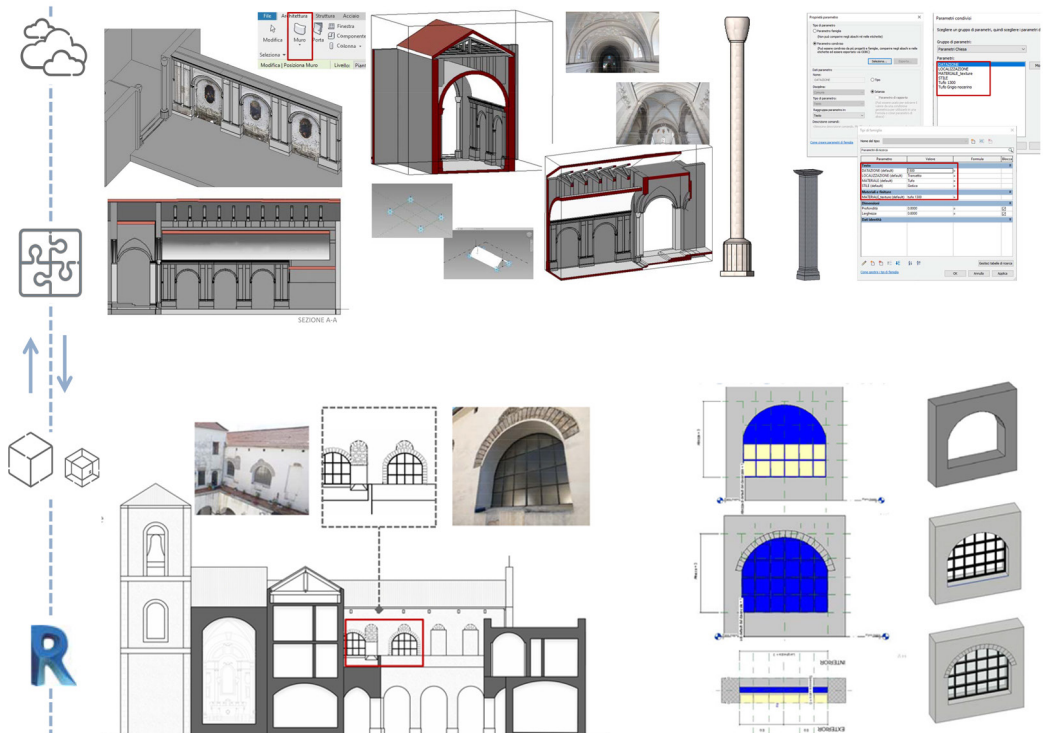


Fig. 4. Processi di modellazione e caratterizzazione degli smart-objects della chiesa, incardinati in famiglie realizzate ad hoc per il tessuto storico. Composizione a cura degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo.

due fasi si influenzano, infatti, reciprocamente in quanto la suddivisione in macro e micro-elementi è connessa al livello di dettaglio con cui si vuol rappresentare la geometria e allo stesso tempo questo è dipendente dagli attributi e caratterizzazioni informative (LOI) che si vuole e che si possono collegare. Scelto, per il caso studio in oggetto, un LOD300, la fase di modellazione del dato ha richiesto la predisposizione di famiglie specifiche per gli elementi propri della fabbrica storica laddove non presenti nelle librerie precostituite. Beneficiando degli studi sull'argomento [Bagnolo 2021; Allegra 2020; Di Luggo 2018], sono state realizzate famiglie di sistema e famiglie caricabili rispettivamente per muri, solai, sistemi voltati a crociera, finestre lunettate, colonne gotiche e pilastri cinquecenteschi. Oltre alla geometria, nella definizione degli oggetti parametrici sono state considerate anche proprietà di istanza legate a localizzazione, datazione, materiale ed epoca essendo tali attributi il cuore della verifica di interoperabilità (fig. 4).

La terza fase, di implementazione del dato, si è concentrata nella realizzazione dell'ambiente virtuale. Sfruttando il *plugin Datasmith* per Revit, il modello HBIM è stato importato nell'ambiente di gioco di *Unreal Engine*, settato usando il template *collab viewer* adatto alla navigazione e l'interazione per piattaforme desktop e VR. Tramite *Datasmith*, tutte le proprietà di istanza dei singoli elementi di Revit sono state trasformate in metadati degli *Static Mesh Actors*, al pari delle classiche informazioni di texture e materiale, confermando l'interoperabilità tra le due piattaforme.

Inoltre, attraverso il VPL delle *blueprints* è stato possibile approfondire l'interrogazione informativa di ogni elemento programmando e scegliendo il modo più intuitivo e diretto per visualizzare i metadati. Sfruttando lo scripting visivo, è stata impostata una modalità di consultazione tale che cliccando su ogni elemento che compone il modello è possibile visualizzare i suoi attributi direttamente sullo schermo, senza dover raggiungere l'apposita area del *Detail browser* (fig. 5). Allo stesso tempo, con le *blueprints* è stata progettata una simulazione animata delle evoluzioni morfologiche che la fabbrica ha subito nel tempo, sfruttando la logica del filtro delle fasi comparative presente in Revit (fig. 6).

Infine, ci si è interrogati sulle modalità con cui i dati possano essere fruiti e interrogati. In funzione delle possibili diverse esigenze di studio da soddisfare, l'investigazione ha

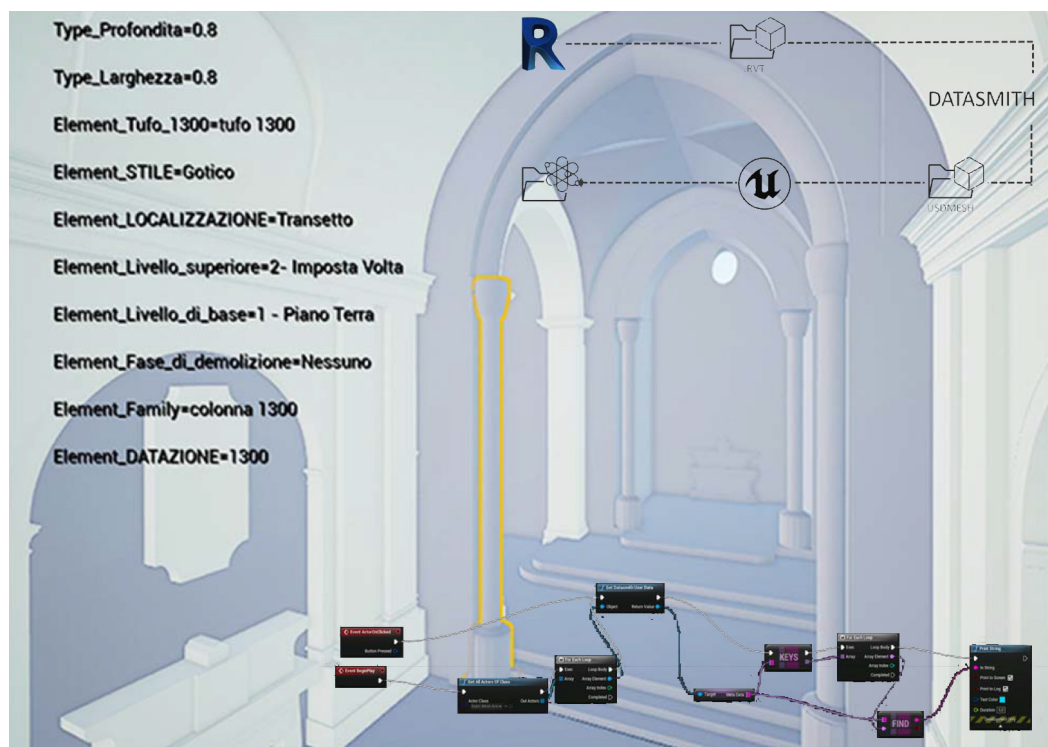


Fig. 5. Visualizzazione degli attributi di istanza in ambiente *gaming* tramite *scripting visivo*. Composizione a cura degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo.

ipotizzato la possibilità di consultare i dati attraverso: 1. la lettura di tavole grafiche di tipo tradizionale; 2. la fruizione del modello mediante soluzioni *desktop* con un approfondimento dei dati in modalità 'immersiva parziale' poiché, pur se immersi nella scena in prima persona in modalità 'giocatore', il filtro del monitor non consente la percezione totale dello spazio fisico del modello; 3. l'interazione con il modello mediante visori e manubri VR con cui sperimentare una realtà completamente immersiva e interattiva in tempo reale.

## Conclusioni

La ricerca, concentrata sul caso studio del Complesso di Sant'Antonio, ha validato l'interoperabilità tra modelli intelligenti HBIM e motori di gioco, interrogati e fruiti attraverso esperienze immersive in tempo reale. Lo studio ha cercato di dare una risposta ad alcune domande basilari: 1. i dati che è possibile strutturare, gestire e fruire sono metadati ossia un dato che dalla dimensione prettamente geometrica si arricchisce di livelli informativi strettamente connessi con le specificità della stratificazione del tessuto storico; 2. la interrogazione della banca dati grafico-informativa deve necessariamente essere articolata e declinata per adattarsi alla tipologia di utente e quindi, ad esempio, permettere di consultare testi e schede informative tradizionali, foto, video, manipolare modelli 3D in una visione aumentata o in prima persona, immersi in ambienti digitali; 3. la combinazione di sistemi diversi enucleati da modelli HBIM e *game engine* con VR apre nuovi scenari che arricchiscono la disciplina architettonica.

I modelli intelligenti mostrano di essere sempre più strumenti capaci di supportare approcci differenti per la gestione del patrimonio architettonico grazie agli elementi resi disponibili dai *software* del *gaming*. Si pensi alle potenzialità di siffatti sistemi integrati per la definizione di azioni di restauro, di manutenzione, di *facility management* in virtù della possibilità che offrono di simulare azioni, formare esperti per la sicurezza dei cantieri con l'interazione diretta con il modello e altro. Su questi temi evidentemente gli studi devono proseguire, sviscerando ancor più il legame possibile tra HBIM e XR per rendere le componenti oggi accostate tra loro, parte di un unico processo conoscitivo e divulgativo.

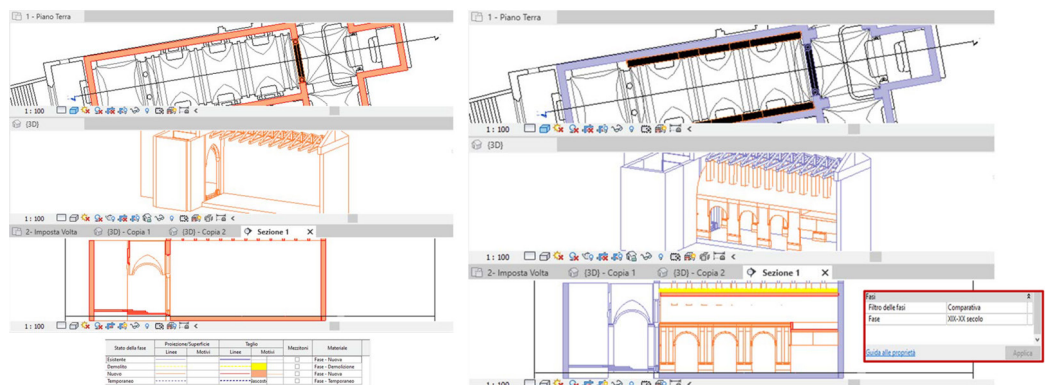


Fig. 6. Simulazione delle trasformazioni storiche della chiesa di Sant'Antonio in ambiente gaming, in ossequio al filtro delle fasi proprio dei *software* di *authoring* BIM. Composizione a cura degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo.

## Note

[1] La ricerca è stata sviluppata come tesi di laurea degli arch. A. Matascioli e M. Loffredo, relatore prof. M. Campi, correlatore arch. V. Cera. Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II.

## Riferimenti bibliografici

Allegra V. et al. (2020). SCAN-TO-BIM for the management of heritage buildings: the case study of the Castle of Maredolce (Palermo, Italy). In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLIII-B2-2020, pp. 1355-1362.

Bagnolo V., Argiolas R. (2021). Scan-to-BIM Process Versus 3D Procedural Modelling of Gothic Masonry Vaults. In C. Bolognesi, D. Villa (Eds.). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, pp. 17-32. Cham: Springer.

Banfi F. (2020). HBIM, 3D drawing and virtual reality for archaeological sites and ancient ruins. In *Virtual Archaeology Review*, n. 11 (23), pp. 16-23.

Bianchini C., Potestà G. (2021). BIM for Built Cultural Heritage: Semantic Segmentation, Architectural Stratification and LOD of the Baptistery of San Giovanni in Florence. In: C. Bolognesi, D. Villa (Eds.). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, pp. 1-15. Cham: Springer.

Brusaporci S. et al. (2019). Per una riflessione teorico-metodologica sulla procedura HBIM di modellazione informativa dei beni architettonici. In P. Belardi (a cura di) *Riflessioni. L'arte del disegno/il disegno dell'arte*. Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Perugia, 19-20-21 settembre, pp. 449-456. Roma: Gangemi Editore.

Davidson J. et al. (2020). Integration of VR with BIM to facilitate real-time creation of bill of quantities during the design phase: a proof-of-concept study. In *Frontiers of Engineering Management*, n. 7, pp. 396-403.

Di Luggo A. et al. (2018). Sistemi voltati nei processi cloud to BIM. In Emplert. Valenti G. M. (a cura di) *3D Modeling & BIM Nuove frontiere*. Workshop. Roma, 18-19 aprile, pp. 162-177. Roma: DEI.

Di Luggo A. et al. (2020). Theoretical and Methodological Implications in the Information Modelling of Architectural Heritage. In Bolognesi C. M. Santagati C. (Eds.) *Impact of Industry 4.0 on Architecture and Cultural Heritage*, pp. 20-48. USA: IGI Global.

Emplert. T., Caldarone A., Fusinetti A. (2019). Leonardo da Vinci: divulgazione delle sue opere attraverso i Serious Game. In P. Belardi (a cura di). *Riflessioni. L'arte del disegno/il disegno dell'arte*. Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Perugia, 19-20-21 settembre, pp. 1553-1562. Roma: Gangemi Editore.

Pulcrano M. (2020). Modelli digitali interconnessi per ampliare la conoscenza e migliorare la fruizione del patrimonio costruito. In Arena A. et al. (a cura di). *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 Disciplines Teachers, pp. 2604-2621. Milano: FrancoAngeli.

Santoni A. et al. (2021). HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The case of the Real Colegiata of San Isidoro (León, Spain). In *Virtual Archaeology Review*, n. 12 (24), pp. 49-65.

Scandurra S. et al. (2017). Modellazione H-BIM e ricostruzione delle trasformazioni del costruito storico. In *Dienne*, n. 1, pp. 7-19.

## Autore

Valeria Cera, Università degli Studi di Napoli Federico II, [valeria.cera@unina.it](mailto:valeria.cera@unina.it)

Per citare questo capitolo: Cera Valeria (2021). L'interoperabilità tra software BIM e gaming. Una sperimentazione aperta per l'architettura storica/ Interoperability between BIM and Gaming Software. An Open Experimentation for Historical Architecture. In Arena A., Arena M., Mediatì D., Raffa P. (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Tecnologie*. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Milano: FrancoAngeli, pp. 2181-2198.





# Interoperability between BIM and Gaming Software. An Open Experimentation for Historical Architecture

Valeria Cera

## Abstract

The paper presents a research conducted as part of a degree thesis on the extremely contemporary theme of the interoperability between HBIM models and software deriving from gaming, for their interrogation and use. Through the implementation of a protocol that marks the progressive activities from data collection to their use, tested on the case study of the Sant'Antonio complex in Nocera, the research has validated the interoperability between the most accredited BIM authoring software (Autodesk Revit) and the Unreal Engine, the most powerful game engine in the industry today. The interest of the study is expressed in the desire to answer three basic questions: 1. What are the potential resources among the large quantity and variety of information that characterize the stratified historical heritage that it is necessary to collect and disseminate, according to the objectives? 2. How to structure information according to needs? 3. Why the combination of the systems investigated constitutes a resource in the process of heritage knowledge, analysis and communication?

## Keywords

interoperability, informative models, HBIM, VR, Unreal Engine.



Interoperability between HBIM model and software deriving from gaming: Sant'Antonio complex in Nocera.

## Introduction

According to data reported by Unesco, 70% of the national territory is classified as a Historical Heritage, which makes Italy the country with the largest cultural heritage in the world. These data are not intended to be a trivial advertising report but show how necessary it is for all the actors who exercise their skills in the field of Cultural Heritage to know, preserve, manage and disseminate the heritage as a testimony of our civilization.

The methodological development of Heritage-BIM models is based on this awareness, conceived as information systems that structure the quantity of heterogeneous information that specifically connotes the historical fabric around parametric smart objects. While there is widespread awareness of the difficulties of coding specific smart-objects for the characterization of historical artefacts [Santoni 2021; Brusaporci 2019]; on the other hand, the possibilities underlying the establishment of data archives capable of collecting, organizing and managing multiple levels of knowledge, linked to the digital spatial expression of the built, are evident.

At the same time, the exponential development of industry 4.0 and the increasingly widespread familiarity with digital tools, has transferred the use of techniques of Extended-Reality also to the domain of the CH so that the same BIM platforms have implemented plugins for support visualizations in AR and VR. In this way, the application of XR to HBIM models [Banfi 2020; Davidson 2020; Emler 2019] has become a research segment on which numerous studies are focusing, aimed at identifying the most suitable processes for viewing and querying the information accompanying the geometry of the digital twin. The review of the specific literature highlights that the result offered by these applications is not always consistent with the initial objectives since to make the vision of digital content fluid, the XR systems require a geometric and therefore graphic simplification of the model with consequent potential loss of the associated information content. In addition, the interaction modes offered are often basic and not customizable.

For these reasons, the use of programs deriving from the world of gaming is becoming increasingly widespread to benefit from the high level of photorealism of digital scenes as well as the various possibilities of giving a personal and non-standardized character to interactivity [Pulcrano 2020; Di Luggo 2020]. Game engines, such as Unity or Unreal Engine, are systems that contain graphic, physical and artificial intelligence devices capable of simulating reality with an adherence to the physical and perceptual processes that characterize it such as to sometimes forget the very boundary, labile between the simulated world and the real world. Furthermore, unlike traditional rendering engines, they make possible animations, simulations, advanced interactions thanks to the design - using common programming languages - of the scene that will no longer be static but made dynamic. This aspect is fundamental because, according to the objectives that lead a user to approach an asset of the built heritage and its digital clone, the levels of 'deliverable' knowledge must necessarily be structured in such a way as to adapt to the needs and requests of the interlocutor who is not necessarily a specialist.

From these premises the research presented [1] was born, focused on verifying the real interoperability between HBIM models structured in Autodesk Revit, among the most accredited BIM authoring programs, and the game engine Unreal, today the most powerful in the sector.

Through the implementation of a protocol that marks the progressive activities from data collection to their use, tested on the case study of the Sant'Antonio complex in Nocera, the study tries to answer three basic questions: 1. What are the potential resources among the large quantity and variety of information that characterize the stratified historical heritage that it is necessary to collect and disseminate, according to the objectives? 2. How to structure information according to needs? 3. Why the combination of the systems investigated constitutes a resource in the process of heritage knowledge, analysis and communication?



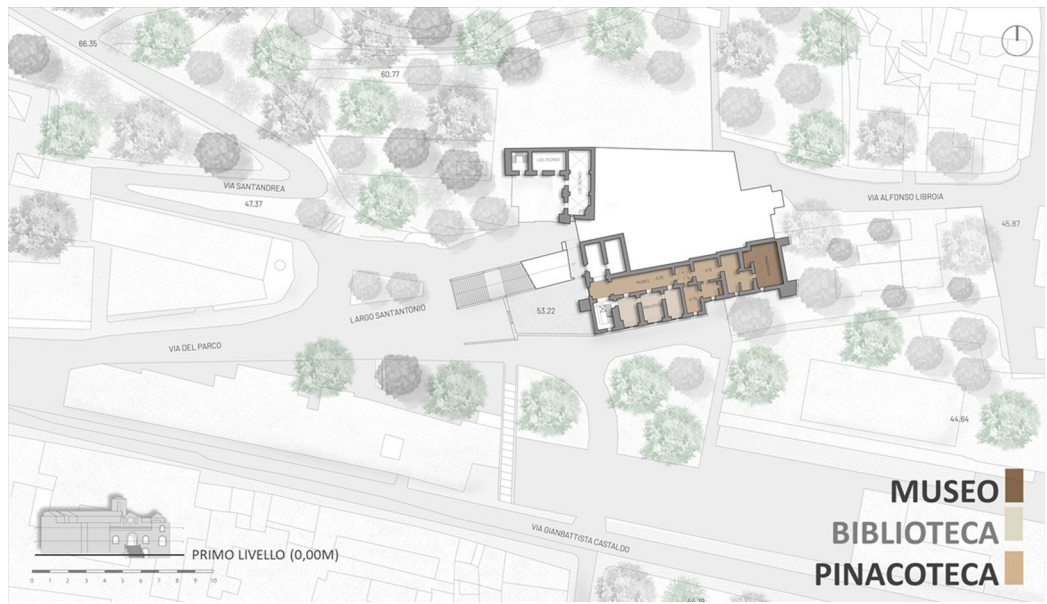


Fig. 1. The complex of Sant'Antonio in Nocera, today. Drawings by arch. A. Matascioli and M. Loffredo.

### **Case study: the Sant'Antonio complex in Nocera**

Located in the municipality of Nocera Inferiore (SA), the Sant'Antonio complex stands at the foot of the Park Hill, falling into the Casale della Pietraccetta district whose development over time is closely linked to the presence of the religious complex.

The foundation of the building, inserted in a prestigious architectural context given the presence in the immediate vicinity of the most important and ancient emergencies of the city, has fourteenth-century origins. The first structure was built between 1256 and 1290 at the behest of the Filangieri family and remained roughly the same until the first restoration (1563-1580) and the first extensions that took place between the fifteenth and seventeenth centuries commissioned by the Carafa family. The most significant transformations took place following the suppression of the Order with the conversion of the convent into a barracks with the Royal Decree of 1808. With the advent of the Great Wars, the complex continued to maintain its strategic role and to undergo numerous changes. With the return of the monks in 1951, it returned to play its role as a religious and cultural centre, also welcoming new functions such as the Agro Nocerino library. The monks started a series of restorations with the aim of eliminating the alterations that have occurred over time. Due to the 1980 earthquake, the complex suffered serious damage to the roofing system. The tragic event, however, gave rise to a series of consolidation and restoration operations which made the ancient traces layered and buried over time resurface.

Currently the complex is spread over several levels.

The floor at street level includes the museum, the library and the picture gallery.

On the second level it is possible to distinguish:

- the church with a Latin cross plan, single nave, transept and side chapels;
- the actual convent with the priests' cells;
- the sixteenth-century cloister where the life of monks and novices takes place (fig. 1).

For the validation of the research, the historical development of the complex suggested paying attention to the environment of the monastic church due to its consequent articulation and morphological variation. In fact, of all the parts of the complex, it represents the first building system and at the same time the nucleus that has undergone the most significant transformations. A real schedule that turned out to be interesting to investigate due to its aforementioned characteristics. It provides the opportunity to deal with the variety of information content that can be associated with digital models, also in relation to different historical periods, and with the most appropriate ways of communicating and consulting such multilevel data.

### **From the HBIM model to the virtual scene interrogation**

As anticipated, the motivations of the research are the will to test the effective dialogue between systems that in themselves work autonomously and individually so as to originate a more complex 'machine' given by the 'addition' of the precise gears that compose it. Therefore, the parametric digital clone is no longer an informative 3D model that can be interrogated by experts just as VR and game engines are no longer functional for simple and only visualization.

The expected result from the interconnection of these systems is a graphic-informative database, prepared for the case study, in which the three-dimensional model, structured in HBIM logic, is designed as a virtual environment. In it, the cognitive levels associated with the spatial components can be used and interrogated in a totally interactive and immersive way, which can be declined according to the user to whom it is addressed and the objectives of the query. The pursuit of the goal was conducted by setting up a workflow, applied to the church of the Sant'Antonio complex, divided into the phases of: data collection; data restitution; data implementation; use of data.

The first phase was a rich archive research accompanied by the registration of the morpho-metric data of the church conducted with an integration of traditional and image-based

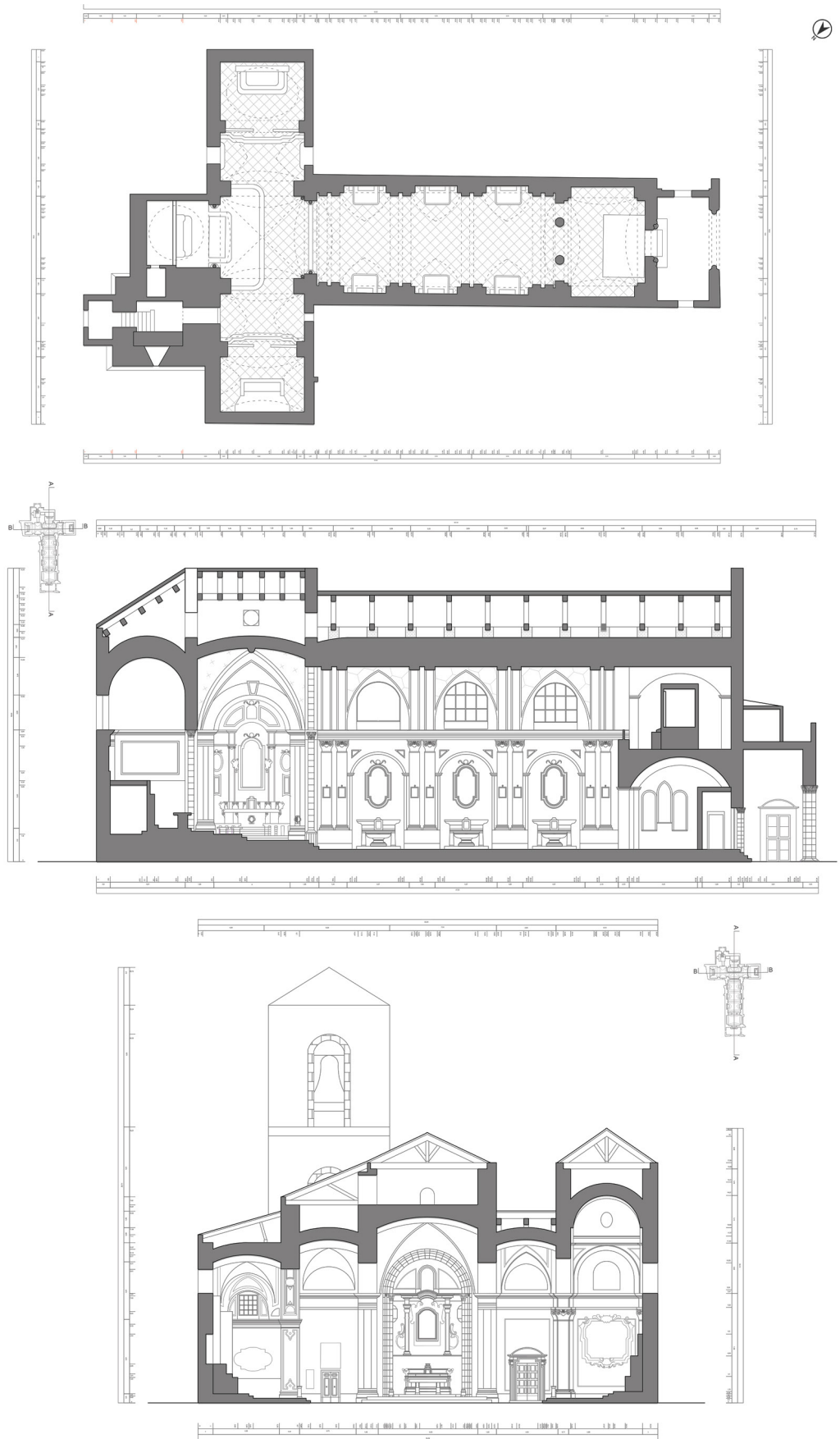


Fig. 2. Some of the two-dimensional drawings extracted from the integrated survey and used as a basis for parametric modelling. Drawings by arch. A. Matascioli and M. Loffredo.



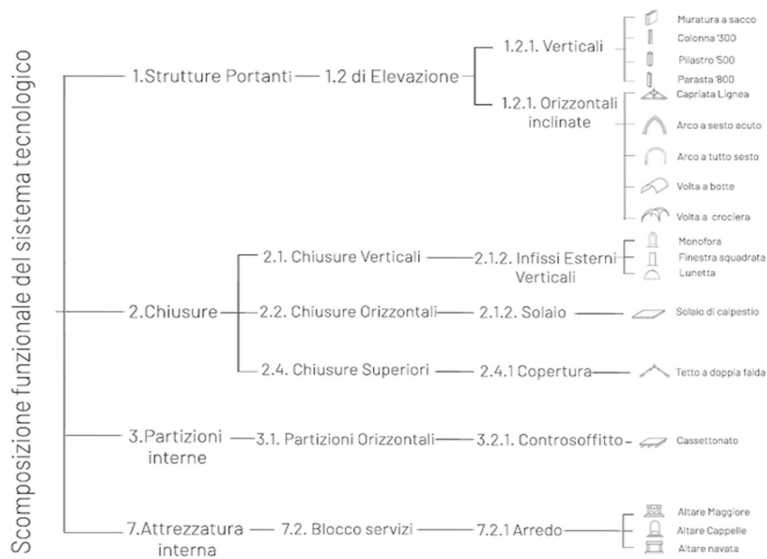


Fig. 3. Abacus of semantic segmentation drawn up for the church of Sant'Antonio. Scheme by the arch. A. Matascioli and M. Loffredo.

survey techniques. The critical examination of all the heterogeneous data collected was deepened with the processing in specific SfM software of a first discretized model in the form of a point cloud. Traditional two-dimensional elaborations have also been extrapolated from it (fig. 2). The materials produced were merged into the subsequent HBIM-type parametric modelling phase in Revit.

As is well known, for the realization of the digital twin, it was necessary to question what were the minimum units, the significant elements into which it is possible to semantically decompose the building. In line with research conducted with rigor on the subject [Bianchini 2021; Scandurra 2017], a semantic segmentation tree was drawn up that identifies the significant forms for the church of Sant'Antonio to be returned as smart-objects in BIM, also taking into

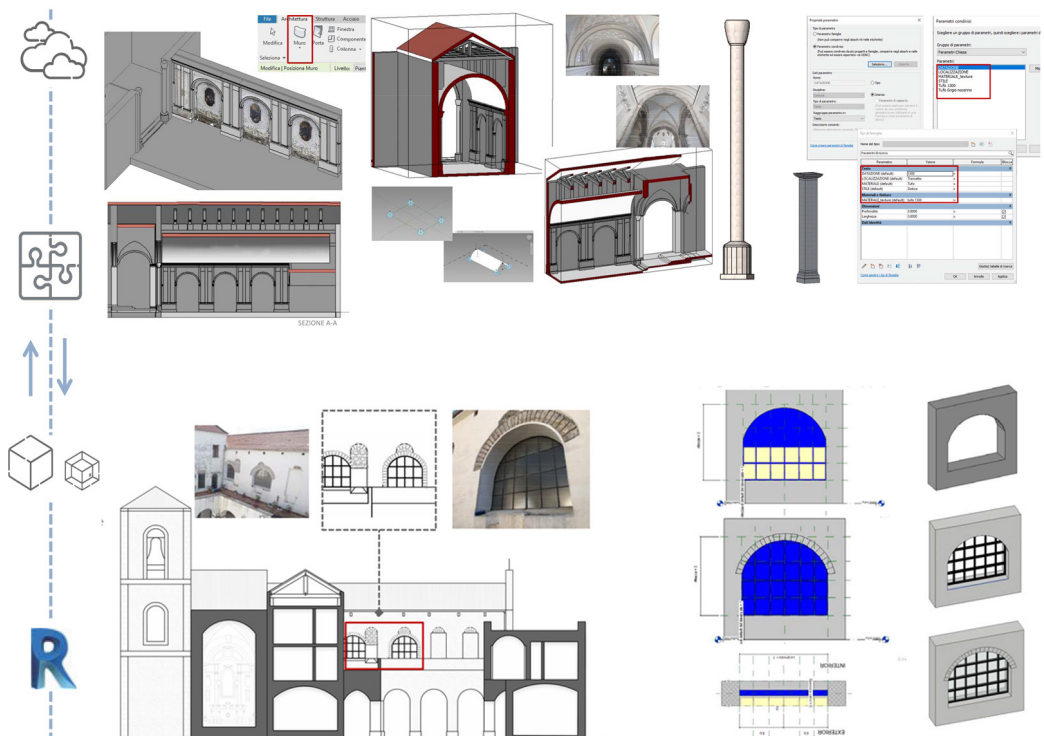


Fig. 4. Modelling and characterization processes of the church's smart-objects, inserted in families created for the historical heritage. Image by the arch. A. Matascioli and M. Loffredo.

consideration the UNI8290 standard of 1981 (fig. 3). It is evident, however, that the semantic decomposition process is always carried out hand in hand with the choice of the LOD. The two phases influence each other, in fact, as the subdivision into macro and micro-elements is connected to the level of detail with which the geometry is to be represented. At the same time this is dependent on the attributes and informative characterizations (LOI) that you want and can connect. Having chosen a LOD300 for the case study in question, the data modelling phase required the preparation of specific families for the elements of the historical complex where not present in the pre-established libraries. Benefiting from studies on the subject [Bagnolo 2021; Allegra 2020; Di Luggo 2018], system families and loadable families were created respectively for walls, slabs, cross vaults, windows with lunettes, Gothic columns and sixteenth-century pillars. In addition to geometry, instance properties linked to location, dating, material and epoch were also considered in the definition of the parametric objects, as these attributes are the heart of the interoperability check (fig. 4). The third phase, that of data implementation, focused on the creation of the virtual environment. Using the Datasmith plugin for Revit, the HBIM model was imported into the Unreal Engine environment, set up using the collab viewer template suitable for navigation and interaction for desktop and VR platforms. Through Datasmith, all the instance properties of the individual Revit elements have been transformed into Static Mesh Actors metadata, like the classic texture and material information, confirming the interoperability between the two platforms. In addition, through the VPL blueprints it was possible to deepen the information query of each element by programming and choosing the most intuitive and direct way to view the metadata. Taking advantage of the visual scripting, a consultation mode has been set up so that by clicking on each element that makes up the model it is possible to view its attributes directly on the screen, without having to reach the specific area of the Detail browser (fig. 5). At the same time, an animated simulation of the morphological evolutions that the church has undergone over time was designed with the blueprints, using the logic of the Revit comparative phases filter (fig. 6). Finally, the question was raised about the ways in which the data can be used and interrogated. Depending on the possible different study needs to be met, the investigation hy-

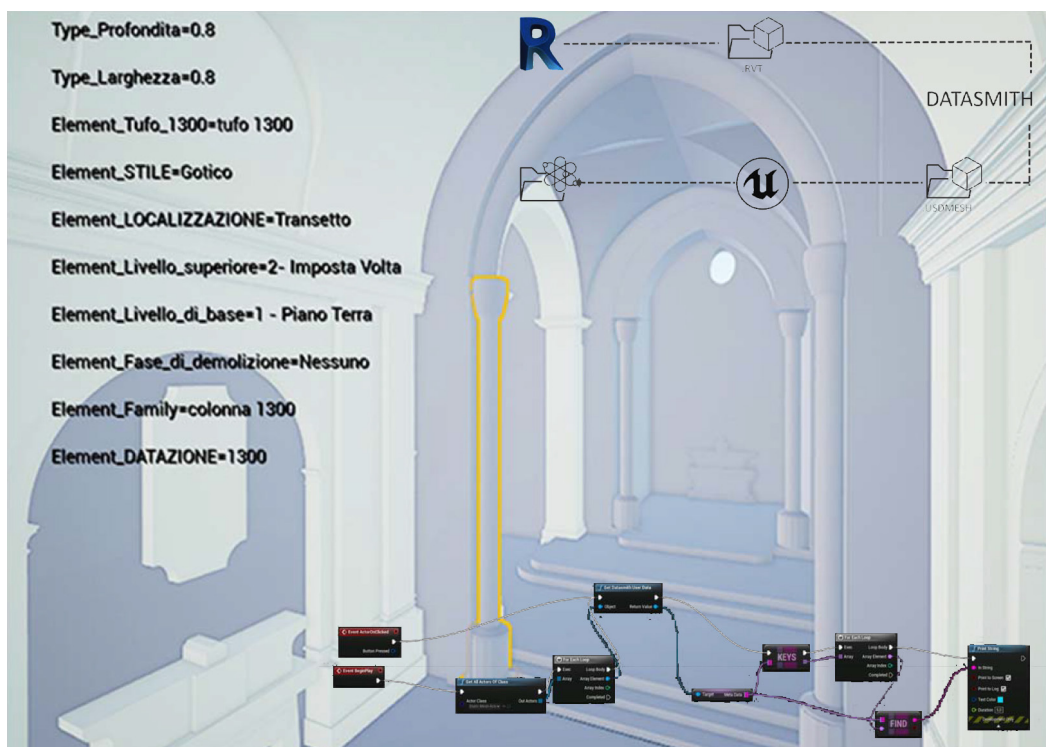


Fig. 5. Visual scripting of the instance attributes in a gaming environment. Image by the arch. A. Matascioli and M. Loffredo.

pothesized the possibility of consulting the data through: 1. reading traditional drawings; 2. the use of the model through desktop solutions with an in-depth analysis of the data in a “partial” immersive mode due to the fact that, even if immersed in the first-person scene in “player” mode, the monitor filter does not allow total perception the physical space of the model; 3. the interaction with the model through VR viewers and handlebars with which to experience a completely immersive and interactive reality in real time.

## Conclusions

The research, focused on the case study of the Sant’Antonio Complex, has validated the interoperability between HBIM models and game engines, interrogated and enjoyed through immersive experiences in real time. The study has tried to answer some basic questions: 1. the data that can be structured, managed and used are metadata, i.e. a data that from the purely geometric dimension is enriched with information levels strictly connected with the specificities of the stratification of the built historical; 2. the query of the graphic-informative database must necessarily be articulated and declined to adapt to the type of user and therefore, for example, allow to consult traditional texts and information sheets, photos, videos, manipulate 3D models in an augmented or in first person, immersed in digital environments; 3. the combination of different systems, HBIM models and game engine with VR, opens up new scenarios that enrich the architectural discipline.

Smart models show that they are increasingly tools capable of supporting different approaches for the management of architectural heritage thanks to the elements made available by gaming software. Think of the potential of such integrated systems for defining restoration, maintenance and facility management actions thanks to the possibility they offer to simulate actions, train construction site safety experts with direct interaction with the model and more. On these issues, studies must obviously continue, delving even further into the possible link between HBIM and XR to make the components nowadays placed side by side, part of a single cognitive and dissemination process.

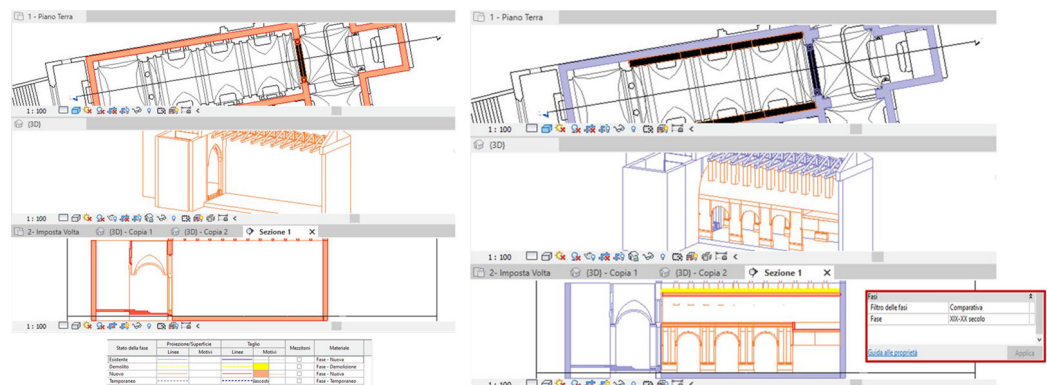


Fig. 6. Simulation of the historical transformations of the church of Sant’Antonio in a gaming environment, in accordance with the phase filter of BIM authoring software. Image by the arch. A. Matascioli and M. Loffredo.

## Notes

[1] The research was developed as a master's degree thesis by arch. A. Matascioli and M. Loffredo, supervisor prof. M. Campi, co-supervisor arch. V. Cera. Department of Architecture of the University of Naples Federico II.

## References

- Allegra V. et al. (2020). SCAN-TO-BIM for the management of heritage buildings: the case study of the Castle of Maredolce (Palermo, Italy). In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. XLIII-B2-2020, pp. 1355-1362.
- Bagnolo V., Argiolas R. (2021). Scan-to-BIM Process Versus 3D Procedural Modelling of Gothic Masonry Vaults. In C. Bolognesi, D. Villa (Eds.). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, pp. 17-32. Cham: Springer.
- Banfi F. (2020). HBIM, 3D drawing and virtual reality for archaeological sites and ancient ruins. In *Virtual Archaeology Review*, n. 11 (23), pp. 16-23.
- Bianchini C., Potestà G. (2021). BIM for Built Cultural Heritage: Semantic Segmentation, Architectural Stratification and LOD of the Baptistery of San Giovanni in Florence. In: C. Bolognesi, D. Villa (Eds.). *From Building Information Modelling to Mixed Reality*, pp. 1-15. Cham: Springer.
- Brusaporci S. et al. (2019). Per una riflessione teorico-metodologica sulla procedura HBIM di modellazione informativa dei beni architettonici. In P. Belardi (a cura di) *Riflessioni. L'arte del disegno/il disegno dell'arte*. Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Perugia, 19-20-21 settembre, pp. 449-456. Roma: Gangemi Editore.
- Davidson J. et al. (2020). Integration of VR with BIM to facilitate real-time creation of bill of quantities during the design phase: a proof-of-concept study. In *Frontiers of Engineering Management*, n. 7, pp. 396-403.
- Di Luggo A. et al. (2018). Sistemi voltati nei processi cloud to BIM. In Empler T., Valenti G. M. (a cura di) *3D Modeling & BIM Nuove frontiere*. Workshop. Roma, 18-19 aprile, pp. 162-177. Roma: DEI.
- Di Luggo A. et al. (2020). Theoretical and Methodological Implications in the Information Modelling of Architectural Heritage. In Bolognesi C. M., Santagati C. (Eds.) *Impact of Industry 4.0 on Architecture and Cultural Heritage*, pp. 20-48. USA: IGI Global.
- Empler T., Caldarone A., Fusinetti A. (2019). Leonardo da Vinci: divulgazione delle sue opere attraverso i Serious Game. In P. Belardi (a cura di) *Riflessioni. L'arte del disegno/il disegno dell'arte*. Atti del 41° convegno internazionale dei docenti delle discipline della rappresentazione. Perugia, 19-20-21 settembre, pp. 1553-1562. Roma: Gangemi Editore.
- Pulcrano M. (2020). Modelli digitali interconnessi per ampliare la conoscenza e migliorare la fruizione del patrimonio costruito. In Arena A. et al. (a cura di) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. *Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*, pp. 2604-2621. Milano: FrancoAngeli.
- Santoni A. et al. (2021). HBIM approach to implement the historical and constructive knowledge. The case of the Real Colegiata of San Isidoro (León, Spain). In *Virtual Archaeology Review*, n. 12 (24), pp. 49-65.
- Scandurra S. et al. (2017). Modellazione H-BIM e ricostruzione delle trasformazioni del costruito storico. In *Dienne*, n. 1, pp. 7-19.

## Author

Valeria Cera, Università degli Studi di Napoli Federico II, [valeria.cera@unina.it](mailto:valeria.cera@unina.it)

To cite this chapter: Cera Valeria (2021). L'interoperabilità tra software BIM e gaming. Una sperimentazione aperta per l'architettura storica/Interoperability between BIM and Gaming Software. An Open Experimentation for Historical Architecture. In Arena A., Arena M., Mediati D., Raffa P. (a cura di) *Connettere. Un disegno per annodare e tessere. Linguaggi Distanze Technologie*. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Connecting. Drawing for weaving relationship. *Languages Distances Technologies. Proceedings of the 42th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2181-2198.