

THE EARTHEN ARCHITECTURE AND STANDARD REQUIREMENTS

“Un muro costruito con mattoni crudi riesce giovevole alla salute degli abitanti dell’edificio, resiste ottimamente agli incendi e non subisce soverchio danno dai terremoti ..” (L.B. Alberti, De re aedificatoria)

Foreword

The current regulatory framework that controls and legitimate construction activity in Italy is greatly lacking if referred to the development of tools for the discipline of earthen buildings; the Testo unico per l’edilizia (DPR 380/2001) indicates the allowable building systems, as already outlined in the previous Law. 64 of February 1974, including those contemplating masonry regardless of the materials in the masonry. It would be legitimate to note that the construction in Adobe may be considered as masonry at all and therefore they fall within the masonry construction techniques that are legalized both for the purposes of conservation work and for new construction. Some regional regulations are more specific, as a result of the law n.378/2003 that delegates the regions for the protection of the heritage of the rural local rules; instruments have been introduced for the purpose of enhancement of earth construction in their territory.

Looking at the map of the spatial distribution of earthen buildings in Italy is noted that these are widely present in most of the peninsula and in particular in Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Marche, Abruzzo, Basilicata, Calabria and Sardegna; to a lesser extent also in Umbria and Toscana.

However, only very few regions have set up regulatory instruments for such specific assets. In the international context historical, or contingent, reasons produced a more careful transfer through the time of the dictates of a so ancient building technique until reaching, in recent times, the approval of a harmonized building code.

The attention to earthen building in Italy takes shape and voice in the last decade, as an expression of a matured cultural and scientific attitude liable to the heritage of the buildings, to the techniques of building which is so rich and varied in our country.

The earthen construction represents one of the many faces that the architecture assumes in Italy, perhaps one of the earliest responses to the needs of settlement that combines the instances of economics resource with the local manufacturing techniques honed over time and which gave rise to a large architectural repertoire of great iconographic value. A wide

literature provides documentary evidence of the practice of building in different geographical areas of the Italian territory as well as in many other countries (just to name a few: France, Germany, Spain, China, Brazil, Pakistan, Mali) where we find examples of poor architecture but also very refined expressions of earthen construction.

For a practice as widespread as ancient do not correspond a wide diffusion of manuals along the times neither a specific legislation except for very few texts that are spread in France and Germany between the end of '700 and the beginning of '800. The lack of written reference for the earthen construction has affected the lack of regulatory instruments that lasted until today; indeed the treatises that, at least in Europe, documents the characteristics of this architecture can be traced back mainly to the works of François Cointeraux (1791) *Trait sur la construction et des manufactures maison de campagne*. In Italy, the largest contributor to the spread of earthen construction techniques is the work of Giuseppe Del Rosso, who in 1789 published the Manual of Construction Practice and Economics of the art of building by highlighting the experiences in French and Italian areas.

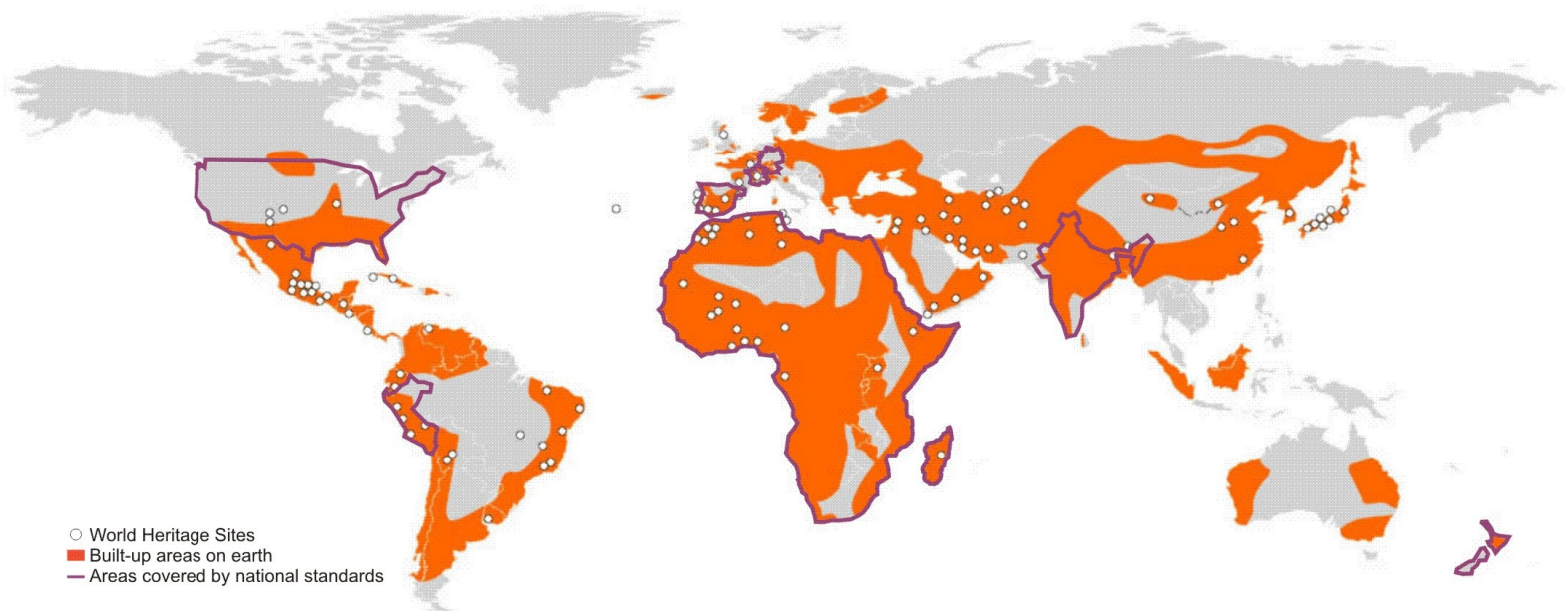


Fig. 1 - Map of the world earthen buildings distribution

In Germany, in 1822, the government inspector for construction Sachs draws up the booklet Instructions for earthen construction with application to all types of urban and rural buildings in order to help spread the canons of an economical and safe construction practice with precise instructions to limit the use of wood that makes buildings too vulnerable to fire: "..... I would like a manual for farmers and builders to construct buildings dry, warm, fire-retardant and extremely cheap". The innovations brought by the Industrial Revolution in the construction industry are also at the basis of the lack of interest towards the normalization of earth buildings considered a "non-engineered" technology.

Despite this lack of roles, the practice of the earthen construction continues until the Second World War, especially in Germany, where it has been strengthened a systematic process of development of all building techniques in clay, which is widely used to restore housing to disaster victims of war in order to face the serious shortage of materials and resources produced by the war. The close correlation between the lack of textbooks and systematic studies on earth construction and the lack of industry standards decreed in fact an inability to continue to build with these techniques, failing, essentially, reference tools and technical legislation which authorize and empower the construction works.

The renewed interest in earthen architectures that manifests itself in the '80s is motivated by a more mature sensibility to the traditional heritage and the growing attention to the issue of energy, produces a line of research and testing of the earthen building that lays the foundation for the creation of normative and scientific tools with the aim to achieve a goal of normalization of the interventions. In Italy the will is manifests precisely to fill a gap in the law that prevents the recovery of this construction technology. In this condition of lack of rules the initiative of the deputy Lion attempts to give an answer, he proposed a law design to supplement the text of the law of 2 February 1974 n. 64 in favor of earthen buildings; stemming from this repeated other proposals in both the Camera and the Senato that collect favorable opinions of the various parliamentary committees but to date have not yet led to the adoption of a legal text.

The rules context

The earthen architectures can take highly variable characteristics in relation to the territory from which they are the product, referring both to the quality of the available resources and to the different environmental conditions and needs of users; therefore we want to examine the regulatory technical tools developed to regulate these buildings in different geographic areas where these construction techniques have particularly affected the tradition of building up to develop a reference manuals.

As already mentioned, although the earthen construction is widely spread throughout the world as a poor resource, not the same there are written codes of practice; the regulatory landscape is very fragmented because it is largely made up of address documents without

Standards				
	country	document	year	title
Earth / Earth Block / Compressed Earth Block	Africa	ARS 670 - 683:1996	1996	Compressed earth blocks: Standard for terminology, Standard for definition, Technical specifications, Code of practice, Standard for classification
	France	AFNOR XP P13-901	2001	Blocs de terre comprimée pour murs et cloisons : définitions - Spécifications - Méthodes d'essais - Conditions de réception
	Germania	Lehmbau Regeln	2009	Lehmbau Regeln
		DIN 18945 (2013-08)		Earth Blocks - Terms And Definitions, Requirements, Test Methods
		DIN 18946:2013-08	2013	Earth masonry mortar - Terms and definitions, requirements, test methods
		DIN 18947:2013-08	2013	Earth plasters - Terms and definitions, requirements, test methods
	India	IS 13827	1993	Improving earthquake resistance of earthen buildings - Guidelines [CED 39: Earthquake Engineering]
	Kyrgyzstan	PCH-2-87	1988	
	New Zeland	NZS 4299	1998	Earth buildings not requiring specific design [Building Code Compliance Documents B1 (AS1), B2 (AS1), E2 (AS2)]
		NZS 4297	1998	Materials & Workmanship for Earth Buildings
	Peru	NTE 080	2000	Reglamento Nacional De Construcciones - Norma Técnica De Edificación Adobe ¹
	Spain	UNE 41410	2008	Bloques de tierra comprimida para muros y tabique. Definiciones, especificaciones y metodos de ensayo.
USA	ASTM E2392 / E2392M	2010	Standard Guide for Design of Earthen Wall Building Systems	
Zimbabwe	SAZS 724	2012	Rammed earth structures — Code of practice	
Compressed Stabilised Earth Block	Brazil	NBR 8491 NBR 8492	2012	Tijolo de solo-cimento — Requisitos Tijolo de solo-cimento — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio
		NBR 10833 NBR 10834 NBR 10836	2013	Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio
		NBR 12023 NBR 12024 NBR 12025	2012	Solo-cimento — Ensaio de compactação Solo-cimento — Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos — Procedimento Solo-cimento — Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos — Método de ensaio
		NBR 13553 NBR 13554 NBR 13555	2012	Materiais para emprego em parede monolítica de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos Solo-cimento — Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem — Método de ensaio Solo-cimento — Determinação da absorção de água — Método de ensaio
	Columbia	NTC5324	2004	Ground blocks cement for walls and divisions. Definitions. Specifications. Test methods. Conditions of delivery (<i>traduzione della norma sperimentale francese AFNOR XP P13-901</i>)
	India	IS 1725	1982	Specification for soil based blocks used in general building construction
	Kenya	KS02 1070	1993	Specification for stabilised soil blocks
	Nigeria	NIS 369	1997	Standard for stabilized earth bricks
	Sri Lanka	SLS 1382 part 1-3	2009	- Compressed stabilized earth blocks Part 1-Requirements - Compressed stabilized earth blocks Part 2- Test methods - Compressed stabilized earth blocks Part 3- Guidelines on production, design and construction
	Tunisia	NT 21.33	1996	Blocs de terre compri mée ordinaires - spécifications techniques
	Tunisia	NT 21.35	1996	Blocs de terre comprimée - définition, classification et désignation
	Turkey	TS 537, 2514,2515	1985-97	

Tab. 1a

Normative Document				
Earth block / Compressed stabilised earth block	Australia	CSIRO 5	1995	Earth-wall construction ²
	Australia	HB 195-2002	2002	Australian earth building handbook
	Spain	MOPT Tapial	1992	Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
	Switzerland		1994	Regein zum bauen mit lehm

Tab. 1b

Building code				
Earth / Earth block	Nigeria	NBC 1023	2006	
	USA	UBC - SEC 2405	1982	Uniform Building Code Standards
	New Mexico	14.7.4 NMAC	2009	NEW MEXICO EARTHEN BUILDING MATERIALS CODE

Tab. 1c

Draft				
Compressed stabilised earth block	India	proposed revision for IS 1725	2007	stabilised soil blocks used in general building construction : specification : clarifications for the points raised regarding proposed revision for the IS 1725 code
	India	proposed revision for IS 1725	2007	stabilised soil blocks used in general building construction : specification : revised draft (incorporating the committee recommendations)

Tab. 1d

		Object	Terminology and classification	Manufacturing process	Characteristics of the product	Building techniques	System requirements / performance	Test methods	Anti-seismic criteria	Quality control
Africa	ARS 670 - 685:1996	Compressed earth blocks - Earth mortars	x	Code of practice for the production of compressed earth blocks	Ordinary compressed earth blocks Facing compressed earth blocks Ordinary earth mortars Facing earth mortars	Code of practice for the assembly of compressed earth block masonry Code of practice for the preparation of earth mortars		Standard for classification of material identification tests and mechanical tests		
France	AFNOR XP P13-001	Compressed earth blocks	x		Characteristics of the constituents Geometric characteristics of the blocks Physical characteristics of the blocks Mechanical characteristics of the blocks			Geometric characteristics Capillarity Dimensional variations between extremes conventional statements Resistance to dry compression Wet compression strength Abrasion resistance		
Germany	DIN 18945 (2013-08)	Earth Blocks	x	Raw materials and production	Form Pits and lands (internal geometry) Dimensions Formats Content of harmful salts Density Compressive strength Deformation behavior under load Behavior under humidity and frost Resistance to water vapor diffusion Thermal conductivity Reaction to fire			Shape, dimensions and drilling Density Compressive strength Form of Young Behavior under humidity and frost Resistance to water vapor diffusion Reaction to fire material / construction		Certification of compliance External monitoring and certification by a recognized body Certificate of compliance ROHS Declaration of conformity Product data sheet
	DIN 18946:2013-08	Earth masonry mortar	x		Density Compressive strength Adherence Shear strength Resistance to water vapor diffusion Reaction to fire material / construction		Requirements for on-site processing Properties of the wall of fresh mortar Properties of solid mortar			Inspection and certification by a recognized body Certificate of Compliance Declaration of Conformity Product Data Sheet
	DIN 18947:2013-08	Earth plasters	x		Density Flexural and compressive strength Adherence Resistance to water vapor diffusion Reaction to fire material / construction		Requirements for on-site processing			Factory production control by the manufacturer Declaration of conformity
India	IS 13827	Earthen buildings							Seismic strengthening of bearing wall buildings Internal bracing system Holdfasts to the wall	
New Zealand	NZS 4297	Engineering design of earth buildings	x			Adobe, pressed brick, poured earth or rammed earth and which contain clay and silt and which rely on the clay and silt particles present to achieve satisfactory performance with or without chemical stabilization	Performance criteria Design requirements		Earthquake loads are analysed	
	NZS 4298:	Earth Buildings	x	Requirements for the materials and workmanship requirements for the use of unfired earth		Adobe, pressed earth brick, rammed earth or poured earth.	Requirements for rammed earth Requirements for adobe bricks Requirements for pressed brick Requirements for CINVA bricks Requirements for poured earth		Mode of walls at large deformation	
	NZS 4299	Earth buildings not requiring specific design	x			Adobe, pressed earth brick or rammed	Performance criteria Design requirements		Minimum bracing demand for earthquake zone factor > 0.6 Bond beams with structural diaphragms where earthquake zone factor ≤ 0.6	
Peru	NTE 080	Earth buildings	x			Simple adobe or stabilized	Features, performance and design		Seismic behavior of adobe buildings	
Spain	UNE 41410	Compressed earth blocks	x		Size and tolerance, configuration, density, features of the constituents, compressive strength, resistance to cycles of wet / dry, erosion resistance, resistance to the widespread resistance to cycles of freezing / thawing, thermal properties, water vapor permeability, raione fire, grip.		Use and durability		Compressive strength Umetacion test / drying Swinburne accelerated erosion test (sael) Test water absorption by capillarity Resistance to freeze / thaw	
USA	ASTM E2392 / E2392M	Earthen Wall Building Systems				Adobe, rammed earth, cob, cast earth, and other earthen building technologies used as structural and non-structural wall systems	Technical requirements* and considerations for sustainable development			
Zimbabwe	SAZS 724	Rammed earth structures	x					The 'roll' test Drop' test The formwork deformation test The compressive strength test The wall density test Erosion test Render adhesion test		

Tab. 2

character of standard, mostly referred at specific aspects of earth construction. The recent publication of the study by M. Hall, R. Lindsay, M. Krayenhoff (Elsevier 2012) gives a comprehensive overview of the current state of the global regulatory framework of these construction techniques by examining 33 regulatory documents from 19 different countries with different level of technical study; from this study it shows that only in a few countries there are regulatory instruments shared by local standards bodies and international terminology is not yet generally

accepted, a prerequisite for a regulatory instrument. The framework defined by Hall et al. must to be updated with the last publication in Germany of the three standards DIN 18945, 18946 and 18947 in 2013, the product of a strong building tradition and manuals. It is instead still lacking the Australian standard that, although the Australian Standards Authority has already published in 2002 the code Australian Earth Building Handbook HB 195-2002, it has not to date received the patronage by the expert committee (Standards Australia Committee

BD-083) and therefore does not have the character of the norm. In the UK the earthen construction dates back to the Roman conquest and passed up to the 18th and 19th century, as documented by publications on rural housing. Although the construction industry has long been devoted to the research of materials and construction techniques with low environmental impact and numerous studies have been conducted at the Universities of Bath and Sterling on the maintenance and benefits of earth construction; however, the British Standard still not has a

normative document in this regard. Some indications about the use of stabilized earth in compliance with the Building Regulations for England and Wales (2000) - Building Regulations (2000) for England and Wales - are reported in the study conducted at the Planning Department of Chesterfield Borough Council, and published by Hall Djerbib M & Y (2004) Construction and Building Materials. Recall that the International Standards Organization (ISO) distinguishes between "standard" and "normative documents" in this way:

- *A standard is a document, established by consensus and approved by a recognized body, that provides, for common and repeated use, rules, guidelines or characteristics for activities or their results, aimed at the achievement of the optimum degree of order in a given context.Standards should be based on the consolidated results of science, technology and experience, and aimed at the promotion of optimum community benefits (ISO definition).*
- *A normative document is a document that provides rules, guidelines or characteristics for activities or their results (ISO definition).*

The research conducted on the production of normative texts for the construction and conservation of the earthen buildings returned a very fragmented landscape both for the techniques considered that for the level of detail with which they are treated. Tables 1a, b, c, d return the list of standards found as well as all the relevant documents and codes of practice recognized at the local level (Standards, Regulations document, Building Code, draft); they are classified in relation to the object used as a reference for each document and by distinguishing between construction: Earth / Earth Block / Compressed Earth Block, Compressed Stabilised Earth Block. In order to be able to make a comparison between the different regulatory approaches, we refer exclusively to the standards of the countries that have transferred the concepts and best practices in standard tools recognized by the National Standards Bodies or equivalent authorities aimed in particular to the earthen building or in blocks of rammed earth, excluding the techniques with the use of stabilizers. The standards are considered to be analyzed in relation to the object of the rule and the instructions provided for: manufacturing process, characteristics of the product, building techniques, system requirements / performance, test methods, anti-seismic criteria, quality control (see Table 2) . Picture 1 shows the relationship between the spread of earthen buildings and the areas where these buildings are regulated by national standards; a certain approximation, however, concerns the specificity of the provisions of the standards which have highly variable levels of detail. We must also observe a difference between the identification of protected sites and the presence of harmonized standards, it is still lacking not only in reference to the world heritage in general, but also with respect to the location of areas recognized as world heritage.

Comments

The standards are analyzed in general a certain lack of homogeneity of the object of the first rule that is generally targeted only to certain construction techniques, while only a few institutions have taken into account a broader repertoire of achievements on the ground. In this regard it should be noted that the document is the most comprehensive standard that includes requirements for New Zealand building materials and structural design issues and durability of the building and for the construction blocks of land for those in compacted earth.

The rules for compressed earth blocks (Africa, France, Germany, Spain), while limiting the scope of a single technique, they also provide specific guidance on the production process, the product requirements and test methods; also give some indications on the correct implementation of the system construction, mortars and plasters and also identify the procedures for the certification of Quality. Regarding the seismic performance, only few standards give specific indications such as New Zealand and the Zimbabwe; a special case is India where there is a specific standard for improving the seismic performance of the earthen buildings. Over the past ten years it has seen a significant increase in the sector of the standard production also linked to the growing environmental crisis that has produced a renewed interest in low-impact construction techniques. The study of the ASTM (American Society for Testing and Materials) believes that the earthen buildings non stabilized are more energy efficient than burned or stabilized soils with additives or wood; and can therefore act as an alternative to other construction techniques. The considerations for sustainable development related to earthen wall building systems are categorized as follows: materials (feedstock product), manufacturing process, operational performance (product installed), and indoor environmental quality (IEQ).

Bibliography

M Hall, R Lindsay, M Krayenhoff (edited by, 2012), *Modern Earth Buildings: Materials, Engineering, Constructions and Applications*, Elsevier.

J. Cid, F. R. Mazarrón, I. Cañas (2011), *The earth building normative documents in the world*, Informes de la Construcción.

CDI - CRATerre-EAG (1998), *Compressed earth blocks standard*

Curia O. (edited by, 2013), *Tecniche di costruzione in terra cruda. Tradizione e innovazione in Italia*, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

Crocker E. (2000) *Earthen Architecture and Seismic Codes; Lessons From the Field*, Trustee, US/ICOMOS

Mattone R. (2003), *La terra cruda, tra tradizione e innovazione*, Costruire in Laterizio, 92, pp. 70-77.

Achenza M. e Sanna U. (2008) *Il manuale tematico della terra cruda*, collana I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, Roma, DEI;

Avrami E., Guillaud H. and Hardy M. (edited by, 2008) *Terra Literature Review. An Overview of Research in Earthen Architecture Conservation*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Cid J., Mazarrón F. R., Cañas I. (2011) *Las normativas de construcción con tierra en el mundo. The earth building normative documents in the world*, Informes de la Construcción, Vol. 63, 523, 159-169.

Jaqu P. A., C. E. Augarde, Gallipoli D. and Toll D. G. (2009) *The strength of unstabilised rammed earth materials*, *Geotechnique* 59, No. 5, 487-490 [doi: 10.1680/geot.2007.00129]

National Standards:

ARS 670 - 683:1996 - African Organisation for Standardisation - ARSO

AFNOR XP P13-901 - Association française de normalisation - AFNOR

Lehmbau Regeln (1999) - Dachverband Lehm e.V.

DIN 18945 (2013-08) - Deutsches Institut für Normung - DIN

DIN 18946:2013-08 - Deutsches Institut für Normung - DIN

DIN 18947:2013-08 - Deutsches Institut für Normung - DIN

IS 13827 - BUREAU OF INDIAN STANDARDS - BIS

PCH-2-87 - Kyrgyzstan

NZS 4297 - Standards New Zealand

NZS 4298 - Standards New Zealand

NZS 4299 - Standards New Zealand

NTE 080 - Perú, Lima

UNE 41410 - Asociación Española de Normalización y Certificación - AENOR

ASTM E2392 / E2392M - American Society for Testing and Materials - ASTM

SAZS 724 - Standards Association of Zimbabwe - SAZ

National building code

NBR 8491-8492 - National Brazilian Standards

NBR 10833-36, 12023-25, 13553-55 - National Brazilian Standards

NTC5324 - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC

IS 1725 - Indian Standard

KS02 1070 - Kenya Bureau of Standards

NIS 369 - Standards Organisation of Nigeria

SLS 1382 part 1-3 - Sri Lanka Standards Institution

NT 21.33, 21.35 - Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle (Tunisia) - INNORPI

TS 537, 2514,2515 - Turkish Standards Institution

CSIRO 5 - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - CSIRO

LE ARCHITETTURE IN TERRA CRUDA E LE PRESCRIZIONI NORMATIVE

Premessa

L'attuale quadro normativo che controlla e legittima l'attività edilizia in Italia risulta fortemente carente rispetto alla elaborazione di strumenti per la disciplina delle costruzioni in terra cruda; il Testo unico per l'edilizia (D.P.R. 380/2001) indica i sistemi costruttivi ammissibili, così come già individuati nella precedente legge n. 64 del febbraio 1974, contemplando tra questi quelli in muratura senza distinzione dei materiali che costituiscono l'opera muraria. Sarebbe pertanto legittimo osservare che le costruzioni in Adobe possono essere considerate a tutti gli effetti murature e quindi rientrano tra le tecniche costruttive legalizzate sia ai fini degli interventi conservativi che di nuova realizzazione. Sono più specifiche alcune normative regionali che, a seguito della legge n.378/2003 che delega le regioni alla tutela del patrimonio dell'architettura rurale locale, hanno introdotto strumenti e disposizioni ai fini della valorizzazione delle costruzioni in terra presenti sul proprio territorio. Osservando la mappa della distribuzione sul territorio italiano delle costruzioni in terra cruda si rileva che queste sono diffusamente presenti in gran parte della penisola ed in particolare in Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Marche, Abruzzo, Basilicata, Calabria e Sardegna, in misura minore anche in Umbria ed in Toscana. Tuttavia solo pochissime regioni hanno predisposto strumenti normativi per tale specifico patrimonio. In ambito internazionale ragioni storiche, o contingenti, hanno prodotto un più attento trasferimento attraverso il tempo dei dettami di una tecnica costruttiva così antica

sino a giungere, in tempi recenti, all'approvazione di un corpus normativo disciplinare di base. L'attenzione per la costruzione in terra cruda in Italia prende corpo e voce nell'ultimo decennio, quale espressione di un maturato atteggiamento culturale e scientifico responsabile nei confronti del patrimonio delle costruzioni, delle tecniche del costruire e dell'abitare così ricco e vario nella nostra penisola.

La costruzione in terra cruda rappresenta uno dei tanti volti che assume l'architettura in Italia, forse una delle risposte più antiche alle esigenze insediative che coniuga istanze di economia delle risorse locali con tecniche realizzative affinate nel tempo e che hanno dato vita ad un vasto repertorio di architetture di grande valenza iconografica. Un'ampia letteratura documenta questa pratica del costruire in diverse aree geografiche del territorio italiano così come in moltissimi altri paesi (solo per citarne alcuni: Francia, Germania, Spagna, Cina, Brasile, Pakistan, Mali) ove ritroviamo esempi di architettura povera ma anche espressioni molto raffinate di costruzioni in terra cruda. Ad una pratica tanto diffusa quanto antica non corrisponde una manualistica storicamente divulgata né una normativa specifica se non limitatamente a pochissimi testi che trovano diffusione in Francia ed in Germania tra la fine del '700 e l'inizio dell'800. La carenza di testi scritti di riferimento per le regole della costruzione in terra cruda ha inciso sulla mancanza di strumenti normativi che si è protratta sino ai giorni nostri; in effetti la trattatistica che, almeno in Europa, documenta i caratteri di questa architettura si riconduce principalmente alle opere di François Cointeraux (1791) *Trait sur la construction des manufactures et maison de campagne*. In Italia il maggior contributo alla diffusione delle tecniche costruttive in terra cruda si deve all'opera di Giuseppe Del Rosso che nel 1789 pubblica il manuale di costruzioni *Pratica e Economia dell'arte di fabbricare* dando rilievo alle esperienze in ambito francese e italiano. In Germania, nel 1822, l'ispettore governativo per le costruzioni Sachs redige l'opuscolo *Istruzioni per la costruzione in terra con applicazione a tutti i tipi di edifici urbani e rurali al fine di contribuire a diffondere i canoni di una pratica costruttiva economica e sicura con precise indicazioni per limitare l'uso del legno che rende gli edifici troppo vulnerabili al fuoco*: "..... vorrei un manuale per i costruttori e gli agricoltori per costruire edifici asciutti, caldi, ignifughi ed estremamente economici...". Le innovazioni portate dalla Rivoluzione Industriale nel settore delle costruzioni sono anch'esse alla base dello scarso interesse verso la normalizzazione delle costruzioni in terra considerate una tecnologia "non ingegnerizzata". Nonostante tale vacanza normativa la pratica delle costruzioni in terra continua fino al secondo dopoguerra, specialmente in Germania, dove si è rafforzato un processo sistematico di sviluppo di tutte le tecniche costruttive in terra cruda, che trova ampia applicazione per restituire alloggi ai sinistrati di guerra fronteggiando così la grave carenza di materiali e di risorse prodotta dal conflitto bellico. La stretta correlazione tra la carenza di manuali e studi sistematici sulle costruzioni in terra e la mancanza di norme di settore decreta di fatto una impossibilità a continuare a costruire con queste tecniche, venendo meno, in sostanza, gli strumenti di riferimento tecnici e legislativi che autorizzano e legittimano le opere edili. Il rinnovato interesse per le architetture in terra che si manifesta negli anni '80 motivato da una più matura sensibilità verso il patrimonio tradizionale e dalla crescente attenzione verso la questione energetica, produce un filone di ricerca e sperimentazione della costruzione in terra che getta le basi per la costituzione di un corpus disciplinare scientificamente definito teso a raggiungere un obiettivo di normalizzazione degli interventi. La volontà che si manifesta è appunto quella di colmare una lacuna normativa che in Italia impedisce il recupero di questa tecnologia costruttiva. A questa condizione di vacanza normativa tenta di dare risposta l'iniziativa del deputato Lion che presenta una proposta

di legge volta ad integrare il testo della legge 2 febbraio 1974, n. 64 a favore delle costruzioni in terra cruda; fanno seguito a questa ripetute altre proposte sia alla Camera che al Senato che raccolgono pareri favorevoli delle diverse commissioni parlamentari ma non hanno ancora ad oggi portato all'approvazione di uno strumento normativo di riferimento.

Il contesto normativo

Le architetture in terra possono assumere caratteristiche estremamente variabili in rapporto al territorio di cui sono il prodotto sia per la qualità delle risorse disponibili sia per le differenti condizioni ambientali ed esigenze di utenza, si vogliono pertanto esaminare gli strumenti tecnico normativi messi a punto per regolamentare tali costruzioni nelle differenti realtà geografiche ove il radicarsi di queste tecniche costruttive ha particolarmente inciso sulla tradizione costruttiva sino a sviluppare una manualistica di riferimento. Come già anticipato, benché la costruzione in terra sia ampiamente diffusa in tutto il mondo quale risorsa povera, non altrettanto lo sono i codici di pratica scritti; il panorama normativo appare molto frammentario sia perché costituito in gran parte da documenti di indirizzo non a carattere di norma sia perché riferito per lo più ad aspetti settoriali delle costruzioni in terra. La recente pubblicazione dello studio di M. Hall, R. Lindsay, M. Krayenhoff (Elsevier 2012) restituisce un quadro esaustivo dello stato attuale del quadro normativo mondiale di queste tecniche costruttive prendendo in esame 33 documenti normativi provenienti da 19 paesi differenti con diverso livello di approfondimento tecnico; da questo studio emerge che solo in pochi paesi esistono strumenti normativi condivisi dagli enti di normalizzazione locali e la terminologia internazionale non è ancora generalmente condivisa, prerequisito indispensabile per uno strumento normativo. Il quadro presentato da Hall et al va aggiornato con la successiva pubblicazione in Germania delle tre norme DIN 18945, 18946 e 18947 nel 2013, prodotto di una importante tradizione costruttiva e manualistica. Risulta invece ancora carente lo standard australiano che, sebbene l'ente australiano di normalizzazione abbia pubblicato già nel 2002 il codice *Australian Earth Building Handbook HB 195-2002*, non ha ad oggi ricevuto il patrocinio dalla commissione di esperti (Standards Australia Committee BD-083) e pertanto non ha carattere di norma. Nel Regno Unito la costruzione in terra risale all'epoca della conquista romana e si tramanda sino al 18th e 19th secolo come documentato dalle pubblicazioni sulle abitazioni rurali. Benché l'industria delle costruzioni sia da tempo rivolta alla ricerca di materiali e tecniche costruttive a basso impatto ambientale e numerosi studi siano stati condotti nelle università di Sterling e Bath sulla manutenzione e sui benefici delle costruzioni in terra, tuttavia lo standard britannico non ha ancora un documento normativo a tal riguardo. Alcune indicazioni circa l'uso della terra stabilizzata conforme al Regolamento Edilizio per l'Inghilterra ed il Galles (2000) - *Building Regulations (2000) for England & Wales* - sono riportate dallo studio condotto presso il Planning Department of Chesterfield Borough Council e pubblicato da Hall M & Djerbib Y (2004), *Construction and Building Materials*. Ricordiamo che l'International Standards Organisation (ISO) distingue tra i termini «standard» e «documenti normativi» in questo modo: - la norma è un «documento, stabilita per consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per uso comune e ripetuto, regole, linee guida o caratteristiche per le attività o i loro risultati, finalizzata al raggiungimento del grado ottimale di ordine in un determinato contesto» e «deve essere basata sui risultati consolidati della scienza, tecnologia ed esperienza, e finalizzata alla promozione di benefici per la comunità ottimali»; - un documento normativo è: «documento che stabilisce regole, linee guida o caratteristiche per le attività o i loro risultati» e quindi non ha la stessa portata, né la stessa approvazione, ma può diventare una «norma».

La ricerca condotta in merito alla produzione di testi normativi per la costruzione e conservazione delle costruzioni in terra ha restituito un panorama molto frammentario sia per le tecniche considerate che per il livello di approfondimento con cui le stesse sono trattate. Le tabelle 1a-b-c-d restituiscono l'elenco degli standards trovati nonché di tutti i documenti normativi e codici di pratica riconosciuti a livello locale (Standards, Normative document, Building code, draft) classificati in rapporto all'oggetto preso a riferimento per ciascun documento e distinguendo tra costruzioni in: Earth / Earth Block / Compressed Earth Block, Compressed Stabilised Earth Block. Allo scopo di poter operare un raffronto tra i diversi approcci normativi, faremo riferimento esclusivamente agli standard dei paesi che hanno trasferito le nozioni e le buone prassi in strumenti normativi riconosciuti dagli istituti nazionali di normalizzazione o equivalente autorità rivolti in particolare alla costruzione in terra o in blocchi di terra compattati escludendo le tecniche con uso di stabilizzanti. Gli standard considerati sono analizzati in rapporto all'oggetto della norma ed alle indicazioni fornite per: manufacturing process, characteristics of the product, building techniques, system requirements/performance, test methods, anti-seismic criteria, quality control (cfr. Table 2). L'immagine 1 evidenzia il rapporto tra la diffusione delle costruzioni in terra cruda e le aree in cui tali costruzioni sono regolamentate da standard nazionali; una certa approssimazione riguarda tuttavia la specificità dei dettati normativi che presentano livelli di approfondimento molto variabili. Bisogna anche osservare un certo scostamento tra l'individuazione dei siti protetti e la presenza di norme armonizzate che risulta ancora carente non solo rispetto alla consistenza del patrimonio mondiale in genere ma anche rispetto alla localizzazione delle aree riconosciute come patrimonio mondiale.

Osservazioni

Gli standard analizzati presentano in genere una certa disomogeneità innanzitutto rispetto all'oggetto della norma che è in genere mirato solo ad alcune tecniche costruttive, mentre solo pochi istituti di formazione hanno preso in considerazione un più ampio repertorio di realizzazioni in terra. In tal senso si evidenzia che il documento più completo è lo standard neozelandese che comprende Requisiti per i materiali da costruzione e problemi di progettazione strutturali e durabilità dell'edificio sia per le costruzioni in blocchi di terra che per quelle in terra compattata. Le norme per i blocchi di terra compressi (Africa, Francia, Germania, Spagna), pur limitando il campo di applicazione ad una sola tecnica, forniscono anche specifiche indicazioni sul processo produttivo, i requisiti dei prodotti ed i metodi di prova; alcuni danno indicazioni anche sulla corretta realizzazione del sistema edilizio, delle malte ed intonaci e individuano anche le procedure per la certificazione dei prodotti. Riguardo al comportamento antisismico solo pochi standard danno specifiche indicazioni tra questi la nuova Zelanda e lo Zimbabwe, un caso a parte è l'India ove è presente una norma specifica per il miglioramento del comportamento antisismico delle costruzioni in terra. Negli ultimi dieci anni si osserva un notevole incremento della produzione normativa di settore legata anche alla crescente emergenza ambientale che ha prodotto un rinnovato interesse per le tecniche costruttive a basso impatto. Lo studio dell'ASTM (American Society for Testing and Materials) ritiene che gli edifici in terra non stabilizzata siano energeticamente più efficienti di quelli in cotto o terre stabilizzate con additivi o anche in legno; e possono pertanto proporsi come alternativa ad altre tecniche costruttive. The considerations for sustainable development relative to earthen wall building systems are categorized as follows: materials (product feedstock), manufacturing process, operational performance (product installed), and indoor environmental quality (IEQ).