



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

LA TERRA CRUDA COME MATERIALE
DA COSTRUZIONE:
ruolo nell'edilizia rurale delle Marche

RAW EARTH AS A BUILDING MATERIAL:
role in the rural architecture of the Marche region

TIPO TESI: compilativa

Studente:
ALESSANDRO BIANCUCCI

Relatore:
PROF. ERNESTO MARCHGGIANI

Correlatore:
PROF. ANDREA GALLI

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

SOMMARIO

ELENCO DELLE TABELLE.....	5
ELENCO DELLE FIGURE	6
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI	8
CAPITOLO 1 CASE DI TERRA.....	12
1.1 Un patrimonio diffuso e radicato	12
1.2 In Italia.....	14
1.3 Analisi storica nelle Marche	17
1.3.1 Tipologie edilizie	23
1.3.2 Il massone e gli elementi costruttivi	25
CAPITOLO 2 MATERIALE TERRA	27
2.1 Tecniche costruttive	29
2.1.1 Evoluzione delle tecniche	35
2.2 Caratterizzazione del materiale.....	37
2.2.1 Esami di tipo sensoriale	38
2.2.2 Esami preliminari di qualità.....	39
2.2.3 Esami approfonditi di qualità.....	42
2.2.4 Analisi di laboratorio	44
CAPITOLO 3 NORMATIVA	52
3.1 Nuovo interesse.....	52
3.2 Situazione normativa internazionale.....	55
3.3 Quadro normativo nazionale.....	61
CAPITOLO 4 CASO STUDIO	65
4.1 Villa Ficana.....	65
4.1.1 Inquadramento	66
4.1.2 Piano di Recupero	68
4.1.3 Descrizione dell'intervento.....	70
4.1.4 Ecomuseo delle Case di Terra.....	77

Tassonomia UE e Green Building Council.....	79
4.1.5 GBC Historic Building	84
4.2 Estensione del modello	87
4.2.1 Il territorio rurale come campo di applicazione – impostazione teorica.....	90
CONCLUSIONI	92
BIBLIOGRAFIA	95

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1 - censimento Marche 1934	19
Tabella 2 - censimento Regione Marche 2004.....	22
Tabella 3 - classi di terreno idonee all'edilizia	46
Tabella 4 - determinazione della plasticità	48
Tabella 5 - classificazione della capacità legante	49
Tabella 6 - elenco dei principali codici normativi	59
Tabella 7 - livelli di normazione	60
Tabella 8 - attività dell'Ecomuseo	78

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1 - aree di costruzione in terra cruda nel Mondo	13
Figura 2 - Italia della Terra Cruda	15
Figura 3 - percentuale delle case di terra rispetto alle case rurali	19
Figura 4 - atterrato a Corridonia (MC).....	21
Figura 5 - diffusione delle costruzioni in crudo 2004	22
Figura 6 - esempio di scheda di catalogazione (Regione Marche, 2004)	22
Figura 7 - tipologie architettoniche case di terra nelle Marche.....	24
Figura 8 - atterrato a Corridonia (MC).....	26
Figura 9 - principali tecniche costruttive in crudo	30
Figura 10 - progetto di ricerca Terra Europae.....	31
Figura 11 - illustrazione pisé.....	34
Figura 12 - illustrazione massone	34
Figura 13 - illustrazione adobe.....	34
Figura 14 - esami preliminari di qualità.....	41
Figura 15 - esami approfonditi di qualità sulla frazione fine	43
Figura 16 - triangolo della tessitura	45
Figura 17 - Borgo di Villa Ficana	65
Figura 18 - famiglie e mestiere	66
Figura 19 - Villa Ficana prima del Piano di Recupero.....	68
Figura 20 - perimetrazione del borgo di Villa Ficana	70
Figura 21 - atterrato di Fontevannazza (Treia)	74
Figura 22 - mattoni in crudo e paglia; massoni fatti in cantiere; una delle lesioni ripristinate e consolidate.....	75
Figura 23 - esempio di recupero conservativo	75
Figura 24 - due edifici ristrutturati nel rispetto delle Linee Guida.....	76
Figura 25 - unità non ancora restaurate.....	76
Figura 26 - sede dell'Ecomuseo.....	77
Figura 27 - WGBC strategic plan 2025-2027	80

Figura 28 - criteri di valutazione di GBC HB	84
Figura 29 - Casa dell'Ortolano (FE)	86
Figura 30 - schematizzazione del modello interpretativo	88

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Il patrimonio edilizio rurale è l'insieme degli edifici e manufatti costruiti nel tempo nelle campagne per sostenere le attività agricole e le esigenze delle comunità rurali. Esso comprende abitazioni, fabbricati produttivi, strutture di servizio e altre opere complementari.

L'architettura rurale rappresenta una componente fondamentale del paesaggio agrario italiano e costituisce una testimonianza storica delle forme di organizzazione economica, sociale e produttiva che hanno caratterizzato la penisola.

Il paesaggio agrario è "... quella forma che l'uomo, nel corso ed ai fini delle sue attività produttive e agricole, coscientemente e sistematicamente imprime al paesaggio naturale ..." Emilio Sereni, 1961

Gran parte del patrimonio edilizio rurale è in stato di abbandono o sottoutilizzo. A partire dal secondo dopoguerra, il crescente processo di industrializzazione e lo sviluppo dei centri urbani hanno favorito la migrazione dalle campagne verso le città, determinando una progressiva riduzione della popolazione attiva nelle aree rurali. Le nuove generazioni faticano a vedere nell'agricoltura un futuro attrattivo, a causa di prospettive economiche poco certe o percezione di un settore arretrato. L'assenza di una continuità ha portato all'abbandono dei terreni e conseguentemente alle strutture collegate.

Il mantenimento in vita di un edificio è strettamente legato alla sua utilizzabilità pratica. Ne consegue che, venuta meno la sua funzione originaria, si rende necessario individuare nuove possibili destinazioni d'uso e motivazioni che ne rendano economicamente conveniente il mantenimento in efficienza. Lo stato di abbandono o di sottoutilizzo del patrimonio edilizio rurale costituisce indubbiamente uno spreco di dimensioni rilevanti, non solo sotto l'aspetto economico ma anche sotto quello culturale, a causa del continuo depauperamento di un patrimonio unico e irripetibile (Zito V., 1987).

Nel territorio rurale è possibile osservare diversi scenari quali edifici ancora abitati ma in condizioni precarie, case coloniche disabitate e isolate nel paesaggio agrario, fabbricati che hanno perso la loro funzione originaria, oppure edifici residui di aziende agricole non più esistenti e oramai separati dal contesto produttivo. Si sta sviluppando però un crescente interesse verso il recupero e la valorizzazione del patrimonio edilizio rurale, sia per la sua rilevanza storico-culturale sia per il ruolo che esso può assumere nella riqualificazione del

territorio agricolo e nella creazione di valore aggiunto per lo sviluppo aziendale. Il recupero delle case coloniche può offrire opportunità di utilizzo per diverse destinazioni, quali nuove abitazioni, strutture agrituristiche, attività didattiche o turistiche legate alla valorizzazione del paesaggio e delle tradizioni agricole.

Nel 2026 è costante centro di dibattito ciò che riguarda sviluppo e sostenibilità. Le principali linee guida sono definite dalle direttive europee, ruolo cardine è assunto dall'*European Green Deal* tra i cui principi fondamentali spiccano la riduzione dell'impatto delle attività dell'uomo sulla Terra e la neutralità climatica, la sicurezza ed efficienza energetica, economia circolare e la riduzione del consumo di risorse.

Il Piano Nazionale Ripresa e Resilienza è lo strumento tramite cui l'Italia cerca di rispondere alle nuove esigenze di sviluppo e agli obiettivi preposti dal Green Deal, in particolar modo con la "*Mission 2 - rivoluzione verde e transizione ecologica*", si cerca di intervenire su decarbonizzazione, efficienza energetica e sismica degli edifici, valorizzazione sostenibile del patrimonio culturale, paesaggistico e naturale.

Il settore edilizio è tra i più coinvolti e impattanti ma può rispondere alle nuove esigenze tramite l'uso di materiali non convenzionali e il recupero di realtà esistenti, contribuendo a ridurre l'impatto dell'espansione urbana e il consumo di nuovo suolo.

"Rigenerare il patrimonio edilizio esistente, ridurre il consumo di suolo e investire nella qualità energetica e ambientale degli edifici non è solo una scelta tecnica, ma una responsabilità verso le future generazioni." On. Ilaria Fontana, 2026

Nel contesto delle strategie europee per la sostenibilità e la decarbonizzazione del settore edilizio, si inseriscono anche iniziative di ricerca volte a integrare il sistema agricolo con quello delle costruzioni. Tra queste, nel 2025 prende avvio il progetto *ABC - AgroBuildingCarbon* finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) attraverso il programma Interreg Europe e la regione Marche è uno dei partner attraverso AMAP. In particolare, il progetto esplora il potenziale di materiali quali legno, fibre vegetali e non solo, nel contribuire alla riduzione delle emissioni e allo stoccaggio di carbonio, evidenziando come il recupero del patrimonio edilizio rurale e l'impiego di biomateriali possano rappresentare non solo una scelta sostenibile, ma anche una strategia attiva per rispondere alle attuali sfide ambientali e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità definiti a livello europeo e mondiale.

L'attenzione verso tecniche costruttive a basso impatto ambientale ha portato a rivalutare quelle che sono le forme di edilizia spontanea proprie dell'architettura vernacolare. Queste

forme di edilizia rurale si sono sviluppate nel tempo per esigenze pratiche, con l'obiettivo di creare strutture che rispondessero sia alle necessità abitative che a quelle legate al lavoro agricolo, ma in stretta relazione con le caratteristiche climatiche, morfologiche e sociali dei territori. Se l'architettura vernacolare è frutto di un'esigenza passata, oggi viene riscoperta tramite l'edilizia sostenibile e adottata come modello per un approccio sostenibile alla costruzione. Tra i materiali riscoperti si inserisce la terra cruda. Questa rappresenta uno dei più antichi materiali da costruzione impiegati dall'uomo e, seppur oggi associata ad aree poco sviluppate e contesti poveri, numerosi sono i casi di architettura in terra cruda riscoperti in Italia, dove tale materiale è stato diffusamente utilizzato nell'edilizia spontanea in risposta alle esigenze delle comunità rurali e non solo. La numerosa presenza dei manufatti testimonia come questo materiale abbia rappresentato una componente significativa per lo sviluppo del patrimonio edilizio vernacolare e abbia contribuito alla definizione del paesaggio agrario tradizionale. Nonostante il crescente interesse, uno dei principali limiti alla diffusione del materiale terra è rappresentato dalla carenza di riferimenti normativi, nonché dalla mancanza di una sistematizzazione delle procedure di caratterizzazione e verifica del materiale. A ciò si aggiunge anche la scarsa chiarezza delle metodologie di valutazione delle prestazioni termiche e igrometriche degli edifici in terra cruda, aspetto che meriterebbe un'attenzione specifica al fine di evidenziare le qualità del materiale. A differenza dei materiali da costruzione convenzionali, per i quali esistono standard consolidati, la terra cruda presenta una notevole variabilità, ciò rende necessario definire criteri di analisi, protocolli di prova e parametri che consentano di valutarne in modo oggettivo l'idoneità e la possibilità all'impiego costruttivo.

L'obiettivo di questo lavoro è di presentare il ruolo della terra cruda come materiale da costruzione strettamente legato all'edilizia rurale vernacolare, con particolare riferimento al contesto italiano e marchigiano. Dal punto di vista della caratterizzazione materica si vuole definire una panoramica delle analisi in fase preliminare che influenzano i criteri di idoneità all'impiego costruttivo e le procedure operative. Successivamente, presentando il quadro normativo c'è la volontà di evidenziare come siano presenti criticità legate alla mancanza di standard che permettano di rivalutare il materiale terra sulla base delle sue potenzialità e valore culturale in risposta alle nuove esigenze ambientali dell'edilizia contemporanea.

A chiusura dell'analisi si vuole proporre il caso del borgo di Villa Ficana, a Macerata che rappresenta uno dei più significativi esempi di edilizia in terra cruda nelle Marche e in Italia. La sua origine è strettamente legata al contesto rurale, con il ricorso alla tecnica del massone, propria della tradizione regionale. Il borgo è esempio del processo di conservazione e

valorizzazione del patrimonio in crudo, tramite un suo piano di recupero, che ha portato all'applicazione del modello dell'Ecomuseo. Sfruttando questo caso si è cercato di approcciare il tema legato alle nuove prospettive della terra cruda, in particolar modo all'affinità che ci potrebbe essere tra l'utilizzo di questo materiale e la capacità di realizzare progetti di recupero o nuove edificazioni che rispettino criteri di sostenibilità e facilitino l'accesso a possibili finanziamenti.

Capitolo 1

CASE DI TERRA

L'uomo ha da sempre utilizzato la terra nelle sue diverse forme per costruire i propri edifici. Le tecniche costruttive in terra cruda risultavano per certi versi vantaggiose rispetto all'utilizzo di altri materiali come pietra e legno per un giusto compromesso tra semplicità di applicazione, rapidità di esecuzione, reperibilità e condizioni abitative offerte.

Numerose sono le zone del Mondo che hanno traccia di queste tecniche costruttive o in cui tutt'ora vengono utilizzate. *L'Auroville Earth Institute* (AVEI) stima che circa 1,7 miliardi di persone nel mondo vivano in case di terra, rappresentando circa il 50% della popolazione nei paesi in via di sviluppo e almeno il 20% della popolazione urbana e suburbana.

1.1 Un patrimonio diffuso e radicato

Le antiche origini della terra come materiale da costruzione si hanno in Medio Oriente ripercorrendo la storia di circa 10000 anni. Le tracce di maggior rilevanza sono emerse durante gli scavi a Gerico (Cisgiordania) e nella “culla delle civiltà” nella regione della Mesopotamia, ma sono stati condotti anche numerosi studi e associazioni tra questo materiale e costruzioni ragguardevoli e quasi leggendarie come la Ziggurat di Nabucodonosor II (Torre di Babilonia), oasi e complessi egiziani o, temporalmente successive come la Grande Muraglia cinese.

Lo sviluppo di forme e tecniche costruttive in terra cruda non si è avuto limitatamente alle zone del Medio Oriente ma risulta ampiamente diffuso in numerosi altri contesti. In America Latina si riscontrano importanti testimonianze in Perù, dove la civiltà precolombiana ha realizzato vasti complessi, come il sito di Chan Chan. In America centrale, e in particolare in Messico, l'uso della terra cruda è attestato sia in epoca preispanica che nelle tradizioni costruttive rurali ancora oggi presenti. Nel continente africano, tali tecniche trovano ampia diffusione soprattutto nella regione settentrionale e subsahariana occidentale, come nella valle del Draa in Marocco, dove l'architettura in terra si integra profondamente con il paesaggio e le condizioni climatiche. L'impiego della terra è inoltre documentato nelle culture costruttive dell'Asia orientale, in particolare in Cina e Giappone, dove assume forme e tecniche differenti

in relazione ai contesti locali, così come nelle tradizioni costruttive della Nuova Zelanda e dell’Australia. L’utilizzo della terra cruda è infatti una costante ricorrente in molte civiltà in particolare in tutti quei contesti in cui le condizioni climatiche e geomorfologiche ne permettono l’impiego, contribuendo in modo significativo allo sviluppo delle società (Galdieri, 1982).

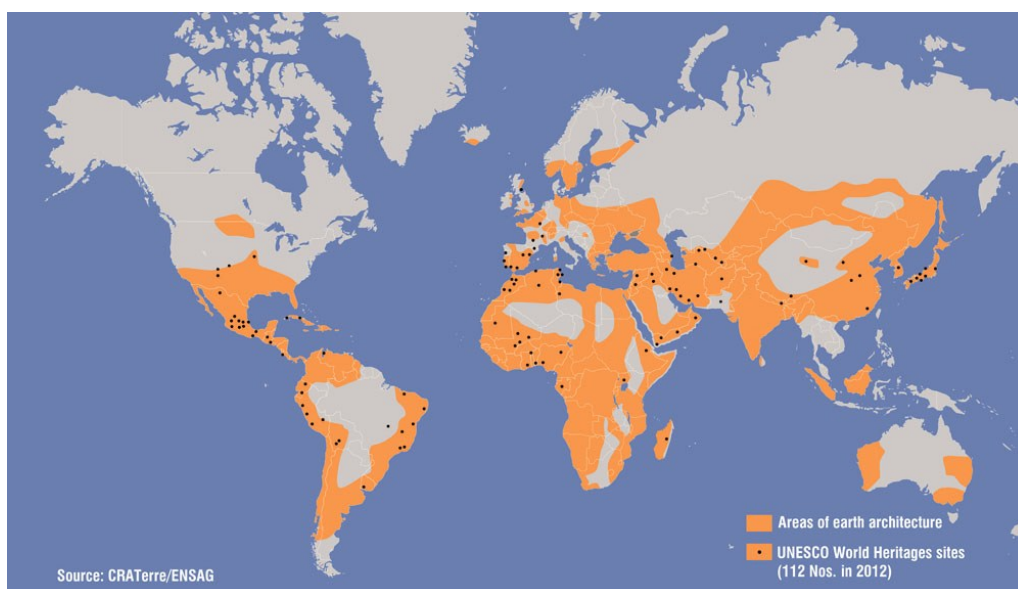


Figura 1 - aree di costruzione in terra cruda nel Mondo
(fonte: CRATerre-ENSAG, 2012, *World heritage inventory of earthen architecture*)

A tal proposito, il centro di ricerca *CRATerre* ha elaborato una mappatura delle aree di diffusione delle architetture in terra (Fig.1), combinata ai siti del Patrimonio Mondiale riconosciuti dal programma WHEAP (World Heritage Earthen Architecture Programme) UNESCO. L’*ICOMOS-ISCEAH* (*International Council On Monuments and Sites - International Scientific Committee Earthen Architecture Heritage*) sono stati due dei principali partner tecnici di questo programma, riunivano le pratiche e le conoscenze tecniche tra i soggetti coinvolti, promuovendo la ricerca e lo scambio nella rete di istituzioni, professionisti e comunità impegnate nella tutela del patrimonio costruito in terra cruda.

Anche in Europa è esistita un’importante tradizione costruttiva legata alla terra cruda che può affondare le proprie radici già nell’Età Antica. L’architettura in terra si diffuse in maniera capillare in tutto il continente europeo, adattandosi alle differenti condizioni climatiche, geologiche e culturali. Elemento chiave è rappresentato dalla sua natura “universale e al contempo locale” infatti pur basandosi su principi costruttivi comuni, essa assume forme e tecniche differenti in base ai contesti regionali, dando origine a una grande varietà di soluzioni

applicative e tecnologiche. Il progetto di ricerca *Terra [In]cognita - Earthen Architecture in the European Union* all'interno del programma Cultura 2007-2013 finanziato dall'Unione Europea ha prodotto come principale risultato la pubblicazione scientifica *Terra Europae*. Questa approfondisce le origini e le caratterizzazioni dell'utilizzo del materiale terra a livello europeo adottando un approccio su scala macroregionale e successivamente in dettaglio sulle singole nazioni di maggior interesse.

1.2 In Italia

La rapida panoramica riportata risulta insufficiente per descrivere in maniera meritevole la reale consistenza del tema a livello mondiale ma abbastanza per poterlo collocare in un contesto nazionale. L'obiettivo che ci si prepone in questa fase di lavoro è infatti la presentazione del fenomeno delle costruzioni in crudo all'interno del patrimonio edilizio rurale italiano.

Le più antiche testimonianze di costruzioni in terra sono riconducibili alla civiltà etrusca, possono essere datate tra il VII e il VI secolo a.C. L'uso della terra si sviluppò in modo significativo durante il periodo della Magna Grecia, veniva impiegato per la realizzazione di edifici pubblici e opere di fortificazione (mura di Arezzo e fortificazioni di Gela). La cultura di costruire in terra cruda in Italia ha anche sicuramente subito l'influenza dal Medio Oriente, Nord Africa e successivamente dalle culture Transalpine, Balcaniche e Iberiche (Mecca S., 2011).

A partire dall'età romana, ma soprattutto dal periodo medievale, nei centri urbani avviene una massiva sostituzione del materiale preferendo il mattone cotto (laterizio) e la pietra, più o meno pregiata, per cui l'impiego della terra cruda assume una connotazione di povertà. Diventa propria dei contesti con limitate possibilità economiche, continua infatti ad essere utilizzata prevalentemente nell'edilizia rurale, in quella che è l'architettura spontanea, per la sua accessibilità nella lavorazione.

Alla sua relativa marginalità ne è conseguito un minor interesse all'interno del patrimonio edilizio e architettonico italiano, che ha orientato tendenzialmente i propri studi verso forme edilizie considerate di maggior valore tecnico e artistico, relegando la cultura del costruire in terra ad un ruolo secondario.

In seguito al lavoro di Renato Biasutti (geografo ed etnologo italiano, 1878-1965) di studio ed analisi della casa rurale, Osvaldo Baldacci è tra i primi a riprendere la ricerca ed approfondire il tema delle case in terra cruda studiando la loro diffusione, pur non mettendole sul piano puramente architettonico, ma in relazione alle caratteristiche geo-litologiche locali e prende in considerazione quelle che sono le diverse tecniche costruttive (Baldacci O., 1958).

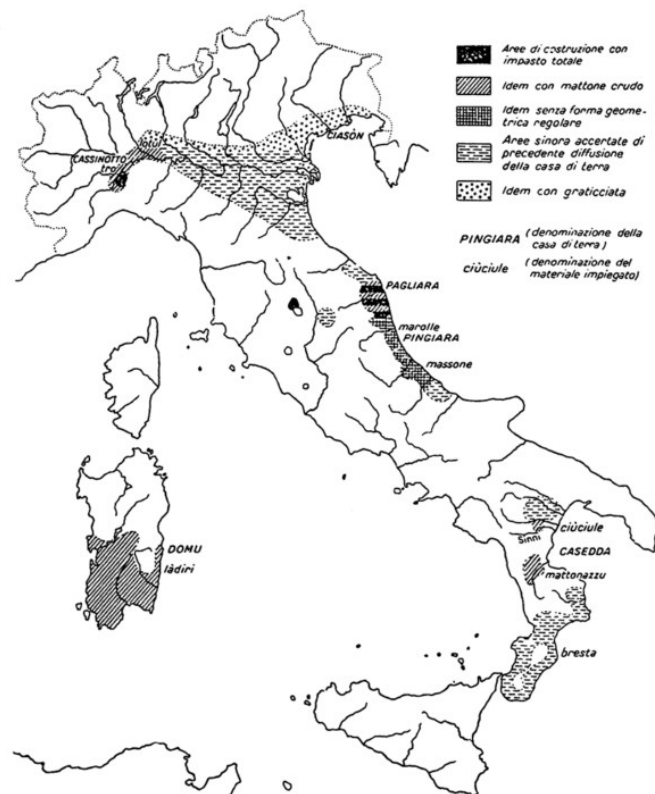


Figura 2 - Italia della Terra Cruda
(fonte: Baldacci O., 1958, CED Terra)

Insieme al più recente lavoro svolto dalla sezione italiana del progetto *Terra [In]Cognita* si è cercato di definire un quadro della consistenza delle costruzioni in terra cruda nel territorio italiano (Mecca S., Dipasquale L., 2011).

Le principali aree di interesse si collocano nella Pianura Padana, in particolar modo nell'Astigiano ed Alessandrino, dove sono ancora presenti edificati in crudo o, quantomeno, ne è stata accertata la precedente presenza, in contesti rurali ma anche urbani (Maccagno M, 2008, Pagella Poggio R., 1992).

Il sud Italia, seppur con una presenza limitata e discontinua, riveste un ruolo di notevole importanza per il tema con numerosi siti di interesse in Calabria (Reggio Calabria, Locri e Vibo Valentia) e in Sicilia, con siti perlopiù di interesse archeologico legati alle fasi insediative

della Magna Grecia e alle successive stratificazioni storiche. In Basilicata si riscontrano invece testimonianze riconducibili anche ad epoche relativamente recenti, tra XIX e XX secolo, in particolare nelle aree delle valli del Sinni e dell'Agri. Nel complesso, il Mezzogiorno italiano evidenzia una duplice valenza del costruire in terra, da un lato come elemento di interesse storico-archeologico, dall'altro, seppur in misura più circoscritta, come componente del patrimonio edilizio rurale. La Sardegna rappresenta uno dei contesti italiani in cui la terra cruda raggiunge la sua massima espressione. Lo evidenzia già Baldacci "in questa regione la terra assume la pienezza funzionale, strutturale ed architettonica, rurale e contadina, che manca in ogni altra parte d'Italia" descrivendo un sistema costruttivo radicato, diffuso e coerente, capace di resistere ed essere utilizzato nel tempo. A confermare questa centralità sono anche le numerose pubblicazioni specialistiche (M. Achenza, U. Sanna, C. Atzeni, A. Sanna et al.) e i gruppi di lavoro regionali portati avanti per valorizzare il patrimonio edilizio in terra cruda (Achenza, M., 2021).

1.3 Analisi storica nelle Marche

L'impiego della terra cruda nell'edilizia risulta strettamente legato alla struttura socioeconomica del territorio rurale dell'Italia centrale, in particolar modo a quello marchigiano e similamente a quello abruzzese, presentando forti connessioni con il più ampio contesto della casa colonica.

Uno degli aspetti che maggiormente hanno caratterizzato territorio e società rurale marchigiana è stato il patto mezzadrile. Questo è un sistema agrario basato sulla conduzione familiare e sfruttamento dei poderi da parte di un coltivatore definito *mezzadro/colono* per conto di un proprietario chiamato *concedente*, a cui viene corrisposta una quota dei ricavi, nella teoria metà, da cui il termine *mezzadria* (Anselmi S., 1982).

Come assetto ha origini remote, già diffuso e testato principalmente in Toscana ed Emilia-Romagna. Anche nelle Marche l'affermazione della mezzadria è il risultato di un processo lungo, iniziato tra tardo medioevo e prima età moderna, e consolidato tra XVI e XVII secolo. Grandi proprietari terrieri, rappresentati principalmente da famiglie nobiliari e ordini religiosi, si riorganizzano con l'obiettivo di garantirsi una rendita stabile e crescente. Avviene un processo di insediamento sul fondo e iniziano a sorgere le prime case rurali, distaccate dai centri abitati dei piccoli borghi e castelli, destinate ai contadini. Centro del contratto tra mezzadro e concedente erano fondo e casa colonica. Il colono si stabilisce sul fondo con la sua famiglia e al proprietario spetta il compito di edificare l'abitazione. La necessità di realizzare edifici funzionali all'attività agricola, con costi contenuti e mediante il ricorso a manodopera locale, ha favorito l'adozione di soluzioni costruttive legate alla disponibilità immediata delle risorse, tra cui anche la terra.

Riferimenti più diretti e documentati all'impiego della terra cruda nell'edilizia rurale si riscontrano soprattutto a partire dai primi anni dell'Ottocento. In questa fase, l'incremento della popolazione rurale, la frammentazione dei poderi e la diffusione della piccola proprietà contadina determinarono una crescente esigenza di edificare abitazioni e manufatti agricoli a basso costo. Non furono soltanto i grandi proprietari a promuovere nuove costruzioni, ma anche piccoli possessori, coloni e categorie rurali economicamente più deboli, spesso prive delle risorse necessarie per ricorrere a materiali più costosi come il mattone cotto (Santoponte Emiliani, 1941).

L'Inchiesta Jacini – inchiesta agraria e sulle condizioni della classe agricola in Italia svolta tra il 1877 e il 1886, ha notevole importanza per il tema. Vengono infatti citate “*case costruite con terra mista a paglia che volgarmente dicesi a maltone, con stipo pei suini isolato e posto di fronte all'ingresso di casa*” (Palombarini A., 1987).

Si registra inoltre un aumento demografico che porta ad uno squilibrio del rapporto adeguato *forza lavoro-ampiezza dei coltivi* difficile da gestire, l'eccedenza della forza lavoro viene espulsa e costretta ad abbandonare i poderi. In questo contesto si inseriscono le figure dei *braccianti* che vanno a costituire la categoria dei *casanolanti* ovvero contadini senza terra che lavoravano alla giornata, quindi senza casa e costretti a pagare un *nolo* (Anselmi S., 1982). Piccoli proprietari terrieri, per far fronte all'immobilizzazione e crisi dell'agricoltura, valutano l'occasione di edificare sulle proprie terre piuttosto che coltivarle e poter ricavare maggiori profitti dandole in affitto (Atti della Giunta 1884, già in Santoponte 1941). Gioacchino (Ghino) Valenti, economista maceratese, riporta come “*i proprietari di queste case di terra sono generalmente agricoltori, i quali divenuti possessori di un frustolo di terra ve le edificano, ricavandovi con tal mezzo un reddito maggiore di quanto avrebbero potuto coltivandolo*”. Dai redattori dell'inchiesta viene riportato come “*generalmente il bracciante abita in case costruite con impasto di paglia e terra ad un solo piano*” e parlando di salubrità della vita nel circondario di Fermo, citano “*case che usano in alcune parti del nostro territorio, costruite con paglia commista con terra fangosa e mata, case che dicansi “atterrati”. Esse sono abbastanza comuni nelle zone di collina e di pianura. Sono invece poco frequenti o mancano affatto nella zona montana o submontana*” (Atti della giunta, 1884).

Si assiste ad un aumento delle singole case poderali ma anche alla costituzione di piccoli aggregati rurali fuori dai centri abitati.

Il primo Novecento segna una fase di consolidamento del sistema rurale marchigiano. Le politiche agricole del periodo fascista, orientate alla ruralizzazione e al rafforzamento della produzione agricola nazionale, sostennero indirettamente la permanenza e la costruzione di edifici rurali. Nel 1933, lo stesso governo promuove, tramite l'Istituto Centrale di Statistica, un'*Indagine sulle case rurali in Italia*. Viene preso in considerazione lo stato di abitabilità dal punto di vista igienico-edilizio e tecnico-edilizio, viene quindi preso in esame anche il tipo di costruzione, tra cui le case di terra che nella statistica vengono riportate come “*case in terra e fogliame*”.

<i>area</i>	<i>consistenza</i>
Pesaro-Urbino	14
Ancona	95
Macerata	931
Ascoli Piceno	361
(a cui apparteneva Fermo)	
totale	1401

Tabella 1 - censimento Marche (1934)

Da diverse indagini successive, tra cui lo studio sulle *Dimore primitive delle Marche* di Clarice Santoponte Emiliani viene fatto notare come questi dati siano sottostimati. Molti risultati di censimento non sono stati consegnati ma anche quelli consegnati erano molto spesso attendibili con difetto poiché le persone incaricate alla raccolta dati, spesso medici data l'origine dell'inchiesta, non avevano occhio e capacità di riconoscere la costruzione in crudo. Nelle relazioni si nota la tendenza a sminuire la consistenza del fenomeno per nascondere le condizioni in cui la classe contadina più povera era costretta a vivere. Lo studio della diffusione di questa tipologia di dimore elementari ha fatto emergere come, contrariamente a quanto ci si possa aspettare da un generale progresso delle condizioni economiche e dell'agricoltura, tali strutture fossero ancora ampiamente presenti (Santoponte, 1941).

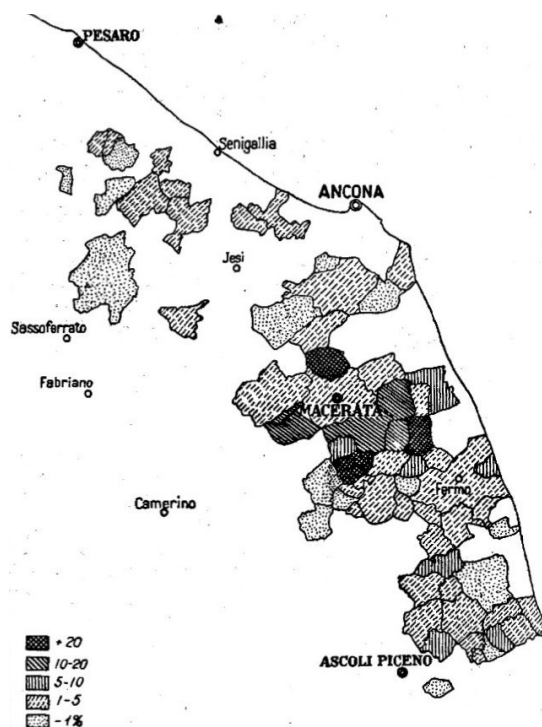


Figura 3 - percentuale delle case di terra rispetto alle case rurali
cartina a mosaico costruita in base ai limiti comunali – (Santoponte, 1941)

Le Marche settentrionali risultavano poco interessate dal fenomeno, nel quadro delle ricerche sulle dimore rurali in Italia emergeva come esistesse un buco nella tradizione del crudo tra le province di Macerata-Ascoli e le zone romagnole. Anni di analisi hanno colmato questo vuoto confermando come pure nelle Marche settentrionali vi sia stata la diffusione di questa tecnica costruttiva, similmente a quanto è avvenuto nelle altre province adriatiche, in continuità tra nord e sud (Volpe G., 2007).

A rafforzare la diffusione dell'edilizia in crudo nell'area marchigiana può contribuire anche la ricerca toponomastica. L'atterrato, denominato localmente anche *pagliara* per via della paglia impiegata nell'impasto, o *casette* quando riferito a piccoli aggregati rurali, ha lasciato tracce nella toponomastica del territorio: toponimi come Pagliare del Tronto e Casette d'Ete possono rimandare direttamente a queste forme insediative (Palombarini A., 1981).

L'arresto della tradizione del crudo avviene fondamentalmente nel secondo dopoguerra. La crisi del sistema mezzadrile, l'industrializzazione e le politiche di sviluppo economico determinano un massiccio fenomeno di spopolamento delle campagne. Le famiglie contadine abbandonano i poderi attratti dalle opportunità di lavoro nei centri urbani e nelle aree industriali o emigrando all'estero, in un processo che svuota progressivamente il territorio rurale. Le case coloniche, e con esse quelle in terra cruda, vengono abbandonate o sottoutilizzate, esposte al degrado e agli agenti atmosferici senza più la manutenzione continua che ne aveva garantito la sopravvivenza. Chi rimane e riesce a emanciparsi dalla condizione di mezzadro, diventando piccolo proprietario, è alla ricerca di migliori condizioni di vita. Appena le possibilità economiche lo consentono, la casa di terra viene demolita e sostituita con una in muratura. La scelta non è dettata esclusivamente da ragioni tecniche o funzionali ma anche morali, la casa di terra aveva acquisito nel tempo una connotazione sociale negativa, diventando simbolo visibile di povertà e arretratezza.

Sarebbe un errore però leggere questo patrimonio attraverso il pregiudizio che ne ha accompagnato il declino. L'architetto Eugenio Galdieri, rifacendosi a Baldacci durante la *XIV Festa della Terra* nel 2010, riconosceva come fosse diffuso il senso di vergogna dell'abitare in una casa di terra, percepita nelle Marche, quanto in Abruzzo, come simbolo di una condizione rurale inferiore, in quanto costruita e destinata alle classi più povere, che ricorrevano alla terra come al più abbordabile dei materiali costruttivi. Sta proprio in questo concetto di accessibilità la chiave di lettura corretta, le case di terra non sono solamente il segno di una condizione di povertà e arretratezza, ma il risultato di una cultura costruttiva che è stata capace di rispondere alle risorse e alle necessità del territorio. La terra cruda non era

una scelta di ripiego, ma una risposta razionale capace di produrre un patrimonio edilizio diffuso, identitario e dotato di caratteristiche proprie oggi tornate di grande attualità.



Figura 4 - atterrato a Corridonia (MC)
(visitato il 22/06/2026) (n15 secondo mappatura in Conti A.P. 2002)

L'ultima indagine che si può porre come ultimo riferimento è stata condotta dalla Regione Marche nel 2004¹. In risposta ai documenti di studio e alle recenti pubblicazioni che mostravano interessamento per la terra cruda, mancava un quadro quantitativo che potesse darne concretezza. È stata condotta una prima analisi basandosi sulla letteratura storica di riferimento, come l'*Inchiesta Jacini* e lo studio sulle *Dimore primitive delle Marche*, individuando i territori su cui vi era già testimonianza del tipo di architettura. Successivamente si è passato ad una fase ricognitiva sul campo che ha visto coinvolti 142 comuni. Le ricerche hanno portato all'individuazione di 245 manufatti, in diverso stato di conservazione. Il censimento ha permesso di redigere una catalogazione sufficientemente dettagliata con informazioni di carattere generale legati alla tecnica costruttiva, al suo utilizzo originale e attuale. Localizzazione su cartografia IGM degli edifici, rilievi grafici e fotografici, descrizione della tipologia edilizia e distribuzione degli ambienti (Regione Marche, 2005).

¹ In continuazione del lavoro di tesi "Catalogazione delle architetture di terra cruda nelle Marche" presso l'Università degli studi di Firenze.

<i>territorio</i>		<i>consistenza</i>
Pesaro-Urbino		11
Ancona		23
Corridonia		40
Macerata		27
Macerata	Pollenza	19
	Treia	6
		111
Fermo		10
Monsampolo		9
Ascoli	Montappone	9
	Montegranaro	17
		100
totale		245

Tabella 2 - censimento Regione Marche 2004

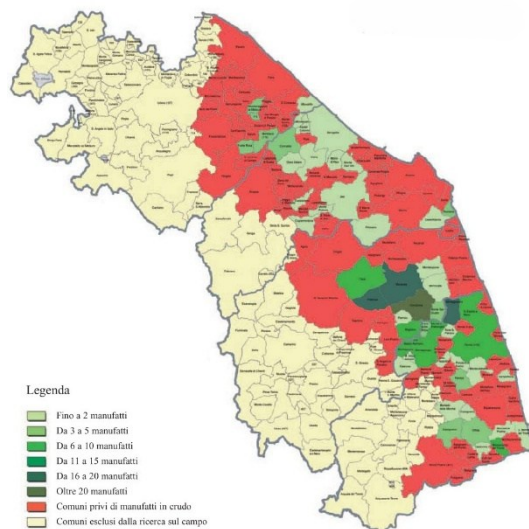


Figura 5 - diffusione delle costruzioni in crudo 2004

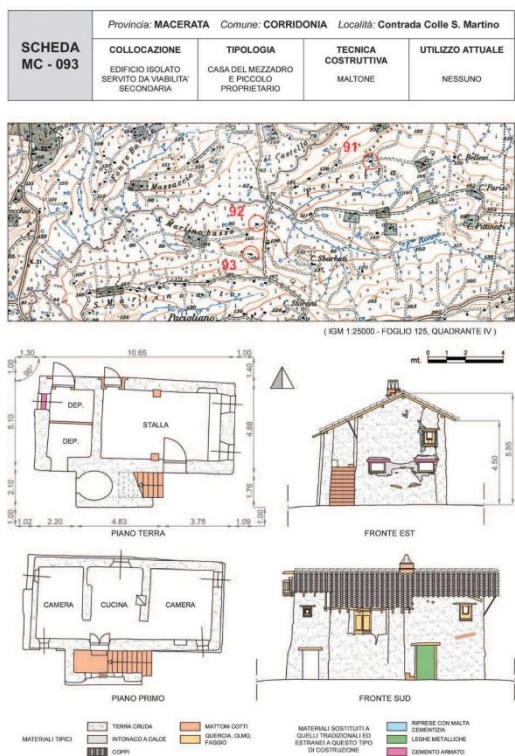


Figura 6 - esempio di scheda di catalogazione (Regione Marche, 2004)



DESCRIZIONE: L'atterrato, costruito con la tecnica del maltone, ha struttura portante verticale in terra cruda e pianta rettangolare. I due piani su cui si sviluppa sono serviti da una scala esterna in terra cruda, parallela alla facciata principale; essa culmina in una loggia, coperta dal prolungamento della falda del tetto. Il sottoscala è adibito a forno. Il tipo di casa è quello del mezzadro e piccolo proprietario. Al piano terra si vedono diverse aperture che servono gli ambienti destinati a stalla e deposito. Le finestre sono inoltre molto piccole e caratterizzate dagli infissi in legno con apertura vetrata ancora più ridotta. Il solaio è costituito da travi, correnti lignee e pianelle. La copertura segue lo schema classico a capanna ed è realizzata mediante un'orditura di travi e correnti in legno, che sorreggono uno strato di pianelle e coppi. Nello sporto del tetto le pianelle sono sostituite da una cannicciata. Il manufatto attualmente si presenta in stato di abbandono.

DISTRIBUZIONE INTERNA: Il piano terra è composto da stalla e deposito per l'attrezzatura agricola. Nel piano superiore troviamo al centro la cucina con camino e lavello, e due camere poste lateralmente.

STATO DI CONSERVAZIONE: Nelle parti perimetrali il tetto presenta dei piccoli crolli, che provocano nelle zone di muratura sottostante, fenomeni di erosione, dilavamento e riduzione dello spessore murario, generati dalla percolazione delle acque meteoriche. Sono visibili alcune lesioni passanti in particolare nella muratura della scala e del fronte Ovest. La parete Nord è interessata dalla presenza di piante infestanti e rampicanti. Si notano nei muri perimetrali varie riprese, eseguite in mattoni anche in epoca recente.

1.3.1 Tipologie edilizie

Tra le costruzioni in crudo della tradizione regionale si possono distinguere principalmente tre tipologie edilizie (Santoponte Emiliani 1941, Bertagnin M. 1999).

pagliara: è il tipo economicamente più realizzabile e molto probabilmente il primo ad essere stato pensato come soluzione alle esigenze legate al bracciantato, piccoli proprietari o mezzadri. Si presenta come una bassa costruzione ad un piano con pianta tendenzialmente rettangolare. Era composta solitamente da tre vani, l'ingresso era centrale direttamente nel primo ambiente che era la cucina. Le due stanze laterali avevano la funzione di camere o una delle due da deposito. Questa tipologia è considerata la più arcaica e raramente rilevata dai vari censimenti già negli anni '40 per le scarse condizioni di vita che poteva fornire.

casa del piccolo proprietario o del ***mezzadro***: è la tipologia più diffusa poiché era la diretta soluzione in risposta alle esigenze del sistema mezzadrile. Risulta essere la tipologia che caratterizza maggiormente il patrimonio edilizio marchigiano, di cui esistono ancora oggi molti esempi, alcuni recuperati attraverso opere di restauro conservativo ma tanti altri lasciati in stato di abbandono e lentamente inglobati e degradati dalla natura. La struttura non differisce da quella che è l'organizzazione della casa colonica, la stessa che ha contraddistinto i paesaggi rurali fino ad oggi solamente invece che essere costruita comunemente in laterizio, per esigenze generalmente economiche veniva costruita in terra e di dimensioni leggermente inferiori. Era una struttura a due piani con base rettangolare, per ogni piano venivano recuperati due locali con una tramezzatura interna. Il piano terra veniva destinato a deposito dell'attrezzatura agricola e cantina ma in casi di maggiori poderi con la possibilità di mantenere del bestiame, al piano terra veniva destinato un locale a stalla. Il primo piano era diviso in due locali, una cucina e una camera da letto. La scala generalmente era interna in legno ma spesso l'obiettivo era di portarla all'esterno per guadagnare spazio e veniva in questo caso realizzata in mattone cotto. La casa rurale così come descritta è fondamentalmente un modello base ma per sua natura è soggetta a modificazioni e adattamenti alle necessità produttive della famiglia. Spesso, quindi, è possibile rinvenire addossate alla casa principale, strutture annesse per il ricovero di animali, per magari spostare la stalla o realizzare una porcilaia, posizionare un forno, o ricavare un ulteriore spazio di deposito. In alcuni casi, legato alle attività agricole tradizionalmente connesse, la realizzazione di un altro piano sopraelevato, basso, per l'allevamento dei bachi da seta.

casa del bracciante: non si tratta di dimore rurali isolate legate al proprio podere come nelle due tipologie precedenti ma di piccoli raggruppamenti che vanno a rappresentare una forma elementare di quella che è l'aggregazione urbana.

Sono piccole unità abitative che potevano sorgere sia in un contesto pienamente agrario ma anche appena fuori dai centri abitati, destinate quasi esclusivamente ai braccianti legati alle attività della campagna. Sono case a pianta quadrata, generalmente non più larghe di 5m, disposte su due piani collegati da una scala esterna. Al piano terra era dedicata la cucina con il camino in muratura e al piano superiore la camera da letto. Sono definite anche case a schiera, infatti, questi raggruppamenti derivano dalla ripetizione in serie della stessa tipologia, molto spesso venivano costruite solamente due o tre unità e a necessità se ne collegavano altre in successione. Questa tipologia di case era malsana, non per il tipo di tecnica edilizia ma per le condizioni di vita infatti erano di dimensioni molto ridotte, poco areate, umide e abitate da nuclei familiari numerosi. Si rilevava, legato al discorso di miglioramento delle proprie condizioni, il raddoppio della cellula base acquistando o perlomeno riuscendo ad unire quella adiacente, in questo modo si raddoppiavano gli spazi.

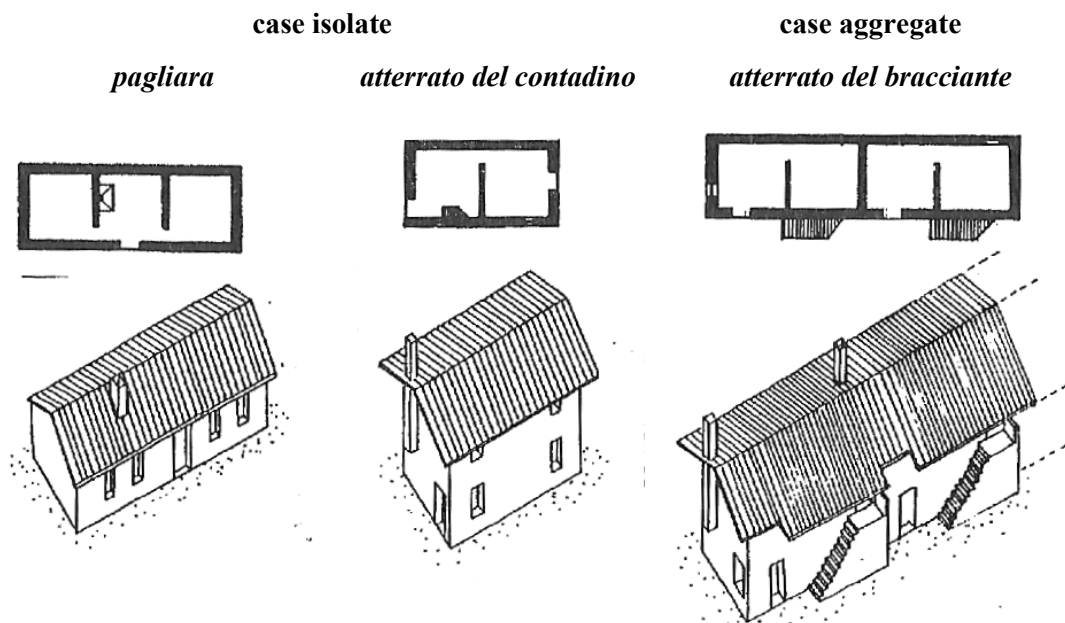


Figura 7 - tipologie architettoniche case di terra nelle Marche
(illustrazione in Bertagnin, 1999, p. 194)

1.3.2 Il massone e gli elementi costruttivi

Il patrimonio edilizio in crudo marchigiano testimonia l'applicazione di più tecniche. Nello stesso studio delle Santoponte veniva descritto il procedimento di costruzione che oggi si identifica nel pisè, probabilmente su influenza della tradizione costruttiva del nord Italia. *“L'impasto viene quindi compresso con una tavola di legno fino a raggiungere la necessaria consistenza; quando poi la paglia ha fatto presa con l'argilla, si tolgono le tavole di legno, innalzando, con lo stesso procedimento, sul primo strato un secondo e così via”* (Santoponte, 1941)

Lo studio delle case di terra della regione, in particolar modo nella zona meridionale con maggior concentrazione su quelle di Corridonia e Macerata, ha permesso di definire in miglior modo invece la tecnica del *massone*, propria degli *atterrati* marchigiani e delle *case a tterra* abruzzesi (Bertagnin, 1999, A.P. Conti, 2002).

Il cantiere di produzione dei pani di terra consisteva in una buca, quanto più vicina al cantiere di costruzione, chiamata *lu matà* (*mata* in dialetto marchigiano sta per fango). Nella buca, profonda mezzo metro abbondante e larga due metri circa, veniva prodotto il *maltone* ovvero l'impasto di terra argillosa, paglia, letame o altro materiale fibroso e legante e acqua. L'impasto veniva pistato per renderlo morbido e quanto più omogeneo dalla manovalanza presente o anche con gli animali. Quando l'impasto era pronto, abbastanza umido e fine da essere coeso e lavorabile, veniva prelevato e lavorato su di un tavolo cosparso di paglia a formare dei *pani* di forma più o meno cilindrica e dimensioni che variavano dai 2 ai 10kg anche a seconda degli elementi che dovevano essere realizzati. I pani di terra venivano lasciati leggermente asciugare coperti da paglia umida e ammucchiati fino ad averne abbastanza per poter costruire uno strato di casa.

Partendo dalle fondazioni, nel caso in cui ci siano, queste consistono in una trincea profonda circa mezzo metro scavata per tutto il perimetro della struttura e larga circa un metro. Veniva riempita con ghiaia, ciottoli o scarti di laterizi e su di questi veniva posto il primo strato di *massi*. In alcuni casi la partenza della costruzione viene fatta in laterizio in modo da creare una zoccolatura resistente all'umidità e alle piogge, unico reale punto critico delle case di terra. La costruzione della muratura proseguiva per scaglioni, si realizzava solitamente uno strato di un metro di massoni pressati per aumentare la resistenza, lo si lasciava asciugare leggermente, veniva raffilato e appiombato e fatto quasi completamente seccare. Ogni strato richiedeva dalle due alle quattro settimane tra tempi di preparazione e assemblaggio dei pani e asciugatura. Veniva così realizzata la muratura portante, spesso 80-100cm alla base e rastremata, fino a 40-

50cm verso l'alto, per ridurre i carichi e contemporaneamente allo stesso modo, anche la tramezzatura interna meno spessa veniva innalzata. Le aperture come porte e finestre venivano pensate in fase di costruzione mettendo degli architravi in legno in corrispondenza ma spesso venivano murate in continuità e aperte alla fine per non indebolire la struttura in fase di costruzione. Erano comunque sia molto piccole per aumentare la stabilità della struttura ma anche per risparmiare sugli infissi e soprattutto disperdere meno il calore interno, questa caratteristica è stata forse tra le maggiori cause della poca salubrità di vita in questo tipo di case. I solai e le coperture venivano realizzate inserendo nella muratura portante delle travi di legno e creando un'orditura a questa perpendicolare con travetti più piccoli. In alcuni casi sul cordolo d'appoggio delle travi veniva realizzato un rinforzo in mattoni cotti per aumentare la resistenza al carico. La pavimentazione interna era in terra battuta al piano terra mentre al primo piano erano in legno. Il tetto era originariamente in paglia o cannicciata da cui appunto deriva l'appellativo di *pagliare*, sopra la quale veniva posto un sottile strato di terra e i coppi in laterizio. Un'evoluzione è stata inserire le piastrelle in cotto per il tetto, usate poi anche sulle pavimentazioni. Il tetto veniva pensato appositamente molto più sporgente della muratura per la stessa logica della zoccolatura in cotto alla base, evitare l'azione dilavante della pioggia. Terminata la costruzione, la casa veniva intonacata con una miscela di calce, gesso e sabbia. La finitura contraddistingueva queste case per il contrasto lucente del bianco rispetto all'ambiente rurale ma più che per motivi estetici, era necessaria per aumentare la resistenza all'azione dell'acqua.



Figura 8 - atterrato a Corridonia (MC)
(visitato il 22/06/2026)
(n1 secondo mappatura in Conti A.P. 2002)

La costruzione della casa era possibile dalla volontà delle stesse persone che l'avrebbero abitata e del vicinato, le quali partecipavano direttamente alle fasi in un lavoro di autocostruzione e *rajiuda* (aiuto reciproco fra vicini nei più impegnativi lavori agricoli) (A.P. Conti, 2008). L'unica "figura specializzata" e retribuita era il *mastro d'atterrato*, una persona con esperienza in questa tipologia di costruzione, che metteva a disposizione le proprie conoscenze per gestire i momenti di cantiere e le operazioni più tecniche (Bertagnin, 1999).

Capitolo 2

MATERIALE TERRA

Nell'ambito delle scienze agrarie, la *terra* (o meglio il suolo) può essere definita come il prodotto finale di un complesso di fenomeni di trasformazione naturali, risultato dell'alterazione fisica, chimica e biologica delle rocce, che produce una miscela di particelle minerali, sostanza organica, acqua e aria. In senso più strettamente agronomico, ci si riferisce al concetto di suolo, ovvero il substrato naturale superficiale che si sviluppa in rapporto tra litosfera, biosfera, atmosfera e idrosfera, capace di sostenere la crescita delle piante e di svolgere funzioni ecologiche, produttive e ambientali. Quando la terra viene impiegata in edilizia, tuttavia, non interessa nella sua accezione agronomica, ma nella sua specifica componente minerale inorganica, selezionata e lavorata per le sue proprietà fisiche e meccaniche. In questo senso la terra cruda si distacca dal concetto di suolo per diventare un materiale da costruzione a tutti gli effetti, con caratteristiche, prestazioni e tecniche di lavorazione proprie. È da questa base che l'uomo ha ricavato, fin dalle origini, uno dei materiali da costruzione più diffusi e longevi della storia.

Da un punto di vista tecnico-costruttivo la terra è una miscela minerale di cui va considerata la composizione granulometrica ovvero la divisione su base dimensionale delle diverse particelle minerali che la compongono. Vengono identificate una componente scheletrica e una fine, a loro volta suddivise in altre classi:

<i>frazione</i>		<i>dimensione</i>
<i>scheletro</i>	pietre	> 60 mm
	ghiaia	60 – 2 mm
<i>terra fine</i>	sabbia	2 – 0.06 mm
	limo	0.06 – 0.002 mm
	argilla	< 0.002 mm

La terra utilizzabile è generalmente terra ricavata al di sotto dei 30-70cm che permettono di evitare la frazione superficiale più eterogenea, influenzata dall'attività biotica e antropica.

Le proprietà fisiche del materiale in senso costruttivo sono legate principalmente alla sua percentuale di minerali argillosi che forniscono funzioni leganti e coesive ed ai componenti limosi, sabbiosi e ghiaiosi fini che ne vanno a completare la struttura minerale contribuendo alla lavorabilità dell'impasto e ne garantiscono la stabilità. Le argille conferiscono un alto grado di plasticità, se impastate con acqua possono trasformare la terra in una massa modellabile, che seccandosi indurisce subendo una considerevole riduzione di volume a vantaggio di un aumento della resistenza meccanica. Questa caratteristica ne ha permesso l'ampio utilizzo nelle tradizioni costruttive. Lo stesso principio è anche alla base del laterizio, anche in questo caso si sfrutta la plasticità delle argille per modellare il materiale, che viene sottoposto però a cottura ad alta temperatura. Il calore determina trasformazioni chimiche irreversibili nella configurazione strutturale che portano alla perdita di plasticità e sviluppo di diverse resistenze meccaniche. Il processo di indurimento per la terra cruda avviene esclusivamente per essiccazione, senza alcuna trasformazione chimica permanente. Questo significa che il materiale può essere nuovamente ammorbidito e rilavorato, caratteristica che lo rende unico nel panorama dei materiali da costruzione e che ne sottolinea la natura reversibile e vicina ai principi di sostenibilità (Achenza M, 2009).

2.1 Tecniche costruttive

“E’ la terra che definisce la tecnica”

(G. Bollini, 2013)

Il ricorso alla terra cruda nell'edilizia derivava dall'applicazione di una conoscenza empirica tramandata soprattutto all'interno delle comunità rurali. Rappresentava una pratica radicata nella necessità e nell'adattamento al contesto. La costruzione in terra era nella maggior parte dei casi un processo autonomo condotto direttamente dalle famiglie contadine. Le competenze necessarie si trasmettevano per via orale e pratica, configurando un sapere materiale legato al territorio. Questa dimensione autocostruttiva ha avuto conseguenze sulla variabilità dell'edificato, in assenza di modelli di riferimento, le tecniche applicative hanno seguito un processo di adattamento alle caratteristiche locali del suolo e alle esigenze funzionali di ciascun contesto (Saracco M, 2010). Ne è derivata una diversificazione delle applicazioni costruttive che, pur essendosi sviluppate in contesti differenti, sono riconducibili a modalità operative simili e ben riconoscibili. Queste, seppur nelle specificità locali, hanno permesso una classificazione condivisa e riconosciuta a livello internazionale.

Le tecniche possono essere classificate secondo due criteri principali.

Il primo riguarda il ruolo strutturale quindi tecniche che costituiscono elemento portante della struttura, in cui la terra assolve direttamente la funzione di sostenere i carichi dell'edificio, e tecniche di tamponamento o riempimento, in cui la terra svolge una funzione secondaria all'interno di una struttura portante generalmente in legno/fibra, pietra, mattone o altro.

Il secondo criterio riguarda le modalità di esecuzione che distingue tecniche realizzate in opera, monolitiche, ovvero modellate direttamente nel loro ruolo definitivo all'interno della costruzione, e tecniche realizzate fuori opera, in cui gli elementi vengono prodotti separatamente e successivamente posati.

In base a questi principi, CRAterre, il centro di ricerca francese che rappresenta il principale riferimento internazionale per l'architettura in terra cruda, ha elaborato una sistematizzazione che riconduce la molteplicità delle tecniche, tanto quelle storiche e tradizionali quanto le evoluzioni più recenti, a tre grandi famiglie costruttive: monolitiche, di muratura e su struttura (Fig.9).

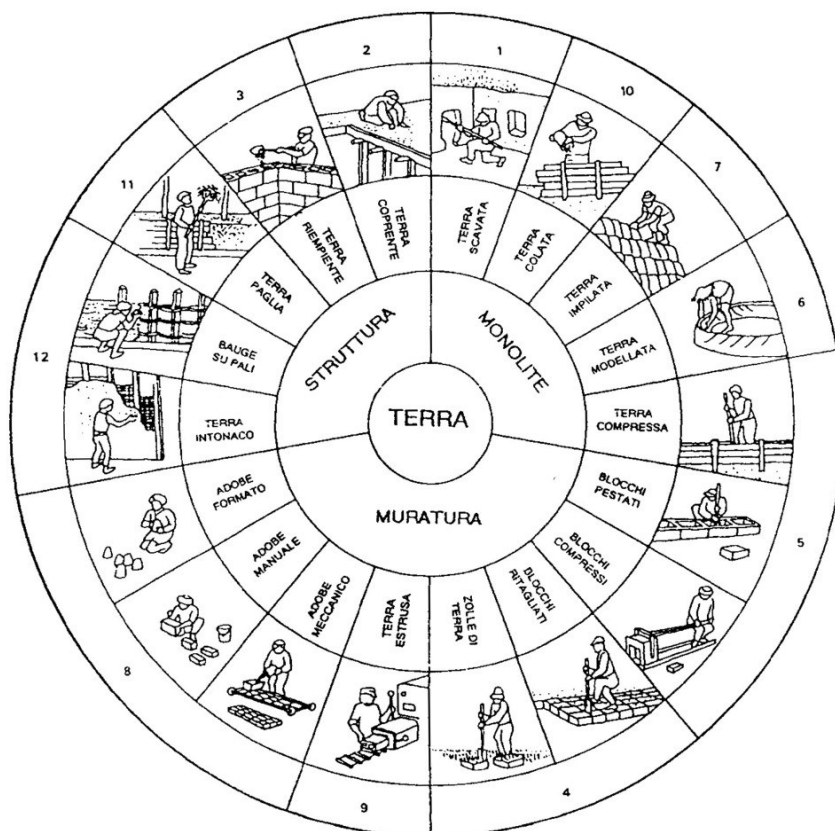


Figura 9 - principali tecniche costruttive in crudo
 illustrazione tradotta dal quadro sinottico di CRAterre in
Manuel de Construction en Terre, 1985, p. 165

Come risultato del progetto *Terra[In]cognita* (2011), è stata prodotta una mappa (Fig.10) di distribuzione del patrimonio in crudo europeo prendendo in esame la tecnica costruttiva. Per esemplificazione le principali tipologie sono state ricondotte a quattro categorie tradizionali, tutte documentate anche nell'edificato in terra cruda italiano:

- *half timber with earth* – torchis – graticcio
- *adobe* – mattone crudo
- *rammed earth* – pisè – terra battuta
- *cob* – bauge – massone

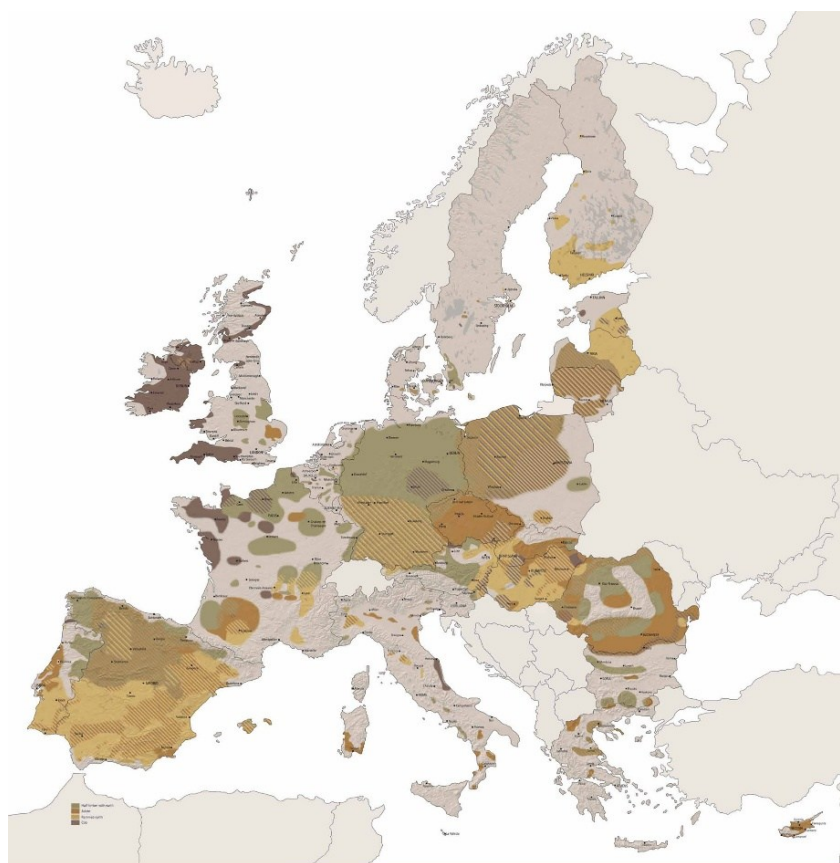


Figura 10 - progetto di ricerca del programma Cultura 2007-2013 dell'Unione Europea.
(Terra Europae, 2011)

Torchis: probabilmente una delle applicazioni con fondamenti più antichi. Si tratta di una tecnica su struttura, ovvero viene utilizzata la terra come materiale collaborante, irrigidente e di tamponatura ma non portante. Lo scheletro è dato da una disposizione verticale di elementi strutturali in legno, su cui viene chiodata un'altra orditura orizzontale in elementi più piccoli e fitti. La terra, spesso mista a paglia, viene stesa su entrambe le facce della struttura su più strati a chiudere e irrobustire la maglia strutturale.

Nel contesto italiano prende il nome di *graticcio*, ha rappresentato l'evoluzione delle capanne in cannicciata, legno e paglia ed è documentato in Etruschi e Romani. Oggi, alcuni esempi di edifici rurali in graticcio e fango, con tetto di paglia, si possono trovare nel nord Italia, Veneto e Friuli-Venezia-Giulia, in cui edifici rurali tradizionali, i *casoni*, avevano le pareti perimetrali costruite anche secondo questo metodo. Nel Lazio, nella variante locale nota come *fratticcio*, era costituita da pali verticali e orizzontali legati insieme da vimini e infittiti con rami di castagno, olmo e canne intrecciate, a volte poggiati su una base di pietra, ed infine rivestiti da strati di terra.

Il torchis può non essere considerato propriamente una tecnica di costruzione in terra cruda poiché rappresenta piuttosto un sistema composito, in cui la terra condivide il ruolo con altri materiali fondamentali. Questa particolarità di sfruttare un altro supporto portante come le travi in legno ha contribuito nello sviluppo di elementi orizzontali su cui caricare come i solai.

Pisé: termine francese di origine latina che sta per pigiato, descrive efficacemente il principio su cui si basa. La tecnica prevede la pressatura e costipazione dell'impasto di terra all'interno di casseforme, fattore decisivo è il giusto grado di umidità che permette di pressare il terreno ad uno corretto stato di consistenza. Si procede per strati successivi di 20-30 cm, avviene il posizionamento della cassaforma, solitamente in legno, riempimento con terra inumidita e battitura con un maglio. Rimosse le tavole e lasciato leggermente asciugare l'impasto battuto, si prosegue verso l'alto ripetendo l'operazione. Permette di produrre strutture monolitiche verticali portanti e di fondazione, anche di spessore elevato che garantiscono notevole resistenza meccanica e permettono di realizzare strutture a più piani.

È presente in Piemonte, intorno a Torino e soprattutto in provincia di Alessandria dove coesistono casali di campagna ed edifici urbani sia privati che pubblici. Anche in Toscana, nelle zone di Firenze e Arezzo, così come in Umbria, dove l'architettura in terra non è ancora valorizzata, sono nascosti numerosi fabbricati in terra battuta (Achenza M., 2021).

Cob: o dal francese *bauges*, può essere definito come un precursore del *pisè*. Prevede la realizzazione di un impasto di terra e paglia di consistenza maggiore rispetto a quello del *pisè*, modellato a mano e impilato per strati successivi a formare la muratura, senza l'ausilio di casseri. Dopo una battitura di assestamento, viene fatto asciugare e rifinito per eliminare gli eccessi e dare una forma regolare all'elemento. Si procede, come nel *pisè*, a strati prestando attenzione allo stato di umidità del materiale affinché ci possa essere la massima coesione tra i pani e si crei una struttura quanto più continua e monolitica.

È proprio della fascia medio collinare di Marche e Abruzzo localmente chiamato a *massone* o *maltone* per la pratica di lavorare l'impasto come fosse una massa e modellarla creando dei grossi *pani di terra*, le case rurali realizzate con questa tecnica prendono il nome di *pingiare* in Abruzzo e *atterrati* nelle Marche. Si è già analizzato il ruolo culturale e tecnico nel precedente capitolo in analisi al contesto regionale, verrà approfondito nel caso studio.

Adobe: il termine deriva dall'arabo *al-tub*, cioè mattone. Consiste nella creazione di mattoni in stampi di legno, a partire da un impasto di terra di consistenza tale da essere modellabile, lasciati essiccare al sole. Si tratta di una tecnica di produzione fuori opera, gli elementi vengono fabbricati separatamente e posati una volta completata l'essiccazione, con modalità del tutto analoghe a quelle del laterizio. La posa avviene anche qui utilizzando una malta anch'essa però di terra, che garantisce la continuità tra i vari elementi. È una tecnica che, come per la muratura in laterizio, permette di costruire elementi portanti, come i muri stessi o anche volte e cupole.

In Italia, la presenza di costruzioni in adobe è maggiore nel sud-ovest della Sardegna e in Calabria. Alcune costruzioni in adobe sono state individuate anche in zone rurali della Lombardia, del Piemonte, dell'Emilia-Romagna, della Toscana, del Lazio e della Basilicata. In Sardegna, le costruzioni in adobe prendono il nome di *làdiri* (o varianti *làdini*, *làdrini*, *làdrini*) sono storicamente e tuttora presenti nelle zone del Campidano. In Calabria l'adobe tradizionale è conosciuto come *vriesti*, *bresti* o *mattunazzu* (Achenza M., 2021).

È la tecnica più diffusa nel patrimonio italiano e spesso si trova impiegata in combinazione anche nelle zone dove predominano le altre. È frequente trovare elementi in adobe, utilizzato per tamponamenti o rinforzi.

Figura 11 - illustrazione pisé (Bertagnin, 1999)

scavo e vaglio della terra
armatura e riempimento casseri
compattazione della terra
disarmo e spostamento dei casseri
sequenza delle fasi di cantiere

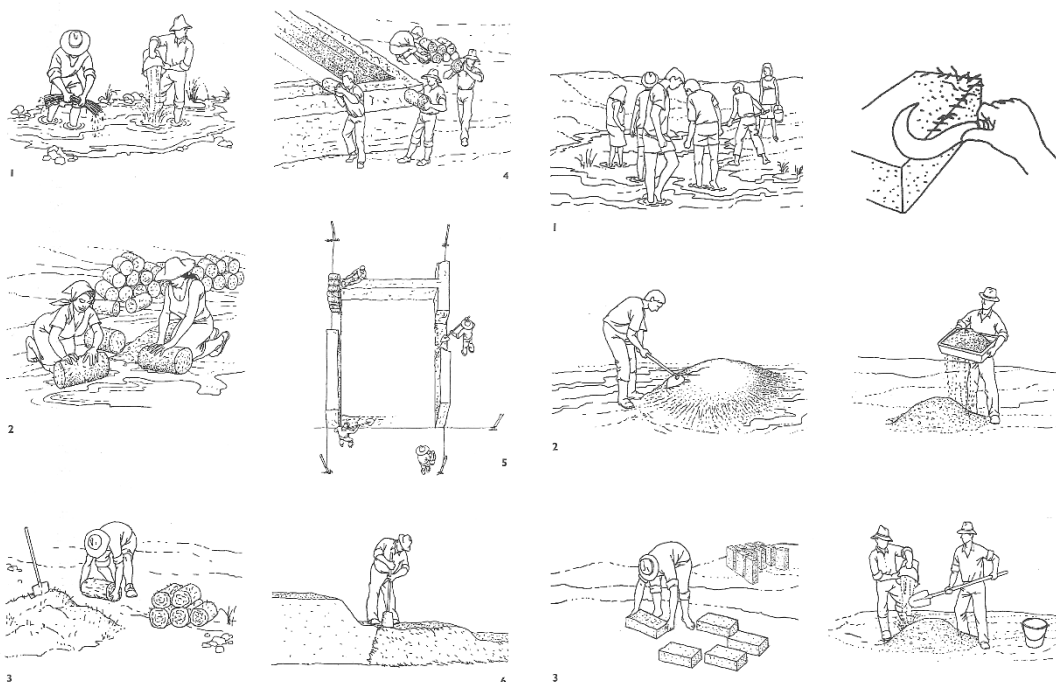
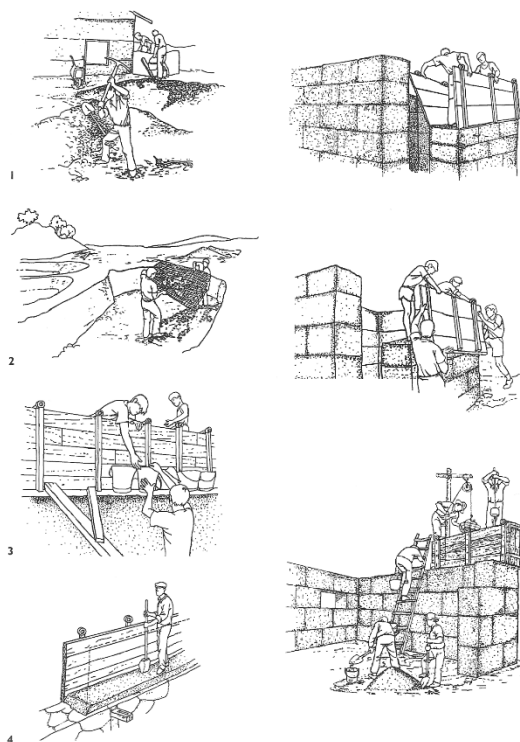


Figura 12 - illustrazione massone (Bertagnin, 1999)

preparazione del maltone
preparazione dei massoni
stoccaggio dei pani
posa in opera
pestonatura e rifilatura

Figura 13 - illustrazione adobe (Bertagnin, 1999)

preparazione dell'impasto
formatura dei mattoni
refinitura dei mattoni
preparazione della malta per la posa

In tutte le tecniche descritte, sia in opera che fuori, ruolo principe è svolto dall'impasto di terra e dalla sua composizione. Oltre alla tipologia di suolo disponibile con le proprie caratteristiche granulometriche e soprattutto della frazione argillosa legante, nella tradizione costruttiva si ricorreva all'uso di correttivi per migliorare le prestazioni dell'impasto. Tra questi il letame era largamente utilizzato, apportava proprietà colloidali aggiuntive grazie alla sua componente organica e contestualmente introduceva una frazione fibrosa nell'impasto. Le fibre vegetali hanno infatti sempre ricoperto un ruolo centrale nella preparazione della terra da costruzione. L'aggiunta della paglia alla terra serve a creare una struttura fibrosa che contribuisce a ridurre il ritiro e le fessurazioni da esso causate.

2.1.1 Evoluzione delle tecniche

Considerata la consistenza nel patrimonio edilizio mondiale, la versatilità e la similarità alla muratura tradizionale, l'adobe è la tecnica che ha conosciuto il maggior sviluppo applicativo e industriale. Anche attingendo alla più sviluppata industria del cotto, sono state introdotte diverse lavorazioni meccaniche, tra cui la realizzazione mediante estrusione con produzione di elementi crudi in diversi formati. Sono stati sviluppati i blocchi di terra compressa (BTC), dove l'utilizzo di una pressa, inizialmente manuale, poi meccanizzata ha permesso di realizzare in serie blocchi a dimensione e caratteristiche costanti, anche con forme autobloccanti. Il ruolo della paglia, il più delle volte marginale rispetto alla componente argillosa, diventa elemento centrale nella tecnica della terra-paglia. Viene creato un impasto piuttosto liquido di paglia e terra ricca in argilla e pestato all'interno di casseforme a creare un elemento compatto. Il risultato è un materiale con densità ridotta, scarse proprietà portanti ma ottime prestazioni coibentanti che lo rendono particolarmente adatto a tamponature e ruoli non strutturali. Rientra in quello che è il gruppo delle terre alleggerite ovvero impasti di terra e fibre o altri aggregati che permettono di ottenere elementi con buone proprietà senza gravare sulla struttura. Le migliorie relative alla tecnica del pisé riguardano fondamentalmente l'evoluzione delle strumentazioni. Di per sé una tecnica semplice, l'adozione dei casseri dal settore del calcestruzzo e l'utilizzo di vibrocompattatori pneumatici hanno aumentato il grado di compattazione e le caratteristiche meccaniche degli elementi portanti (Scudo G., 2001). Lo sviluppo effettuato sul miglioramento delle proprietà di resistenza rientra in quello che è il processo di stabilizzazione, in questo caso di tipo meccanico. In generale la stabilizzazione permette di migliorare le qualità della terra come materiale dal punto di vista fisico-meccanico e chimico. Può consistere nell'agire sulla tessitura, eliminando una componente eccessiva o incrementandone una ridotta oppure aggiungendo materiali esterni alla composizione

originaria della terra chiamati stabilizzanti. Questi possono essere calce, cemento, fibre o prodotti appositamente studiati per migliorare alcune caratteristiche. Il processo di stabilizzazione non deve essere considerato una costante, soprattutto in rispetto ai principi di biomateriale che rappresenta la terra, ma può rappresentare una pratica in risposta alle necessità pratiche che viene comunque sia considerata in tutte le evoluzioni delle tecniche analizzate (Achenza M, 2009).

Ritornando al centro del lavoro riguardo la tradizione costruttiva in crudo propria delle Marche, emerge come la tecnica del massone sia rimasta poco considerata rispetto alle varie evoluzioni e rimane perlopiù una metodologia di tipo arcaico. Il massone, sostanzialmente molto legato alla pratica manuale per la sua esecuzione e i suoi tempi, non si adatta facilmente ai processi di meccanizzazione, standardizzazione e industrializzazione necessari per una sopravvivenza nell'attualità. Rimane comunque sia una tecnica che si presta alle pratiche di autocostruzione, legata magari a contesti più poveri e di necessità o destinata a particolari applicazioni specifiche.

2.2 Caratterizzazione del materiale

Come è stato riportato nei capitoli precedenti, la costruzione in terra cruda è stata per secoli una pratica autonoma, tramandata oralmente all'interno delle comunità rurali senza il supporto di figure specializzate. Questa dimensione autocostruttiva non è però esclusiva del contesto italiano o marchigiano ma rappresenta una condizione diffusa su scala globale, ancora oggi presente in ampie aree dell'Africa subsahariana, dell'America Latina, del Medio Oriente e dell'Asia meridionale, dove la terra cruda continua ad essere il materiale da costruzione principale per una parte significativa della popolazione rurale e non solo (Galdieri E., 2007). Il tratto comune a tutti questi contesti è la natura del sapere costruttivo, empirico, pratico, trasmesso per imitazione e ripetizione. Chi costruiva in terra non applicava formule o modelli formalizzati, ma si affidava all'esperienza accumulata, alla conoscenza del suolo locale e a prove dirette condotte sul materiale prima e durante la costruzione. La qualità del risultato dipendeva dalla bravura dell'esecutore, dalle caratteristiche della terra disponibile e dalle condizioni climatiche del momento. La variabilità, inevitabile conseguenza dell'origine del materiale e del sapere pratico, ha rappresentato al tempo stesso la ricchezza e il limite della tradizione costruttiva in terra cruda. Da un lato ha prodotto una molteplicità di soluzioni adattate al contesto, espressione autentica delle culture materiali locali. Dall'altro ha reso difficile i tentativi di valutazione, confronto e standardizzazione delle prestazioni.

Al momento di costruire, la prima fase è la scelta del sito e della terra disponibile. Sebbene uno dei motivi del diffuso utilizzo della terra cruda sia stata la disponibilità pressoché illimitata della risorsa, non tutte le terre sono adatte ai fini costruttivi e non tutte sono utilizzabili con qualsiasi tecnica. La selezione del materiale è un passaggio critico, che precede qualsiasi lavorazione e determina in larga misura la qualità del risultato finale. Nei contesti in cui l'autocostruzione era pratica corrente si sviluppano i primi protocolli semplificati di verifica del materiale, elaborati non in laboratorio ma direttamente in cantiere, alla portata di chi costruiva senza formazione tecnica. Questi strumenti rappresentano il primo ponte tra conoscenza empirica e conoscenza tecnica con l'intento di tradurre un sapere pratico in procedure verificabili, ripetibili e trasmissibili anche al di fuori della comunità che le aveva generate. Lo studio dei metodi ed analisi di caratterizzazione del materiale terra in fase preliminare è stato condotto sui principali manuali di riferimento come il *Manuel de Construction en Terre* di CRAterre e il *Manuale tematico della Terra Cruda* promosso dalla Regione Sardegna. Sono stati utilizzati anche testi di riferimento internazionali come il *Rural structures in the tropics* sviluppato dalla FAO (2011) in merito allo sviluppo di strutture che

favoriscono lo sviluppo rurale sostenibile e *Building with Earth - Design and Technology of a Sustainable Architecture* (Minke G., 2005).

2.2.1 *Esami di tipo sensoriale*

L'esame dei sensi rappresenta forse meglio di qualsiasi altro strumento la natura di questo sapere costruttivo. Si tratta di una valutazione puramente soggettiva che deriva da una conoscenza affinata attraverso la ripetizione dei gesti. Con difficoltà si riesce a sostituire con strumenti e formule l'intuito pratico di chi ha imparato a leggere il materiale attraverso anni di pratica ed è in questa capacità che risiede la vera competenza dei mastri della terra.

esame visivo e del colore: L'analisi visiva rappresenta il primo approccio al sito e al materiale. Ancora prima di prelevare un campione, osservare il suolo nella sua totalità può fornire informazioni sulla natura del terreno, struttura, colore e tessitura sono i primi indicatori. Su materiale asciutto è possibile valutare la presenza eccessiva di frazione scheletrica grossolana, come ghiaia o ciottoli, che comprometterebbe la lavorabilità dell'impasto, così come individuare le proporzioni tra la componente sabbiosa e quella fine, argillosa e limosa, che determineranno il comportamento del materiale in fase di lavorazione ed essiccazione. Il colore offre indicazioni sulla composizione minerale e sulla presenza di sostanza organica. Ad esempio colori scuri indicano materiale organico attivo, grigio bluastrò indica un'origine argillo-limosa di origine fluviale, tonalità di giallo indicano carbonati e idrati di calcio, sfumature rosse derivano dalla presenza di ossidi di ferro.

esame olfattivo: L'olfatto consente di identificare rapidamente la presenza di sostanza organica nel suolo. Una terra ricca di humus emana un odore di muffa, particolarmente accentuato se il campione viene inumidito o riscaldato. Eccessivo materiale organico rende inadatta la terra poiché continua il suo processo di decomposizione e può compromettere la stabilità dell'impasto e la durabilità del manufatto nel tempo.

prova del morso: Può sembrare un test irrilevante ed anche poco piacevole ma si tratta di una rapida valutazione della tessitura. Prendendo un pizzico di terra in bocca e schiacciandolo tra i denti si riescono a percepire le diverse frazioni più fini, la parte ghiaiosa ovviamente viene separata prima. In caso vi sia una predominanza sabbiosa, questa scricchiolerà in modo fastidioso, invece in presenza di un terreno limoso lo scricchiolio non provocherà quella sensazione fastidiosa e nel caso di terre argillose le particelle tra i denti non stridono affatto,

anzi danno una sensazione liscia e farinosa. Una terra secca, contenente molta argilla, risulta molto appiccicosa, se vi si appoggia la lingua essa si stacca con difficoltà.

esame tattile: Tra i test che coinvolgono strettamente i sensi è quello che consente la valutazione più precisa e immediata della composizione del materiale. Si prendono piccoli aggregati di terra sul palmo della mano a cui si elimina la frazione più grossolana, e sfregando il campione tra le dita è possibile distinguere le diverse frazioni granulometriche. Una prevalenza di sabbia si riconosce dalla sensazione rugosa e dalla coesione praticamente nulla tra le particelle. Una terra limosa presenta invece una rugosità più debole e, una volta inumidita, una plasticità moderata. La presenza di una buona quota argillosa si manifesta a secco con grumi compatti e difficili da sbriciolare, che a contatto con l'acqua diventano plastici e collosi, rivelando le proprietà leganti che rendono la terra adatta alla costruzione.

prova del lavaggio: È un approfondimento dell'esame tattile legato alla capacità colloidale della terra a restare incollata alla mano se bagnata. Vengono sporcate le mani con della terra abbastanza liquida e lavate con abbondante acqua. Il terreno è sabbioso se risulta granuloso e le mani si risciacquano facilmente, limoso se appare polveroso e si risciacqua senza grosse difficoltà. Il terreno è prevalentemente argilloso se risulta una sensazione saponosa al tatto e le mani si risciacquano con difficoltà.

2.2.2 Esami preliminari di qualità

Accanto agli esami sensoriali, la pratica costruttiva ha sviluppato una serie di test applicabili anche questi direttamente in cantiere sia in fase di selezione del materiale che durante i lavori. Si tratta di prove semplici che non richiedono attrezzature specializzate né particolari condizioni di laboratorio, ma che consentono una valutazione sufficientemente affidabile delle qualità tecniche di interesse come tessitura, plasticità e coesione. Queste prove vengono condotte su *provini*, ovvero campioni di materiale prelevato direttamente dal sito e reso plastico e modellabile in modo da essere rappresentativo della terra che si intende impiegare. Il livello di approfondimento è ovviamente inferiore rispetto alle analisi di laboratorio, ma la loro immediatezza e ripetibilità le ha rese uno strumento basilare di controllo qualità nella costruzione in terra cruda. È importante sottolineare che queste prove vanno eseguite sia in fase preliminare, ma ripetute con una discreta regolarità durante il corso dei lavori. Solo un controllo continuativo garantisce la costanza delle caratteristiche del materiale e quindi un comportamento uniforme della costruzione nel tempo.

test della lucentezza o del taglio: Viene creata una piccola palla di terra, abbastanza umida da essere modellata e compattata. Con una lama precisa si effettua un taglio netto e vengono osservate le due facce di taglio. Un aspetto netto e lucido indica una buona presenza argillosa, al contrario un taglio sgranato e opaco una prevalenza limosa.

test di adesione o del coltello: Viene valutata la difficoltà nell'affondare e nell'estrarre una spatola o coltello in un provino simile a quello del test precedente, il contenuto di argilla è proporzionale alla forza necessaria. Se la lama penetra con facilità e togliendola rimane pulita difficilmente si tratta di una terra argillosa, infatti una buona presenza di argilla rende il provino difficile da infilzare e aderisce molto bene alla spatola lasciandola sporca.

test del ritiro lineare o test di Alcock: Viene utilizzato per valutare la riduzione di dimensione del provino dovuto al rigonfiamento nella fase plastica e al ritiro quando essiccate delle argille. Si utilizza un riferimento fisso che è uno stampo di legno lungo 60cm (largo e alto 4cm) su cui è presente una scanalatura 1cm larga e profonda. La prova si effettua riempiendo la scanalatura con l'impasto di terra a cui è stata eliminata la frazione più grande. La scanalatura deve essere precedentemente unta per permettere un naturale ritiro del provino durante l'essiccazione. Essiccazione che deve durare 3 giorni all'ombra e 7 al sole, possibilmente simulando entrambe le situazioni. Trascorso questo periodo, il terreno asciutto e indurito viene spinto verso un'estremità della scatola e si misura il ritiro totale del terreno all'altra estremità. Sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà il contenuto di argille.

test della bottiglia o sedimentazione semplificata: Gli esami fin qui descritti hanno come logica comune quello di fornire una stima della tessitura del terreno che rimane, per i metodi, necessariamente approssimativa e soggettiva. Il test della bottiglia rappresenta un primo tentativo di oggettività e maggiore precisione, pur mantenendo la semplicità esecutiva propria dei test di cantiere. Si basa sul principio fisico della sedimentazione, descritto dalla legge di Stokes, secondo cui particelle di diversa dimensione e peso si depositano in un liquido a velocità differenti. Viene adattato in forma semplificata alle condizioni di cantiere, con le inevitabili incertezze che questo comporta, utilizzando un semplice sistema di seguito descritto. Si prende un contenitore cilindrico a sezione costante a cui viene associata una scala graduata. Un quarto del volume viene occupato versando il campione di terra secco e per i restanti tre quarti riempito con acqua pulita. Si favorisce la massima imbibizione e disgregazione della terra e a contenitore chiuso viene data una prima energica agitata al

campione. Dopo circa un'ora si riesce a notare la stratificazione, ma data l'origine eterogenea del materiale, si preferisce di solito una seconda agitazione della sospensione. Una ottimale lettura avviene dopo circa otto ore che il campione è stato lasciato fermo.

La stratificazione che si forma nel tempo permette di distinguere e stimare visivamente le diverse classi granulometriche. Le frazioni più grossolane sedimentano per prime, seguite da quelle più fini, fino all'argilla che rimane in sospensione più a lungo. Con le dovute proporzioni matematiche è possibile definire il rapporto in percentuale delle tre principali componenti.

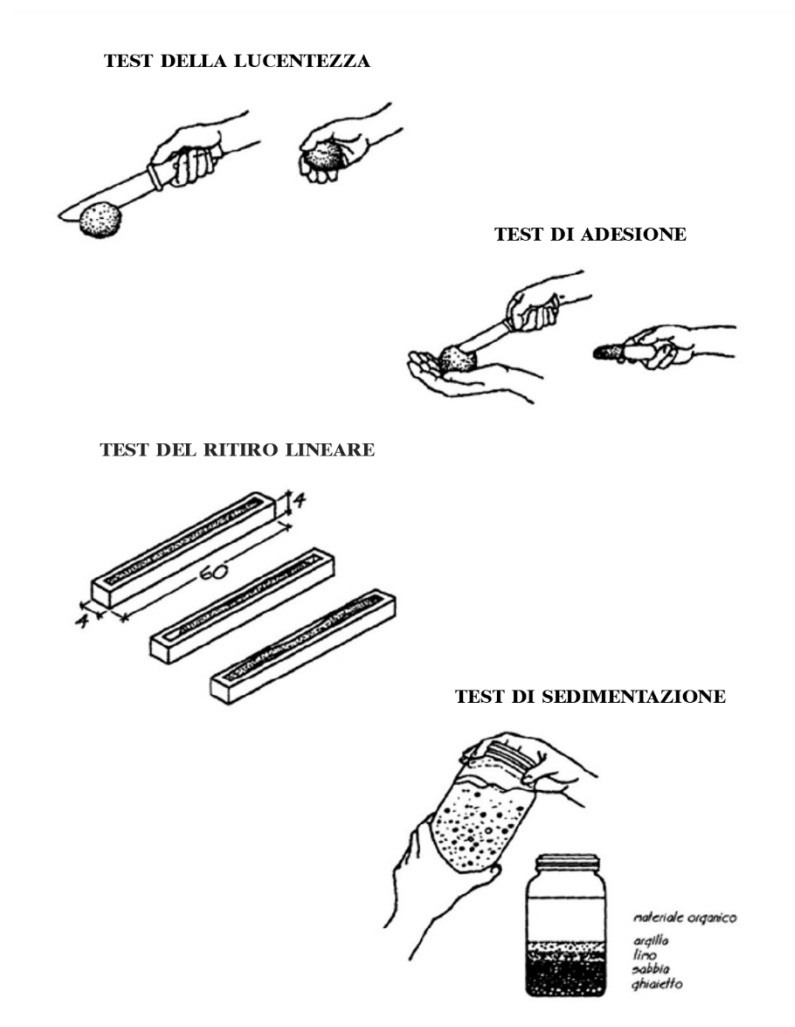


Figura 14 - esami preliminari di qualità (CRAterre p.59)

2.2.3 Esami approfonditi di qualità

Gli esami approfonditi di qualità si concentrano esclusivamente sulla frazione fine, ovvero quella componente che determina in modo più diretto le proprietà leganti e plastiche del materiale. Il punto di partenza è la terra fine, con granulometria inferiore ai 2mm, ottenuta per setacciatura. Da questa si cerca di isolare ulteriormente la frazione al di sotto dei 0,4mm che comprende sabbia media e fine, limo e argilla. Su questa frazione ridotta vengono condotte verifiche mirate di tessitura, coesione e plasticità, le stesse qualità già osservate negli esami precedenti, ma con un grado di dettaglio maggiore, reso possibile dall'isolamento della componente attiva del materiale. È la frazione argillosa e limosa a influenzare e definire il comportamento dell'impasto in fase di lavorazione e il suo indurimento in fase di essiccazione (CRAterre, 1985).

test di resistenza a secco (del disco): Valuta la coesione del materiale una volta essiccato. Vengono modellati due o tre provini, chiamati biscotti, generalmente a forma di disco larghi 8cm e spessi 1cm, lasciati completamente essiccare. La prova consiste nello spezzare a metà il provino e cercare di sbriciolarlo il più possibile.

interpretazione: Maggiore è la resistenza opposta dal materiale e maggiore è il contenuto in argilla. Se il provino si rompe facilmente ma la polverizzazione è comunque difficile è possibile definire una presenza omogenea di sabbia, limo e argilla. Se anche la polverizzazione è immediata, il materiale è caratterizzato da un'elevata presenza in sabbia.

test di ritenzione idrica o di trasudazione: Valuta la capacità di ritenzione di acqua all'interno della struttura dell'impasto applicando delle forze di compressione. Si crea un provino sferico, circa 3cm, di impasto abbastanza umido da essere modellabile ma non da lasciare sporche le dita. Una prima fase consiste nel comprimere la pallina tra i palmi delle mani con dei colpetti abbastanza veloci ma energici e osservare la durezza, la plasticità e la trasudazione di acqua. Successivamente modellarla ripetutamente tra indice e pollice notare sbriciolamenti o riassorbimenti.

interpretazione: Se sono sufficienti pochi colpi per far affiorare l'acqua in superficie e se modellata, l'acqua scompare e la sfera si sbriciola si tratta di un impasto di sabbia molto fine o limoso. Se sono necessari da 20 a 30 colpi perché l'acqua raggiunga la superficie e se premuta, la sfera non si crepa né si sbriciola si può trattare di limo molto plastico. Quando non si verifica nessuna reazione di trasudamento in superficie e se premuta, la sfera rimane lucida e compatta si è in presenza di argilla.

test di consistenza: Si prepara una pallina di 2 o 3 cm, la si bagna per poterla modellare, senza che questa diventi però collosa. Si lavora la terra su un piano in modo da formare un lungo cordone. Se il cordone si spezza prima che raggiunga i 3 mm di diametro, la terra è troppo secca e bisogna aggiungere un po' d'acqua. Il cordone deve iniziare a rompersi quando il suo diametro è uguale a 3 mm. Quando il cordone inizia rompersi, con la parte che si stacca, si forma una piccola sfera e la si schiaccia tra il pollice e l'indice.

interpretazione: Se la sfera formata si schiaccia difficilmente, non si fessura né si sbriciola significa che la terra contiene molta argilla. Se la sfera formata si fessura o non si riesce addirittura a formare per nulla, la terra contiene poca argilla o solamente sabbia e limo. Nel caso in cui il cilindro e le sfere formate siano molli o porose si è in presenza di terre organiche.

test di coesione o del sigaro: Viene chiamato così perché il provino è un impasto di terra a forma di sigaro lungo 20cm e diametro 1,2cm. Lo si prende in mano e viene appiattito tra pollice e indice a formare un nastro spesso tra i 3 e i 6mm.

interpretazione: Se questo nastro raggiunge i 25-30cm senza spezzarsi la terra contiene molta argilla, tra 5-10 cm si tratta perlopiù di un impasto limoso a basso contenuto di argilla mentre se non si riesce per nulla a modellare il contenuto di argilla è molto basso e c'è una prevalenza di sabbia e limo.

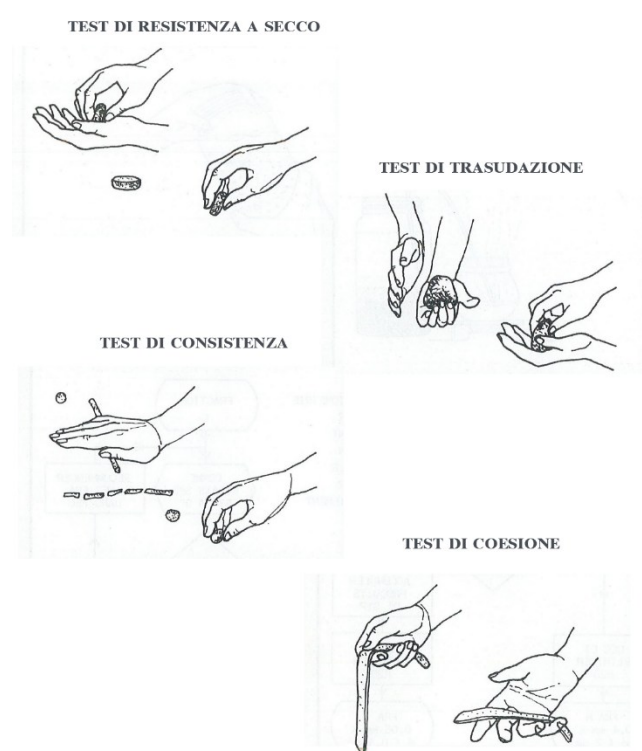


Figura 15 - esami approfonditi di qualità sulla frazione fine (CRAterre p. 62)

2.2.4 Analisi di laboratorio

Le analisi di laboratorio nascono dalla necessità di fornire un'oggettività e accessibilità alla lettura dei risultati. Con il rinnovato interesse scientifico e tecnico nei confronti del materiale, hanno conosciuto uno sviluppo in tempi relativamente recenti per verificare e garantire una certa costanza delle caratteristiche. Si tratta delle stesse analisi sviluppate nella pratica ma ricondotte ad un ambiente di laboratorio più tecnico e standardizzato in cui viene meno la conoscenza ed esperienza necessaria nelle prove empiriche di cantiere viste fin ora.

analisi granulometrica

Come introdotto all'inizio del capitolo, la caratteristica che influenzano direttamente e indirettamente tutte le proprietà del materiale e l'applicabilità nelle diverse tecniche, sono legate alla composizione dimensionale delle diverse frazioni.

La classificazione delle frazioni può essere eseguita adottando diversi sistemi di riferimento, i più utilizzati sono quello USDA (United State Department of Agriculture), ISSS (International Society of Soil Science), ASTM (American Society for Testin Materials), che cambiano per leggere differenze tra le classi dimensionali. Di seguito si è scelto di riportare la classificazione su base ISO 14688. Questa è un riferimento internazionale nell'ingegneria civile, viene utilizzata come riferimento per gli standard nazionali come DIN 18196, lo standard tecnico tedesco che classifica i terreni per costruzioni e infrastrutture, viene ripresa inoltre dalle DIN relative ai prodotti in terra cruda (DIN18952 – 18957), dagli standard neozelandesi e riproposta nei manuali FAO (2011).

<i>frazione</i>	<i>dimensione delle particelle</i>	<i>identificazione in campo</i>
ghiaia	63 – 2 mm	Pezzi di pietrisco grossolani, stondati, piatti o spigolosi
sabbia	2 – 0.063 mm	Si disgrega completamente quando è asciutta, le particelle sono visibili a occhio nudo e granulose al tatto
limo	0.06 – 0.002 mm	Le particelle non sono visibili a occhio nudo, ma risultano leggermente granulose al tatto. Gli aggregati umidi possono essere modellati, ma non assottigliati. Gli aggregati secchi si riducono in polvere con relativa facilità.
argilla	< 0.002 mm	Liscia e untuosa al tatto. Si mantiene compatta quando è asciutta ed è appiccicosa quando è umida.

*ghiaia, sabbia e limo sono a volte divise a loro volta in sottoclassi: grossa, media e fine

L'analisi procede per più step. Si parte da un campione rappresentativo del terreno che varia solitamente dai 500g ai 2,5kg. Viene fatto essiccare completamente in stufa e registrato

il peso. Una prima parte consiste nella setacciatura o vagliatura. Tramite una successione di crivelli a maglie definite e decrescenti vengono separate le componenti dai 20mm ai 0,08mm. Pesando le diverse frazioni trattenute è possibile tracciare un grafico chiamato curva granulometrica. Non può terminare qui l'analisi poiché la componente di maggiore interesse è quella argillosa, con dimensioni e precisioni difficili da raggiungere tramite una semplice setacciatura. Una seconda fase infatti è la sedimentometria, uno sviluppo del test già visto tra i preliminari. Questo permette di sfruttare il movimento di particelle di diverso peso in sospensione liquida e permette di completare la curva granulometrica con le frazioni fino a 0,001mm (Achenza M., 2009).

Le percentuali in peso di ogni frazione più piccola di 2mm determina la *tessitura* e mediante il modello del triangolo (Fig.16) è possibile interpretarne la classificazione. Solo un numero limitato di miscele possiede caratteristiche naturalmente idonee all'impiego nelle costruzioni. Le tessiture più adatte sono il franco sabbioso e il franco argillo sabbioso costituiti da frazioni che variano in un range di 50-80% sabbia, 0-30% limo, 20-30% argilla. Tuttavia, molte altre possono essere rese adatte mediante la correzione della composizione granulometrica o l'aggiunta di opportuni stabilizzanti.

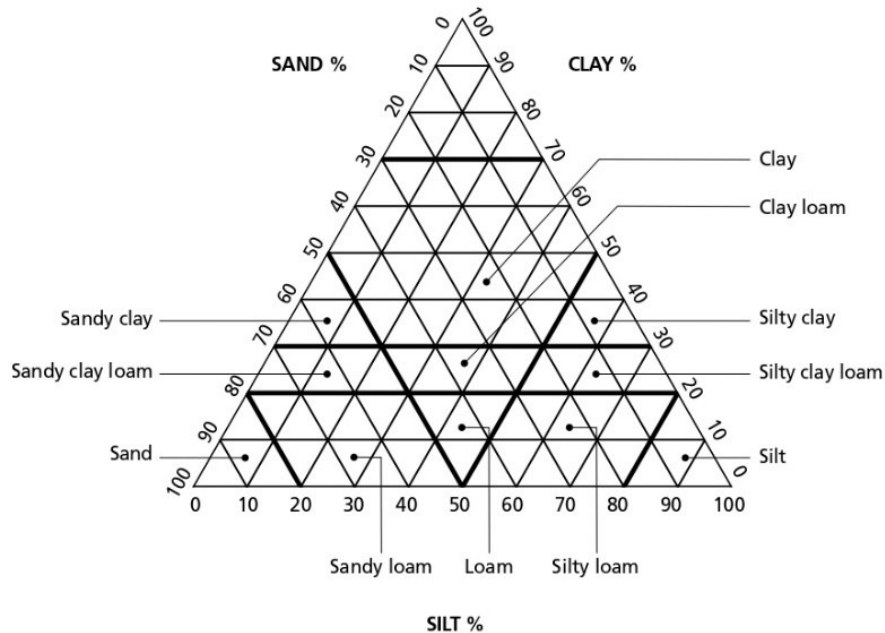


Figura 16 - triangolo della tessitura (FAO, 2011)

<i>uso</i>	<i>argilla</i> (%)	<i>limo</i> (%)	<i>sabbia</i> (%)	<i>ghiaia</i> (%)
<i>pisé</i>	5-20	10-30	35-80	0-30
<i>cob</i>	5-25	15-35	40-80	60-80
<i>adobe</i>	10-30	10-40	50-80	50-80
<i>uso generico</i>	15	20	60	65

*se il terreno disponibile non è adatto, può essere migliorato aggiungendo argilla o sabbia.

Tabella 3 - classi di terreno idonee all'edilizia (FAO, 2011)

Tra le prime analisi di laboratorio che seguono la fondamentale analisi granulometrica vi sono la determinazione di altri parametri come densità apparente, superficie specifica, compattabilità e porosità (Minke G., 2005).

La *densità apparente* è il rapporto tra la massa del materiale e il suo volume totale, compresi i vuoti interni. Viene misurata pesando un volume noto di materiale ed è dipendente dalla condizione del campione. Un terreno fresco appena scavato ha una densità compresa tra 1000 e 1500 g/l. Se questo terreno viene compresso, come nel caso di terra battuta o blocchi di terra, la sua densità varia da 1700 a 2200 g/l.

La *superficie specifica* di un terreno è la somma di tutte le superfici delle particelle. È strettamente legata alla frazione granulometrica ma anche all'interno della stessa, come nelle argille, può essere molto variabile pertanto può risultare utile effettuare un'analisi mineralogica approfondita. La sabbia grossolana, ad esempio, ha una superficie specifica di circa 23 cm²/g, il limo di circa 450 cm²/g e l'argilla da 10 m²/g (caolinite) a 1000 m²/g (montmorillonite). Maggiore è la superficie specifica, maggiori sono le forze di coesione interne, che sono rilevanti per la forza di legame, nonché per la resistenza a compressione e a trazione.

La *compattabilità* esprime la capacità della terra a ridurre il proprio volume sotto l'azione di una compressione, ottenuta per pressione statica o per costipazione dinamica, eliminando i vuoti interni. Il grado di compattazione raggiungibile non dipende soltanto dall'energia applicata, ma è legato al contenuto d'acqua presente nell'impasto. Esiste un valore di umidità, definito contenuto d'acqua ottimale, in corrispondenza del quale l'acqua agisce da lubrificante tra i grani e ne consente lo scorrimento reciproco verso una disposizione più serrata, riducendo l'attrito senza saturare i pori. La relazione tra contenuto d'acqua e densità ottenibile viene

determinata in laboratorio attraverso la prova Proctor, che individua proprio l'umidità ottimale e la corrispondente densità massima del materiale.

La *porosità* rappresenta la percentuale di vuoti sul volume complessivo ed è strettamente legata alla composizione granulometrica, una terra assortita, in cui le frazioni fini riempiono gli interstizi tra i grani più grossi, raggiunge un impacchettamento più compatto, con porosità ridotta e densità apparente elevata. Al contrario, una granulometria uniforme produce un eccessivo compattamento o spazio vuoto. Queste due caratteristiche, direttamente connesse alla distribuzione delle diverse frazioni, incidono direttamente sulla resistenza meccanica, sul comportamento nei confronti dell'umidità e sulle prestazioni termiche del materiale.

definizione della plasticità

A seconda del contenuto d'acqua, una terra può presentarsi in diversi stati di consistenza solido, semisolido, plastico o liquido. Il passaggio dall'uno all'altro non è netto, ma avviene attraverso soglie definite come limiti di Atterberg, espresse come percentuale del tenore d'acqua presente nel campione (CRAterre, 1985).

Si distinguono tre valori principali ovvero limite di liquidità, di plasticità, di ritiro e altri due presenti in origine detti di assorbimento e di aderenza che sono raramente utilizzati.

Le prove si eseguono sulla frazione fine ($< 0,4$ mm), poiché è soltanto su queste particelle che l'acqua agisce modificando la consistenza dell'impasto senza alterarne la struttura. La differenza tra il limite di liquidità, soglia di transizione dallo stato plastico a quello liquido, e il limite di plasticità, soglia tra lo stato plastico e quello semisolido, definisce l'*indice di plasticità*, ovvero l'intervallo di umidità entro il quale la terra conserva un comportamento plastico, si deforma in modo continuo sotto l'azione di una forza e mantiene la nuova forma una volta che questa viene rimossa. Questo comportamento dipende direttamente dalla componente argillosa. Le argille sono costituite da particelle lamellari, dotate di un'elevata superficie specifica e affinità per l'acqua. Un indice di plasticità ampio è dato da una proporzione elevata di particelle argillose, mentre il tipo di minerale argilloso presente ne determina l'intensità del comportamento. Una forte affinità per l'acqua significa anche che il materiale è più soggetto ai movimenti legati all'umidità tipo rigonfiamento in fase di umidificazione e ritiro durante l'essiccazione, e tanto più elevato è l'indice di plasticità, tanto più marcati saranno questi fenomeni. Questo può tradursi in fessurazioni e deformazioni che compromettono la stabilità della costruzione.

Una delle metodologie più diffuse per la determinazione del *limite di liquidità* è il cucchiaino di Casagrande. Si tratta di uno strumento dotato di una coppa in ottone che, azionata da una

manovella, viene sollevata e lasciata cadere ripetutamente da un'altezza prestabilita. Nella coppa si deposita il campione di terra umida, vi si traccia al centro un solco e si contano i colpi necessari affinché questo si richiuda, ricavando così l'indicazione sullo stato di consistenza del campione. Il *limite di plasticità* è ricavato da una standardizzazione del *test di consistenza*, raggiungendo lo stato di consistenza entro il quale la terra resta plastica. In corrispondenza di questi due limiti, viene misurato il contenuto d'acqua valutando la variazione in peso dopo l'essiccazione.

	poco plastico < 35%
<i>limite di liquidità</i> w_L	mediamente plastico 35-50%
	molto plastico > 50%
<i>indice di plasticità</i>	argilla: $I_p \geq 7\%$ oppure $\geq 0,73(w_L - 20)\%$
$I_p = w_L - w_P$	limo: $I_p < 4\%$ oppure $< 0,73(w_L - 20)\%$

Tabella 4 - determinazione della plasticità (fonte: Volhard F., 2023, p.22; DIN 4022, 18122, 18196)

Gli altri limiti non sono particolarmente rilevanti per quanto riguarda la plasticità ma riguardano il materiale in un senso più ampio. Sono stati comunque sia presi, inconsciamente, in considerazione negli esami preliminari. Il limite di ritiro infatti rappresenta il contenuto d'acqua al di sotto del quale un campione non subisce una variazione del suo volume anche se dovesse diminuire ulteriormente la sua umidità. È una misurazione del contenuto d'acqua del provino del test di ritiro lineare, infatti si determina in seguito ad una essiccazione progressiva di un campione misurando il suo contenuto d'acqua fino a stabilizzazione del volume.

determinazione della coesione

La coesione è la capacità delle particelle di terra di restare legate tra loro, opponendosi alle forze che tenderebbero a separarle. È una proprietà che dipende essenzialmente dalla frazione argillosa, che agisce da legante naturale dell'impasto, e che determina la resistenza a trazione del materiale. Si tratta di una caratteristica più che considerata attraverso i test empirici preliminari, ma in laboratorio viene ricondotta a procedure standardizzate, capaci di restituire misurazioni confrontabili.

Tra le metodologie più diffuse vi è la prova di trazione allo stato umido, nota anche come *test dell'8* per la forma del provino. Il campione di terra umida viene modellato all'interno di uno stampo dotato di un foro centrale a forma di otto e successivamente sottoposto a trazione mediante l'allontanamento graduale e controllato delle due metà dello stampo. Tanto maggiore è la forza necessaria a portarlo a rottura, tanto più elevata è la presenza di argilla nel campione.

La coesione, o capacità legante, è espressa come media dei risultati di più prove in g/cm² o N/mm², così da garantire la confrontabilità del dato. In generale, le terre che hanno una capacità legante inferiore ai 50 g/cm² non possono essere impiegate in campo edilizio, le altre sono classificate come:

<i>classificazione</i>	<i>capacità legante (g/cm²)</i>
molto magra	50-80
magra	> 80-110
quasi grassa	> 110-200
grassa	> 200-280
molto grassa	> 280-360
argilla	> 360
$100\text{g/cm}^2 = 1,0\text{N/cm}^2$	

Tabella 5 - classificazione della capacità legante (fonte: Volhard F., 2023, p.22; DIN 18952)

La capacità legante influenza direttamente le caratteristiche di plasticità.

Le analisi fin qui descritte sono quelle che restituiscono le informazioni essenziali sul comportamento costruttivo della terra e che, non a caso, riprendono e formalizzano le stesse qualità già indagate negli esami di cantiere. Sono le verifiche più coerenti con un impiego del materiale orientato all'autocostruzione e a un'architettura semplice, poiché misurano proprio le caratteristiche che chi costruisce direttamente deve saper riconoscere e controllare. Accanto a queste, tuttavia, la terra può essere sottoposta a indagini molto più approfondite, finalizzate a descriverne la caratterizzazione chimica e mineralogica.

Possono essere determinati parametri come il pH, il contenuto di acidi e sali solubili, la presenza di sali alcalini, carbonati, solfati e cloruri, oltre alla tipizzazione della sostanza organica. Per l'aspetto mineralogico si ricorre invece a tecniche strumentali come la diffrazione a raggi X per l'identificazione dei minerali argillosi, all'osservazione al microscopio elettronico, all'analisi del profilo e a prove di stabilità degli aggregati come il test di Emerson. Si tratta di informazioni che incidono sul comportamento del materiale, in particolare sulla sua reattività all'acqua e sulla durabilità nel tempo, ma il cui approfondimento sfiorerebbe dalle linee di questo lavoro.

Il rinnovato interesse per la terra cruda e la prospettiva di un suo sviluppo nel mercato dell'edilizia hanno portato a valutare il materiale con criteri simili a quelli impiegati per i materiali da costruzione tradizionali come calcestruzzo e laterizio ovviamente con gli opportuni adattamenti. Si sono sviluppate prove di resistenza a compressione, a trazione, a flessione e a taglio, condotte secondo procedure standardizzate che restituiscono valori confrontabili. A differenza delle analisi precedenti, che indagano la terra come materia prima, queste verifiche si eseguono perlopiù su provini di manufatto, ovvero su campioni che riproducono l'elemento costruttivo finito, come i mattoni crudi nel caso dell'adobe o provini pressati nel caso della terra battuta (Mattone R., 2008).

<i>caratteristica</i>		<i>note</i>		<i>fonte</i>
pisè	peso specifico	1800-2100 kg/mc		CRATerre, 1989
	resistenza a compressione	3-4 N/mm ²	per terra secca dopo 28gg	CRATerre, 1989
	resistenza a trazione	0,5-1 N/mm ²	prova su barretta	CRATerre, 1989
	resistenza a flessione	0,5-1 N/mm ²	per terra secca a 28g	CRATerre, 1989
adobe	peso specifico	1400-1900 kg/mc		CRATerre, 1989
	resistenza a compressione	2-5 N/mm ²	per terra secca dopo 28gg	CRATerre, 1989
blocchi compressi	peso specifico	1800-2100 kg/mc		
	resistenza a compressione	2-5 N/mm ²	per terra secca dopo 28gg	CRATerre, 1989
	resistenza a trazione	0,5-1 N/mm ²	prova su barretta	CRATerre, 1989
	resistenza a flessione	0,5-1 N/mm ²	per terra secca a 28g	CRATerre, 1989

riferimenti di valori indicativi presenti in (Scudo G., Narici B. e Talamo C., 2001). *Traité de construction en terre*, CRATerre, 1989. Ampliamento e la sistematizzazione del precedente *Manuel de construction en terre* (CRATerre, 1985)

Sebbene le prove meccaniche sulla terra cruda indagano anche il comportamento a trazione, flessione e simili, è la resistenza a compressione il parametro assunto convenzionalmente come riferimento per la caratterizzazione e il confronto tra materiali da costruzione, poiché è il meccanismo di sollecitazione a cui questi elementi sono principalmente destinati a rispondere in opera. Per questo motivo, nel confrontare la terra cruda con materiali che ricoprono ruoli analoghi in una struttura, ci si è limitati a mettere a confronto i valori di resistenza a compressione.

<i>nome prodotto</i>	<i>resistenza a compressione</i>	<i>note</i>	<i>fonte</i>
<i>KRYOTON 120</i>	5,3 N/mm ²	blocco semipieno per muratura di	Scheda Tecnica di
		tamponamento in terra cruda composta di	Prodotto Ton Gruppe
		argilla e fibre vegetali, di dimensioni	GEMA12 –
		215x230x115 mm	KRYOTON® 120

<i>LaterActive da 12</i>	2,84 N/mm ²	blocco forato in argilla cruda per contropareti e pareti divisorie 250 x 120 x 180 mm	Scheda Tecnica di Prodotto Terragena LATERACTIVE 12
<i>POROTON 800</i>	> 5,0 N/mm ²	blocchi semipieni in laterizio idonei all'impiego per la realizzazione di murature portanti in qualsiasi zona sismica	POROTON® 800 – Consorzio POROTON Italia

Altre prove che è giusto menzionare, riguardano il particolare rapporto della terra cruda con l'acqua, la quale rappresenta al tempo stesso il suo principale punto di debolezza e la chiave della sua durabilità. Trattandosi di un materiale che indurisce per semplice essiccazione, senza alcuna trasformazione chimica irreversibile, l'acqua è in grado di degradarlo. Per questo motivo, insieme alle prove meccaniche, sono state messe a punto verifiche specifiche sul comportamento idrico del manufatto. Le prove di erosione, o di dilavamento, simulano l'azione battente della pioggia sulla superficie e misurano l'erosione prodotta. Le prove di imbibizione, immersione valutano invece la capacità del materiale di assorbire acqua per immersione totale o per risalita capillare, oltre alla perdita di coesione e di resistenza che ne consegue (Achenza M., 2009).

<i>tipo di prova</i>	<i>scopo</i>	<i>interpretazione dei risultati</i>		
prova di erosione	valutare la resistenza del provino all'erosione dell'acqua	profondità del foro in mm in seguito all'azione di uno spruzzo costante d'acqua per almeno 1 ora o fino a perforamento su una faccia del provino	profondità	indice di erosione
			< 20	1
			20-50	2
			50-90	3
			90-120	4
			< 120	N.C.
prova di assorbimento	valutare il comportamento del provino ai fenomeni di risalita capillare	misura della risalita ogni 15 min in un recipiente in cui il provino risulti immerso in 3cm d'acqua	tempo	H max mm
			15'	7,5
			30'	8,5
			45'	9,0
			1h	9,5
			2h	11
			3h	11,8
			4h	12,5
			5h	13,0
			12h	14,5

Capitolo 3

NORMATIVA

3.1 Nuovo interesse

La terra cruda è oggi più che mai al centro delle nuove sfide legate allo sviluppo sostenibile e alla riduzione dell'impatto delle attività umane sul pianeta. Per caratteristiche, metodo e applicazione, questo materiale rientra a pieno titolo in quelle che sono le basi dell'architettura bioecologica (Bertagnin, 1999).

L'edilizia sostenibile è un nuovo approccio alla progettazione e alla costruzione che assume come obiettivo la riduzione dell'impatto ambientale dell'edificio e il miglioramento delle qualità di vita di chi vi abita. Questo metodo considera l'intero ciclo di vita di un fabbricato, dall'estrazione delle materie prime, alla costruzione, fino all'uso e alla demolizione. Vengono privilegiati materiali sani e a basso contenuto energetico, naturali, riciclati o riciclabili e tecniche compatibili con l'ambiente e proprie del territorio, perseguendo al tempo stesso il benessere e la salubrità per chi quegli spazi li vive. Risulta come una visione integrata del costruire, in cui efficienza energetica, contenimento delle emissioni e qualità della vita concorrono a un medesimo equilibrio tra edificio, persona e territorio.

La terra cruda offre numerosi vantaggi, sia sul piano di benessere abitativo che di sostenibilità. I principali fattori che regolano il comfort di una casa sono sicuramente temperatura e umidità. Un ambiente confortevole dovrebbe essere in grado di mantenere una temperatura costante, con un'umidità relativamente bassa. Nei climi mediterranei, oltre al ben noto isolamento termico, un fattore altrettanto cruciale per mantenere la temperatura costante è l'inerzia termica cioè la capacità di accumulare calore e di opporsi al suo passaggio. Se da un lato il mercato continua a proporre e sviluppare nuovi materiali isolanti, dall'altro ciò che meriterebbe maggiore attenzione è la capacità della massa di regolare temperatura e umidità in modo continuo e naturale.

1. Elevata inerzia termica (volano termico)

Grazie all'elevata massa e all'alto calore specifico, la terra cruda agisce come volano termico: in estate attenua l'ingresso del calore esterno e assorbe quello prodotto internamente, disperdendolo tramite la ventilazione naturale notturna; in inverno trattiene il calore prodotto dagli impianti di riscaldamento interni, riducendo le oscillazioni termiche anche in caso di spegnimento temporaneo del riscaldamento. Ne risulta un andamento smorzato della temperatura interna nell'arco della giornata, con conseguente riduzione dei fabbisogni impiantistici di raffrescamento o riscaldamento.

2. Igroscopicità (volano igroscopico)

A differenza di materiali "inerti" come laterizio cotto o cemento, la terra cruda, per sua struttura, mantiene una spiccata capacità di assorbire e rilasciare rapidamente vapore acqueo (fino al 5% in peso). Un metro cubo di argilla può assorbire circa 100 litri d'acqua, restituendola quando l'umidità relativa scende sotto il 50%, stabilizzando così l'umidità interna in un intervallo (35-55%) considerato ottimale per il comfort igrotermico e la salubrità degli ambienti. Ambienti troppo umidi possono generare condense superficiali e favorire la proliferazione di muffe e batteri oltre ad aumentare la sensazione di afa nel periodo estivo. Ambienti troppo secchi possono causare disturbi alle vie respiratorie (tosse, secchezza delle mucose).

3. Azione antistatica, antiallergica e abbattimento di odori

La terra cruda riduce la circolazione delle polveri sottili negli ambienti interni. Questa caratteristica ha effetti benefici a catena, diminuendo la quantità di polveri in sospensione, si riduce anche la presenza di agenti patogeni e allergenici, quali ad esempio gli acari e i pollini. L'azione antisettica combinata alla regolazione dell'umidità limita inoltre la proliferazione di muffe. La capacità di assorbimento del vapore acqueo consente alla terra cruda di trattenere anche le molecole odorogene e gli inquinanti veicolati dall'aria, che vengono successivamente metabolizzati. Tale funzione è descritta come rigenerativa e quindi duratura nel tempo.

4. Schermatura dai campi elettromagnetici

L'elevata densità, la massa e la composizione minerale della terra cruda, contribuisce a ridurre l'inquinamento elettromagnetico prodotto dalla sempre più presente impiantistica elettrica e dalle varie tipologie di antenne e trasmettitori di segnale.

5. Isolamento acustico

Per effetto della massa elevata e della buona porosità, la terra cruda presenta buone proprietà sia fonoisolanti che fonoassorbenti, risultando efficace nell'attenuazione dei rumori esterni e del mantenimento della privacy interna.

6. Salubrità estetica

Oltre alle prestazioni tecniche, i materiali naturali portano con sé un valore che va oltre la funzione, conferiscono alle superfici un pregio autentico. I pigmenti di origine naturale conferiscono finiture con una profondità cromatica difficile da ottenere con materiali sintetici, capaci di restituire agli spazi una bellezza che cambia nel tempo senza mai risultare artificiale.

Superfici materiche e tattili, coinvolgono i sensi oltre alla vista e restituiscono un senso di connessione con l'ambiente circostante.

7. Ecosostenibilità ed economia circolare

La terra come materiale possiede un bassissimo impatto ambientale, dovuto alla sua generale reperibilità locale, ridotto dispendio energetico e di risorse in fase di estrazione, lavorazione e trasporto e alla possibilità di essere riciclata o smaltita direttamente in loco, caratteri che influiscono positivamente sull'aspetto economico.

A questo profilo di sostenibilità si aggiunge, sul piano europeo, un contesto che negli ultimi anni ha rilanciato con forza l'attenzione verso i materiali naturali, a basso impatto e con buone prestazioni energetiche. Il Green Deal europeo (COM(2019) 640), la strategia con cui l'Unione Europea punta alla neutralità climatica entro il 2050, investe direttamente il settore delle costruzioni, responsabile del 40% delle emissioni e del consumo di risorse, e ne sollecita una profonda decarbonizzazione lungo l'intero ciclo di vita degli edifici. Si affianca, dal 2021, il New European Bauhaus (COM(2021)573) un'iniziativa promossa dalla Commissione europea che ne rappresenta l'aspetto culturale e creativo. Fondato su tre principi quali sostenibilità, estetica ed inclusione, il programma mira a trasformare l'approccio a edificare coniugando benessere abitativo e basso impatto ambientale, valorizzando soluzioni a minore intensità di carbonio e materiali rispettosi dei territori e delle comunità.

La terra cruda trova una collocazione spontanea possedendo i requisiti e rispettando i principi prima ancora che questi venissero formalizzati in una strategia di sviluppo.

3.2 Situazione normativa internazionale

A fronte di un interesse crescente e di un quadro culturale favorevole, la terra cruda sconta però un riconoscimento normativo ancora incompleto quanto più sul piano nazionale. Le fondamenta del costruire in terra risiedono nella sua origine autocostruttiva e nella trasmissione diretta delle pratiche, è questo il filo conduttore lungo il quale è giusto analizzare la questione. Proprio tale origine ha rappresentato il primo motivo di una standardizzazione assente che però in alcuni contesti si è rivelato essere anche la prima spinta verso la normazione del materiale. In contesti dove non si è mai smesso di costruire o perlomeno lo si è fatto in maniera consistente e con criterio da tempo, l'esigenza di rendere sicura, trasmissibile e verificabile una pratica ha portato alla codificazione di regole tecniche dedicate. Un quadro normativo accessibile può così diventare la condizione stessa perché la terra cruda e le sue tecniche costruttive sopravvivano come pratica attuale, ponendosi alla pari degli altri materiali da costruzione.

Germania: Una delle prime nazioni a dotarsi di linee guida per la costruzione in terra cruda è stata la Germania. Nel secondo dopoguerra, l'industria dei materiali da costruzione era stata distrutta e le possibilità di trasporto erano molto limitate, il che comportò una maggiore dipendenza dalle materie prime disponibili localmente. L'accresciuto bisogno di ricostruzione e la ridotta disponibilità economica portarono ad un interessamento, anche a livello statale, della terra cruda come materiale in edilizia. Vennero pertanto sviluppate le prime norme tecniche e pubblicate nel 1944 come "*Lehmbauordnung*" (Regolamento sulle costruzioni in terra cruda). Furono introdotte ufficialmente nel 1951 come DIN 18951 (Deutsches Institut für Normung - Istituto tedesco per la standardizzazione). Erano costituite sia da una parte di disposizioni applicative quindi modalità esecutive e primi requisiti tecnici sia da una parte esplicativa, la quale conteneva chiarimenti, commenti ed esempi che aiutavano a comprendere e applicare correttamente le prescrizioni. Erano pronti ulteriori regolamenti che andavano a considerare nel dettaglio le maggiori tecniche e applicazioni del materiale (DIN 18952 – 18957). Rimasero però solo sotto forma di prenorma, infatti la successiva ripresa economica con il relativo sviluppo dei materiali edili industriali portarono ad un abbandono, come avvenuto in Italia, dell'utilizzo della terra cruda. Nel 1971 furono ritirate e mai sostituite poiché ritenute obsolete e, per l'allora sviluppo nel campo dell'edilizia, economicamente irrilevanti. Fino a poco prima degli anni 2000, le prenorme DIN citate erano comunque sia riconosciute come norma tecnica ufficiosamente riconosciuta ma con l'aumento delle attività nel campo della costruzione in terra cruda, sia nel restauro, sia come applicazione nelle nuove

costruzioni in risposta a nuove esigenze, si ebbe la necessità di avere una regolamentazione aggiornata e ufficialmente riconosciuta. Attraverso un lavoro di ricerca coordinata tra università, esperti ed enti pubblici, sono state redatte le *Lehmbau Regeln* nella loro prima forma nel 1999 (Schroeder H., 2022).

Gli aspetti principali disciplinati da questa norma riguardano i tre cardini legati al materiale. Il primo riguarda la selezione dei terreni idonei all'impiego edilizio mediante apposite procedure di prova, aspetto che riprende e formalizza quanto discusso nel capitolo precedente, dove ne erano stati illustrati i fondamenti empirici. Il secondo riguarda i prodotti da costruzione in terra cruda, per i quali la norma definisce sia le procedure di prova sia i requisiti qualitativi. Il terzo riguarda le strutture in terra cruda, di cui vengono regolate le modalità costruttive e le qualità richieste. Un'attenzione particolare è riservata alle strutture portanti. La norma fissa valori di resistenza ammissibili necessari al calcolo delle pareti realizzate in terra battuta, in cob o in blocchi di terra.

I prodotti da costruzione dovevano però far riferimento al CPR – Regolamento europeo per i prodotti da costruzione (Regolamento (UE) n. 305/2011 oggi sostituito con Regolamento UE 2024/3110). Le *Lehmbau Regeln* sono un documento ancora attuale che disciplinano progettazione e applicazione delle costruzioni in terra, ma non avevano la struttura formale di una norma, non definivano cioè le caratteristiche tecniche del prodotto industriale, le tipologie e i metodi di prova per il controllo di una produzione e dichiarazione delle proprie prestazioni. L'Associazione Tedesca per l'Edilizia in Terra Cruda "Dachverband Lehm e.V.", punto di riferimento riconosciuto a livello internazionale per le costruzioni in argilla, ha prodotto continui aggiornamenti delle *Lehmbau Regeln* fino al 2013 con la pubblicazione, tramite l'istituto nazionale tedesco "Deutsches Institut für Normung", dei regolamenti DIN.

DIN 18940:2023-06: Muratura portante in mattoni di argilla – Progettazione, dimensionamento ed esecuzione

DIN 18942-1:2024-03: Materiali da costruzione in argilla e prodotti da costruzione in argilla – Terminologia

DIN 18945:2024-03: Mattoni in argilla

DIN 18946:2024-03: Malta per muratura in argilla

DIN 18947:2024-03: Malta per intonaco di argilla

DIN 18948:2024-03: Pannelli in argilla

Il caso tedesco è significativo, infatti, mostra uno sviluppo completo della regolamentazione ed è il maggior riferimento a livello europeo.

Francia: Un percorso analogo si riscontra in Francia. Qui il riferimento tecnico fondamentale è costituito dalle linee guida realizzate da CRAterre. Non si tratta di veri e propri standard ma di manuali teorici e pratici che guidano progettazione, produzione, costruzione e verifiche. Tra questi i più rilevanti risultano: *Blocs de terre comprimée*:

Procédures d'essai

Manuel de production

Manuel de construction

Su questa base e su esempio tedesco, l'Istituto Francese di Normazione ha poi sviluppato la regolamentazione vera e propria nella norma AFNOR XP P13-901, "*Briques et blocs de terre crue pour murs et cloisons*", che ne definisce terminologia, specifiche, metodi di prova e conformità. In generale la comunità scientifica francese si è sempre dimostrata disposta e interessata al tema e ne è un'ulteriore dimostrazione la pubblicazione di diverse "*guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue*". Si tratta di linee guida liberamente accessibili che servono da riferimento per professionisti del settore e non, sviluppate dalla collaborazione tra diverse associazioni di settore e patrocinata dai "Ministeri della transizione ecologica e della coesione territoriale" francesi. Il contributo di CRAterre ha avuto particolare rilievo anche nell'elaborazione di una serie di normative regionali destinate al territorio africano. Sono le ARS 670-683 di derivazione dai manuali nazionali sui Blocchi di Terra Compressa.

Nuova Zelanda: Su scala mondiale, la Nuova Zelanda è una delle nazioni di riferimento con un modello normativo particolarmente completo. Si tratta delle NZS, emanate dal Standards New Zealand, l'ente nazionale di normazione. Sono una serie di tre norme, NZS 4297, 4298, 4299, pubblicate per la prima volta nel 1998 e continuamente aggiornate, le più recenti sono del 2024, con il fondamentale contributo tecnico dell'Earth Building Association Neo Zelandese.

NZS 4297 – *engineering design of earth buildings* affronta l'aspetto ingegneristico della progettazione, in analogia con gli altri sistemi costruttivi tradizionali. Con l'ultimo aggiornamento si è prestata attenzione anche ai principi relativi alla resistenza sismica, a sottolineare l'applicabilità del materiale anche in aree soggette a tale rischio.

NZS 4298 – *materials and construction for earth buildings* considera il materiale in senso pratico, quindi, stabilisce la classificazione e la valutazione del materiale e la possibilità di impiego nel dettaglio delle varie tecniche costruttive.

NZS 4299 – *earth buildings not requiring specific engineering design* rappresenta la base che stabilisce uno standard minimo per gli edifici che non richiedono una progettazione ingegneristica specifica, fornendo specifiche pratiche, regole costruttive e soluzioni predefinite applicabili ai casi più semplici e ricorrenti.

Il modello neozelandese è molto accessibile e si sviluppa su tre livelli fondamentali ovvero lo studio ingegneristico per i casi complessi, la classificazione e verifica dei materiali per l'esecuzione e una via semplificata per le costruzioni ordinarie.

Nella volontà di adottare uno standard esplicitamente internazionale, l'istituto americano di normazione ASTM ha sviluppato il codice ASTM E2392/E2392M "Standard Guide for Design of Earthen Wall Building Systems" che rappresenta il riferimento per la progettazione dei sistemi costruttivi realizzati in terra. Il testo considera parametri tecnici ma punta anche sui criteri di sostenibilità, riconoscendo che l'edilizia in terra risponde tanto a esigenze prestazionali quanto a obiettivi ambientali. La sua impostazione nasce da un lavoro di sintesi e integrazione delle numerose esperienze normative già emerse a livello mondiale, alle quali attinge direttamente. Tra queste figurano i riferimenti australiani, tedeschi, neozelandesi e peruviani, insieme ai manuali delle diverse organizzazioni nazionali e internazionali. La norma si rivolge essenzialmente a due tipi di destinatari. Nel primo rientrano i contesti in cui la terra rimane il materiale d'elezione per ragioni culturali o per l'assenza di alternative economicamente sostenibili, e l'obiettivo diventa migliorarne sicurezza e durabilità. Nel secondo si collocano invece i contesti in cui la tecnica sta subendo una riscoperta e viene adottata come scelta consapevole in risposta a nuove necessità, in questi casi il testo fornisce un quadro di riferimento per la regolamentazione progettazione.

Tabella 6 - elenco dei principali codici reperiti così da presentare un quadro del riconoscimento normativo internazionale

	paese	documento	titolo
norme - standard	Germania	<i>Lehmbau Regeln</i> :2009	Lehmbau Regeln
		<i>DIN 18940</i> :2023	Tragendes Lehmsteinmauerwerk – Konstruktion, Bemessung und Ausführung (Load-bearing earth block masonry)
		<i>DIN 18942</i> :2024	Lehmbaumstoffe und Lehmbaumprodukte (Earthen materials and products)
		<i>DIN 18945</i> :2024	Lehmsteine – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (Earth blocks - Requirements, test and labelling)
		<i>DIN 18946</i> :2024	Lehmmauermörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (Earth masonry mortar)
		<i>DIN 18947</i> :2024	Lehmputzmörtel – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (Earth plasters)
		<i>DIN 18948</i> :2024	Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung (Earthen boards)
	Francia	<i>AFNOR XP P13-901</i> :2022	Earth bricks and earth blocks for walls and partitions - Definitions - Specifications - Test methods - Delivery acceptance conditions
	Nuova Zelanda	<i>NZS 4297</i> :2024	Engineering design of earth buildings
		<i>NZS 4298</i> :2024	Materials and construction for earth buildings
		<i>NZS 4299</i> :2024	Earth buildings not requiring specific engineering design
	Spagna	<i>UNE 41410</i> :2023	Bloques de Tierra Comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
	Perù	<i>NTE 080</i> :2000	Reglamento Nacional De Construcciones – Norma Técnica de Edification Adobe
	USA	<i>ASTM E2392</i> :2024	Standard Guide for Design of Earthen Wall Building Systems
	Africa	<i>ARSO 670-683/1333</i> :2018	Compressed Earth blocks - Requirements, production and construction
regolamenti tecnici	USA	<i>UBC – SEC 2405</i> :1982	Uniform Building Code Standards
	New Mexico	<i>14.7.1 NMAC</i> :2009	New Mexico Earthen Building materials code
	Australia	<i>CSIRO 5</i> :1995	Earth-wall construction
		<i>HB 195</i> :2002	Australian Earth Building Handbook
	Spagna	<i>MOPT Tapial</i> :1992	Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y metodos de ensayo.
	Svizzera	<i>SIA D 0111</i> :1994	Regeln zum Bauen mit Lehm

È essenziale fare una precisazione per chiarire ciò che riguarda la regolamentazione. I documenti che regolano la costruzione in terra cruda non hanno tutti lo stesso valore ovvero cambiano per grado di approfondimento e soprattutto ente che li emana. La classificazione di riferimento, ripresa dall'ISO (organizzazione internazionale di standardizzazione), individua tre categorie lo standard o norma, il regolamento tecnico e la raccomandazione o linea guida. Lo standard, o norma, è un documento elaborato da esperti ma pubblicato da un ente nazionale di normazione e approvato da un'autorità statale riconosciuta. È il livello più alto e riconosciuto, vi rientrano le DIN tedesche, le NZS neozelandesi e AFNOR XP P13-901 francese.

Il regolamento tecnico non possiede gli stessi requisiti formali di una norma e non è emanato da un ente nazionale di normazione, ma possiede comunque un riconoscimento ufficiale. Solitamente è quello che successivamente, se soddisfa determinate condizioni, può evolvere in standard ed essere adottato come tale. È il caso delle Lehmbau Regeln tedesche nella loro forma originaria.

La linea guida, infine, è prodotta da associazioni o organizzazioni specializzate e, seppure di altissimo valore, ha carattere volontario e orientativo. A questo livello appartiene tutta la letteratura tecnica di riferimento come i manuali di CRATERRE.

Tabella 7 - categorie di riferimento dei livelli di normazione della terra cruda

<i>categoria</i>	<i>esempio</i>	<i>elementi distintivi</i>
norma tecnica	NZS 4297,4298,4299 – Nuova Zelanda	- elaborata da un organismo di normazione riconosciuto (ente nazionale/internazionale di normazione). - fissa requisiti prestazionali e/o prescrittivi verificabili tramite prove e criteri oggettivi (soglie numeriche, metodi di prova, classi di resistenza). - ha (o può avere) valore obbligatorio quando richiamata da leggi o regolamenti edilizi; è soggetta a revisione periodica formalizzata.
regolamento tecnico	Lehmbau Regeln (Dachverband Lehm e.V., Germania)	- emanato da un'associazione di settore o organismo tecnico-professionale, non necessariamente con procedura di normazione formale equivalente a quella di uno standard nazionale. - raccoglie regole applicative organizzate per fasi del processo costruttivo (scelta e verifica della terra, proprietà dei, tecniche costruttive). - può valere come regola tecnica riconosciuta se richiamato dai regolamenti edilizi, altrimenti resta un riferimento di buona pratica consolidata. - traduce le conoscenze tecniche in prescrizioni operative direttamente utilizzabili in cantiere, con un dettaglio intermedio tra la norma e una linea guida.
linee guida/ manuale tecnico	<i>Blocs de terre comprimée - Manuel de construction (CRATERRE)</i>	- redatta da centri di ricerca, università o gruppi di esperti, senza una procedura di approvazione istituzionale formale. Il valore deriva dall'autorevolezza scientifico-tecnica degli autori. - offre un quadro divulgativo di conoscenze e procedure. - livello di dettaglio ampio, non fissa soglie obbligatorie ma orienta le scelte progettuali e costruttive.

3.3 Quadro normativo nazionale

Tornando ad un contesto nazionale, l'Italia presenta un vuoto normativo. Non esiste infatti alcuna regolamentazione tecnica specifica per la costruzione in terra cruda, come invece è stato mostrato per altri contesti. Pur disponendo di un'importante tradizione costruttiva in crudo e di un consistente patrimonio di architetture in crudo, la normativa italiana non considera la terra cruda come materiale da costruzione.

Il riferimento tecnico generale per il settore edilizio in Italia è costituito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) che definiscono i principi per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, stabilendo i criteri di sicurezza strutturale e le caratteristiche dei materiali e dei prodotti per uso strutturale. La terra cruda, tuttavia, non rientra tra i materiali disciplinati. Per alcune tecniche, potrebbe essere avvicinata agli elementi strutturali in muratura ma deve essere poi soggetta alle stesse prove di verifica fatte su elementi in calcestruzzo e laterizio. Ne consegue che la terra cruda ricade nella categoria dei materiali non normati, per i quali la progettazione strutturale non può fare riferimento a modelli standardizzati e procedure di prova codificate. Questo costringe chi fosse interessato ad utilizzare il materiale per le sue particolari caratteristiche, a lunghi iter di progettazione e implicazioni che ne disincentivano l'impiego nelle nuove costruzioni.

L'interesse da parte di università e amministrazioni cittadine con maggiore patrimonio in crudo non è mai mancato, si è infatti sempre cercato di valorizzare e far riconoscere le proprie architetture e tradizioni costruttive per poterle riapplicare per le necessità attuali. Nei primi anni 2000 si affiancò anche un significativo interessamento politico che però, a distanza ormai di vent'anni, è rimasto tale, infatti si tratta di proposte di fatto tutte non approvate.

Tra le principali si ricordano:

. *Proposta Lion - C. 2347 on. Marco Lion*, "Modifiche alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

. *Proposta Cossa - C. 4019 on. Michele Cossa ed altri*, "Norme a sostegno della tecnica di edificazione in terra cruda".

. Le due proposte confluirono nel 2004 nel Testo unificato "Provvedimenti per le costruzioni in terra cruda". Ritorna in discussione con il Disegno di Legge "disposizioni a sostegno delle costruzioni in terra cruda" il 22 febbraio 2007, le Commissioni parlamentari ne avviano l'esame, ma l'iter non si concluse. Rappresenta però la proposta più concreta a livello nazionale.

Il testo all'Art. 1. dichiarava le finalità di *“promuovere e sostenere l'edificazione in terra cruda, sia attraverso la tutela, il recupero e la valorizzazione del patrimonio costruito, sia attraverso l'incentivazione alla produzione, in determinate aree geografiche, di manufatti che meglio possono rispondere alle attuali esigenze di sviluppo sostenibile, di risparmio e controllo energetico, di miglioramento della salubrità e del microclima degli ambienti confinanti.”*

La proposta prevedeva una definizione di *"edificazione in terra cruda"* e impegnava lo Stato a incentivare l'edificazione, il recupero e la manutenzione degli edifici in terra, oltre al censimento e al monitoraggio del patrimonio esistente. Chiedeva inoltre di disciplinare i casi di utilizzo ammessi e, soprattutto, di istituire e riconoscere norme tecniche specifiche per la costruzione.

Nel 2009 viene ripresentato invano con la *Proposta di Legge Schirru* (2 aprile 2009 n.2358)

Attualmente l'utilizzo della terra cruda come materiale strutturale è legato alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio costruito esistente. Affrontando la questione ricorre spesso a questo proposito la Legge n. 378/2003 *“disposizioni per la tutela e la valorizzazione dell'architettura rurale”* con lo *“scopo di salvaguardare e valorizzare le tipologie di architettura rurale, quali insediamenti agricoli, edifici o fabbricati rurali..., che costituiscono testimonianza dell'economia rurale tradizionale.”*

L'edificato in terra cruda, date le sue origini ormai ampiamente documentate, rientra a pieno titolo nell'architettura rurale e ricade dunque sotto la tutela di questa norma.

Nel D.M. 6 ottobre 2005 di attuazione, tra le *"specifiche tecniche"* (art. 3) si stabilisce che gli interventi di restauro, adeguamento e ricostruzione siano di regola eseguiti con materiali appartenenti alla tradizione locale e che la conservazione, il consolidamento e l'eventuale ripristino delle murature, così come di tutti gli elementi strutturali e non, avvengano con tecniche poste in continuità con le caratteristiche costruttive ed estetiche tradizionali. Viene pertanto richiesto e ammesso l'utilizzo della terra come materiale da costruzione.

Sono presenti, inoltre, numerose leggi di carattere regionale alcuni esempi di maggior interesse sono la Legge Piemonte n. 2/2006, la Legge Abruzzo n. 17/97, la Proposta di Legge Sardegna n. 47/2004.

Legge Piemonte n. 2/2006, art.1(finalità): “...con la presente legge persegue la conservazione e la valorizzazione delle costruzioni in terra cruda attraverso la promozione della conoscenza del patrimonio esistente ed il sostegno finanziario di interventi di recupero volti ad assicurare le migliori condizioni di utilizzazione delle costruzioni stesse.”

A differenza delle leggi regionali già citate che disciplinano in modo specifico la tutela e la valorizzazione del patrimonio in terra cruda, nella normativa della Regione Marche non emerge alcun provvedimento dedicato. L'unico riferimento reperibile è la Legge Regionale n. 43/1998, in vigore fino al 2015, con cui la Regione promuoveva un programma di interventi di restauro, risanamento e manutenzione del patrimonio immobiliare architettonico. Tra le tipologie di bene individuate dalla legge figuravano anche le case coloniche storiche in terra cruda.

L'ultimo strumento adottato, legato alle nuove modalità di valorizzazione e finanziamento connesse alla politica comunitaria, è stato il PNRR. La *Missione 1, Componente 3, Investimento 2.2 "Tutela e valorizzazione dell'architettura e del paesaggio rurale"* è stata una misura che ha mirato a contribuire a un sistematico processo di conservazione e recupero del patrimonio di edifici storici rurali e di tutela del paesaggio, mantenendo gli obiettivi di salvaguardia dei caratteri identitari dei paesaggi rurali del luogo. La Missione 2, dedicata alla rivoluzione verde, sostiene investimenti su economia circolare, fonti rinnovabili, efficienza energetica e resilienza, con rilievo per gli edifici rurali e le infrastrutture locali. Anche in questi casi il costruito in terra cruda, in quanto parte integrante dell'architettura rurale, rientra tra i beni interessati dagli interventi.

In sintesi della situazione italiana è giusto comunque riconoscere come gli strumenti disponibili si siano orientati soprattutto alla conservazione del patrimonio esistente, nel tentativo di mantenere viva e di valorizzare una conoscenza costruttiva altrimenti destinata a scomparire. Se però il versante del recupero è ormai contemplato nel quadro normativo tra i vari strumenti di valorizzazione, quello relativo alle reali possibilità d'impiego della terra cruda, all'interno di un approccio ecologico al costruire, resta tutt'oggi quasi del tutto trascurato (Bertagnin M., 1999).

Ciò nonostante, non mancano esperienze concrete di applicazione, frutto di iniziative imprenditoriali orientate a portare la tecnologia del materiale nelle nuove costruzioni. Alcune realtà imprenditoriali hanno scelto di portare la tecnologia della terra cruda nelle nuove costruzioni, immettendo sul mercato prodotti destinati a impieghi non strutturali: mattoni per muri di tamponamento, pareti divisorie, pareti di accumulo termico, oltre a intonaci e finiture pensati per sfruttare le doti di regolazione del calore e dell'umidità del materiale, e più in generale il comfort abitativo che ne deriva. È il caso, per fare due esempi significativi, di *Terragena*, azienda italiana con sede a Rovigo, specializzata nella produzione di prodotti naturali per l'edilizia sostenibile e *Geosana*, marchio altoatesino, che propone oltre ai materiali

su base terra cruda, un sistema costruttivo alternativo tramite cui utilizzarli. Il modo in cui queste aziende riescono a proporre i propri prodotti dipende proprio dal ruolo che a essi viene assegnato. Mancando un quadro tecnico che riconosca in modo specifico la validità della terra cruda, i prodotti sono relegati a funzioni non portanti, cioè a impieghi che non incidono sulla stabilità dell'opera. È questa la ragione per cui l'offerta di queste aziende si concentra su elementi non strutturali ma usi che collocano il materiale in un'area di tolleranza, dove l'iter autorizzativo è più leggero e la commercializzazione risulta più semplice. L'idoneità del prodotto è garantita su base volontaria dal produttore stesso, attraverso schede tecniche e prove di laboratorio. Per le classificazioni obbligatorie di sicurezza, come ad esempio per il comportamento al fuoco, vengono applicati i sistemi già presenti nella normativa (UNI EN 13501). Viene usata la stessa logica per i prodotti che possono fare capo alle conformità già esistenti, come ad esempio per gli intonaci e le malte non strutturali, con la norma UNI EN 998. In mancanza di norme specifiche, la valutazione viene eseguita anche adattando riferimenti già esistenti per altri prodotti associabili come nel caso dei valori di resistenza a compressione e rottura di blocchi da costruzione in argilla cruda, viene spesso utilizzato come riferimento la UNI-EN 772-1 relativa agli elementi di muratura in laterizio.

Una strategia adottata da alcune di queste aziende, per aggirare il nodo della qualificazione strutturale della terra cruda è stato, ad esempio, il sistema costruttivo *Casa Geosana+*. Si tratta di una costruzione che sfrutta il ruolo di massa termica e di regolazione igrotermica della terra cruda su di una struttura portante antisismica in legno o in legno-acciaio. In una soluzione di questo tipo la funzione strutturale è affidata a un telaio realizzato con un materiale già pienamente normato, permettendo il massimo utilizzo della terra cruda negli altri elementi. In questo modo si sfruttano appieno le qualità del materiale senza doverne certificare la capacità strutturale, che rimane un terreno normativamente scivoloso.

Il quadro che ne risulta è quello di un materiale la cui diffusione resta limitata da un riconoscimento incerto, quando non del tutto assente. La volontà di alcune realtà di proporre comunque prodotti in terra cruda testimonia un interesse e una domanda crescenti, ai quali non corrisponde però ancora un adeguato inquadramento normativo capace di riconoscerne e regolarne in modo compiuto prestazioni e certificazioni.

Capitolo 4

CASO STUDIO

4.1 Villa Ficana



*Figura 17 - scorcio dall'alto del Borgo di Villa Ficana
(visitato il 28 maggio 2026)*

Come istintiva conclusione del lavoro di studio in merito alla terra cruda quale materiale da costruzione e del suo ruolo all'interno dell'architettura vernacolare nelle Marche, è stata focalizzata l'attenzione sulla realtà del borgo di Villa Ficana. Ficana rappresenta uno dei maggiori esempi in Italia di salvaguardia e valorizzazione del patrimonio in crudo. Segue per natura il metodo di approccio nei confronti del tema, rappresenta a pieno l'origine del tipo di architettura e nel suo piano di recupero emergono i nodi affrontati in questo lavoro legati alla caratterizzazione materica e gli agganci normativi entro cui la terra cruda riesce a collegarsi. Si pone inoltre come un modello che va aldilà della finalità museale ma che restituisce a un patrimonio architettonico la possibilità di reintegrarsi nel tessuto sociale presente.

4.1.1 Inquadramento

Villa Ficana è un agglomerato di case in terra che sorgeva originariamente fuori dal centro abitato di Macerata, ora inglobato dal tessuto cittadino, nel quartiere di Santa Croce. Rappresenta un'unicità sopravvissuta al progressivo abbandono del secondo dopoguerra e ai processi di ristrutturazione edilizia. Il borgo insieme alle case rurali isolate costituisce il patrimonio architettonico in terra cruda, di cui rappresenta però una testimonianza ancora più rara per il suo tipo di organizzazione.

Nasce a metà dell'Ottocento, alla periferia della città, come piccolo borgo rurale. Deriva dalle dinamiche che hanno caratterizzato il sistema mezzadrile della Regione, l'eccedenza di forza lavoro è andata ad alimentare la crescita del bracciantato. Questo fenomeno favorì il proliferare di agglomerati e sobborghi che mantenevano stretti legami con il mondo rurale, abitati da contadini privi di terra che continuano inevitabilmente ad essere legati al contesto agricolo.

Dai documenti catastali, nei primi del XIX secolo la zona sembra quasi completamente ineditata, classificata come agricola ma in parte frazionata. Nel 1853, come risulta da un piccolo censimento, a Villa Ficana esistono 10 case in cui vivono 18 famiglie e 84 persone. L'area apparteneva quasi per intero a tre piccoli proprietari terrieri che iniziarono a farvi edificare case d'affitto, mettendo in atto quella che oggi sarebbe una speculazione edilizia (Saracco M., 2010). Nel 1873, infatti, dai registri delle Anime della Parrocchia locale, viene riportata la presenza di 64 famiglie e 381 persone, mentre dalle Mappe Catastali, risultano cinquantasette abitazioni, elementi che identificano uno smisurato sviluppo del borgo in quel periodo².

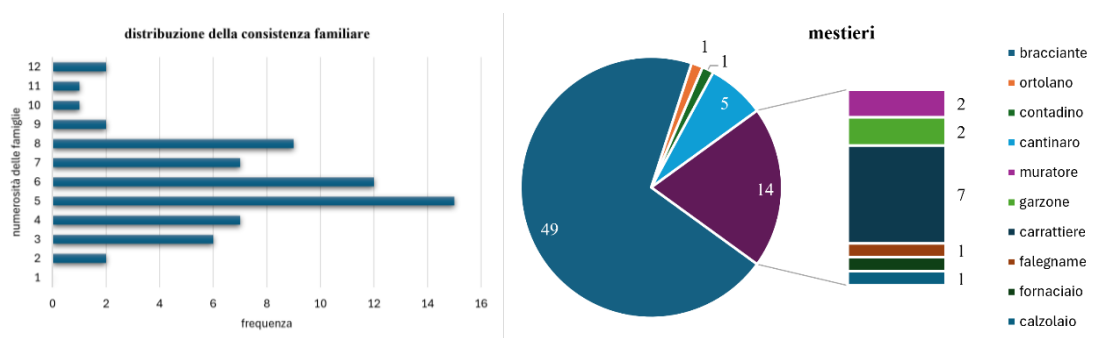


Figura 18 - consistenza delle famiglie e mestiere del capofamiglia dal Registro delle Anime del 1873 – (fonte: <https://www.ecomuseoficana.it/ecomuseo/mappe-di-comunita/>)

² <https://www.ecomuseoficana.it/ecomuseo/mappe-di-comunita/>

L'anno preso come riferimento della nascita per com'è conosciuto nella forma attuale, è il 1862, data incisa su una tavella inserita in un muro in terra cruda di un'abitazione tutt'ora visibile.

Il quartiere è caratterizzato per essere in continua evoluzione, sia delle strutture che della comunità che lo abita. L'obiettivo dei *casanolanti* era quello di riscattare la propria condizione. Molte delle case fino ad allora in affitto vengono acquistate dagli stessi, diventando proprietari. A questo cambiamento sociale corrisponde una trasformazione dell'edificato che subiva cambiamenti in risposta alle esigenze della famiglia, da piccole modifiche per guadagnare spazio ad annessi con funzione di stalla o bottega. Essendoci praticamente una media di circa sei persone per casa, nei casi di maggiore disponibilità e con impegno, due case contigue venivano accorpate per ricavarne una unica ma con più locali, l'esterno rimaneva inalterato ma la suddivisione interna veniva modificata. Ogni generazione di abitanti finiva così per imprimere la propria traccia sull'aspetto degli edifici, adattandoli di volta in volta alle necessità del momento (Relazione Storica, 2005).

Nel secondo dopoguerra, con il forte inurbamento e appena veniva raggiunto un certo benessere, molti degli abitanti di Ficana lasciano il quartiere per trasferirsi nei centri urbani, in cerca di migliori soluzioni abitative ma soprattutto per togliersi di dosso il pregiudizio di povertà che l'origine del borgo aveva attribuito. Alcuni degli abitanti storici scelgono di restare ma molte delle unità ormai vuote vengono occupate dalla nuova classe sociale povera che ha caratterizzato lo sviluppo sociale italiano, ovvero operai e braccianti extracomunitari in cerca di lavoro. La condizione di precarietà, la prolungata incuria e l'assenza di un legame con l'abitazione ha fatto sì che venisse a mancare la costante manutenzione di cui queste case necessitano. Versando in un generale stato di abbandono e portandosi dietro una cattiva fama legata sia alle origini che al suo attuale stato, negli anni '70 il piano regolatore comunale prevedeva, com'è purtroppo avvenuto per una schiera, la demolizione degli atterrati per fare spazio a nuovi condomini. Le case di terra sembravano condannate a scomparire (Conti A.P., 2020).

4.1.2 Piano di Recupero



Figura 19 - Villa Ficana prima del Piano di Recupero
(fonte: <https://www.ecomuseoficana.it/gallery/>)

Negli anni '90 avviene un lavoro di “riqualificazione culturale” coinvolgendo Scuole, Università ed Associazioni culturali come il FAI. L’obiettivo era da un lato restituire visibilità al reale valore del borgo come testimonianza del patrimonio locale, dall’altro indagarne le potenzialità in chiave di un contributo su modelli abitativi diversi dal comune (Conti A.P., 2020).

Da parte dei proprietari storici si è verificata la volontà di valutare il recupero del quartiere e, coinvolta anche l’Amministrazione comunale, è stata avviata la progettazione di un *Piano di Recupero di Iniziativa Privata*. Nel 2001 è stato presentato un disegno di progetto ma, realizzata la rilevanza storica e tecnica da parte del Comune di Macerata, è stata istituita una *Commissione Tecnica* a cui è stato affidato l’esame del caso di Ficana e la formulazione di *Linee Guida* sulle quali formulare e verificare la possibilità di eseguire i particolari interventi

di riqualificazione³. Nella commissione tecnica, insieme ad esponenti appartenenti ai Dipartimenti di Università e ad Associazioni del settore della terra cruda, era coinvolta la Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio la quale, durante i lavori di esamina, ha determinato la scelta dell'apposizione del vincolo culturale ai sensi del D.Lgs. 490/99⁴ poi sostituito, in corso d'opera, dal D.Lgs. 42/04⁵. La misura ha imposto il recupero conservativo, la valorizzazione del quartiere nella sua interezza e il rispetto delle tecnologie in terra cruda. È stato scelto un vincolo d'ambito, una misura atipica, non rivolta ad uno specifico edificio ma all'intero quartiere. Il provvedimento è stato emanato in forma unitaria, sia per motivi tecnici come favorire l'iter burocratico e farlo procedere congiuntamente, sia per motivi di concetto, al fine di attribuire un valore d'insieme. Non viene considerato come raggruppamento di singoli edifici ma come un sistema organizzato in cui hanno importanza anche le aree contigue, gli spazi comuni e la viabilità. In seguito alla costituzione del vincolo, viene redatto un nuovo *Piano di Recupero*, nella cui elaborazione ruolo fondamentale è stato assunto dell'Architetto Anna Paola Conti, sulla base delle linee dettate dal *Comitato Scientifico per l'esame dell'agglomerato storico di Villa Ficana*, approvato definitivamente nel maggio 2005.

Il progetto è stato reso concreto accedendo a fondi Regionali ed Europei specifici, inseriti nel Piano di Sviluppo Rurale 2000-2006, "Misura J - Promozione dell'adeguamento e dello sviluppo delle zone rurali", "Sottomisura 1 - Rinnovamento e miglioramento dei villaggi rurali

³ Commissione tecnica Villa Ficana: coordinatrice arch. Anna Paola Conti. Membri: Arch. Mauro Bertagnin (rappresentante CRATerre), Arch. Mario Crucianelli (Rappresentante degli industriali provincia di Macerata), Ing. Marco D'Orazio (Rappresentante Università degli Studi di Ancona facoltà d'Ingegneria), Arch. Eugenio Galdieri (rappresentante ICCROM ICOMOS), Prof. Augusta Palombarini (Rappresentante Università degli Studi di Macerata facoltà di Lettere e Filosofia), Arch. Pierluigi Salvati (rappresentante la Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio delle Marche), Arch. Maurizio Bonotti (Funzionario dell'Ufficio Tecnico del comune di Macerata), Arch. Mauro Saracco. (Regione Marche, 2005)

⁴ D. Lgs. 29 ottobre 1999, n.490, *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali* - riconoscimento legislativo con il provvedimento del 18 luglio 2003

⁵ D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, *Codice dei beni culturali e del paesaggio*

e protezione e tutela del patrimonio rurale”, “Obiettivo 2 - Recupero delle case di terra cruda ancora esistenti nelle Marche”. Il comune, per essere beneficiario degli investimenti, doveva avere la proprietà di almeno la metà delle case del Borgo che è riuscito ad ottenere grazie ad accordi di concessione con i privati proprietari, della durata di dieci anni. In questo modo il 50% delle unità del Borgo sono state risanate in un primo scaglione. I lavori sono iniziati a settembre 2005 e ultimati nell'estate 2006 (Conti A.P., 2008).

In seguito alle opere di rinnovamento, si è riusciti a ricevere un cambiamento anche nella percezione e nella mentalità degli stessi abitanti della città i quali, negli anni seguenti, sono ritornati a vivere il borgo e restaurare le case da singoli privati.

4.1.3 Descrizione dell'intervento

Il Borgo è attualmente costituito da una cinquantina di case, disposte secondo un assetto urbanistico ben definito, comprendente strade interne e piccole piazzole.



Figura 20 – perimetrazione del borgo di Villa Ficana soggetto a recupero
(Piano di Recupero, 2005)

Lo studio della tipologia costruttiva ha ricondotto i fabbricati ad un unico modello di base che viene ripetuto ed adattato nell'organizzazione del quartiere. L'unità tipo è generalmente una struttura su due livelli a pianta quadrata, circa m 5,00 x 5,00, con il piano terra destinato a funzioni di servizio come la cucina e il piano superiore a camera da letto. Rispetto all'organizzazione degli ambienti di una casa in terra isolata, nelle case del borgo c'è una riduzione ai minimi termini degli spazi, permangono solamente gli ambienti necessari alle funzioni primarie. La scala era interna in legno o esterna in terra o mattone. La facciata, con le particolarità della scala, richiama quelli che sono gli elementi architettonici della casa rurale, a rafforzare gli stretti legami esistenti anche dal punto di vista culturale. I servizi igienici sono originariamente assenti, aggiunti successivamente come annessi, utilizzando tecniche non in continuità con la struttura principale ma coerenti alla situazione di povertà e adattamento.



Il modello di disposizione è a schiera definito dalla ripetizione in serie delle singole unità descritte. Sono presenti anche fabbricati distaccati bifamiliari ma risultano comunque sia costituiti da due cellule quadrangolari abbinate (Conti A.P., 2008, Saracco M., 2010).

La struttura portante è costituita da una scatola muraria di elevato spessore che segue le pratiche e gli elementi costruttivi del *massone* già ampiamente descritti. Raramente le strutture superano i cinque metri al colmo e i singoli piani non sono più alti di 2,10m. Il ruolo di Ficana sotto l'aspetto di studio e formalizzazione di questa tipologia costruttiva locale nelle sue fasi preliminari alla riqualificazione è stato di notevole importanza, su questo caso si sono ad

esempio concentrati i lavori di studio di Mauro Saracco (2010), e il lavoro di ricerca di Quagliarini e Tassi (2008) che approfondiscono e fanno un'analisi tecnico costruttiva e di caratterizzazione del materiale terra.

Visitando il borgo, inganna la vista la presenza del mattone cotto, questo è presente sulle zoccolature, sulle scale e veniva abbondantemente utilizzato come rivestimento delle facciate per cercare di riscattarsi dal pregiudizio di povertà e conferire dignità all'edificio. In generale il laterizio veniva abbondantemente utilizzato nelle riparazioni di parti soggette a deterioramento o per realizzare espansioni. Spesso si è riscontrata la tecnica dell'*adobe*, quindi mattoni crudi, utilizzati per creare elementi divisorii o di sostegno. È possibile vederlo utilizzato insieme al mattone cotto, ad esempio nella chiusura delle scale esterne, il crudo posizionato al riparo internamente e il cotto verso l'esterno, maggiormente resistente alla pioggia. In realtà messi a confronto non c'è differenza a livello di dimensioni, non richiamano l'idea dei *ladiri* sardi, sono apparentemente realizzati senza paglia e probabilmente sarebbero stati gli stessi mattoni destinati alla cottura ma autoprodotti e lasciati crudi.

L'individuazione delle caratteristiche dei materiali e delle tecniche impiegate ha rappresentato un passaggio obbligato per la definizione degli interventi di riqualificazione da mettere in atto. Gli interventi eseguiti si sono svolti secondo i principi imposti dal Vincolo e dalle Linee Guida e hanno avuto come obiettivo il recupero del costruito esistente attraverso il miglioramento delle condizioni strutturali e sismiche degli edifici. Le opere hanno riguardato principalmente l'irrobustimento delle fondamenta dall'interno e la ricostruzione della zoccolatura esterna. Il ripristino delle porzioni murarie crollate e il consolidamento della continuità muraria dove lesionata. Per quanto riguarda i solai, sono state sostituite le travi principali particolarmente deteriorate, recuperate quelle ancora in buono stato e rinforzati i cordoli di appoggio di queste. In generale si è provveduto a consolidare l'orditura dei solai e la sistemazione delle pavimentazioni. Le strutture di copertura sono state interamente ricostruite riproponendo la configurazione di quelle preesistenti, presentando un avanzato stato di degrado su praticamente tutte le case. Nel complesso, gli interventi sono stati orientati a garantire stabilità e robustezza tra tutti gli elementi portanti della struttura, quindi a ricercare continuità strutturale tra la muratura che sia questa originariamente o ripristinata in *massone* o *adobe* e i solai intermedi e di copertura.

Gli intonaci, a seconda dello stato di conservazione, sono stati integrati o completamente rifatti, in accordo con i materiali tradizionali quindi in terra all'interno e in terra, sabbia, calce e fibre di paglia con funzione di rinforzo all'esterno. Sono state rispettate e mantenute gli elementi di finitura come le decorazioni in cotto di marcapiani e cornicioni, le edicole votive

e gli infissi. Questi ultimi sono stati ripristinati con forme, dimensioni e materiali analoghi a quelli tradizionali ma in accordo con le attuali esigenze abitative ⁶.

Il percorso di recupero di Villa Ficana ha permesso di affrontare i principali nodi legati alla terra cruda affrontati anche in questo lavoro di tesi. Uno di questi è rappresentato dalla necessità di riappropriarsi della tecnologia del crudo ormai in disuso. Essendo parte di un sapere pratico, trasmesso tramite i gesti e l'esperienza diretta, nel momento in cui sono venute meno le motivazioni per cui questa tipologia costruttiva veniva utilizzata, anche il ricambio generazionale di figure depositarie di questa conoscenza è terminato. Sotto questo punto di vista ricopre un ruolo importante il Recupero dell'atterrato di Contrada Fontevannazza a Treia (Fig.21). Questo caso di recupero è stato praticamente parallelo a quello di Villa Ficana e seppur non presenti particolari misure di vincolo, c'è stata comunque sia particolare attenzione della Soprintendenza e dell'Amministrazione comunale che ha permesso la sua riqualificazione, con le stesse misure utilizzate nel borgo maceratese. La casa rappresenta un esempio di atterrato isolato, connesso al suo podere, costruito sempre con la tecnica del *massone*. Il progetto ha previsto un restauro totalmente conservativo volto a mantenere le caratteristiche della costruzione allo stato essenziale come testimonianza della cultura rurale e finalizzato alla costituzione di un museo. Sono state eseguite tutte le operazioni in loco, seguendo l'origine autocostruttiva della tecnica. Selezione, vagliatura, verifica e ricerca della miscela di terra adatta, grado di umidità corretto. Formazione dei massoni, posa, studio ed adattamento di tecniche di risanamento delle murature. Si è presentata la possibilità di costruire un nuovo annesso distaccato con servizi igienici e deposito, aggirando la normativa tramite l'utilizzo di una struttura portante in legno, ma riuscendo ad applicare la metodologia della terra cruda nelle tamponature. Il cantiere è servito come laboratorio parallelo al più grande progetto di Ficana, dando la possibilità di fare pratica e sperimentazione al fine di riappropriarsi della logica costruttiva (Conti A.P., 2007).

⁶ <https://www.gaviolirestauri.com/wp-content/uploads/2016/06/CASE-DI-TERRA-CRUDA-VILLA-FICANA-MACERATA.pdf>



Figura 21 - atterrato di Fontevannazza (Treia) recuperato tra il 2004 e il 2006; nuova costruzione accessoria (in basso a destra). Visitato il 22 giugno 2026.

Tornando a Ficana, il progetto di riqualificazione ha contribuito in maniera sostanziale ad aumentare le competenze legate alla possibilità di costruire in terra cruda. Com'è stato affrontato nel terzo capitolo, la normativa italiana non valuta tra i materiali strutturali la terra, pertanto non ne permette l'utilizzo negli elementi portanti. La particolarità del vincolo apposto nel borgo ha però consentito la realizzazione di una nuova struttura totalmente in terra. *“Nel caso di crolli accidentali di parti di costruzione o di crollo totale è consentita la ricostruzione degli stessi volumi nella loro conformazione originaria solo se effettuata con tecnologie e materiali del tutto simili quelli che costituivano l'edificio crollato, o comunque con tecnologie e materiali preventivamente approvati dalla Soprintendenza.”* (Piano di Recupero, 2005). La presenza di un edificio crollato quindi ha permesso, seppur mantenendo forma, dimensioni e caratteri originali, la sua ricostruzione ex-novo. L'esigenza di rispettare i tempi imposti dai finanziamenti, dalle necessità organizzative del cantiere e delle imprese coinvolte, e il già presente utilizzo all'interno degli elementi strutturali del quartiere, ha orientato la tecnica di ricostruzione verso l'adobe. La necessità di disporre di mattoni crudi in grado di garantire resistenza e portanza tali da consentire la costruzione ha portato allo sviluppo di un lavoro di progettazione, realizzazione e verifica in collaborazione con una fornace locale. La principale complicazione riscontrata nella realizzazione dei mattoni in crudo si è relativa alla fase di accettazione del prodotto e controllo della qualità. La normativa italiana, non prevedendo la terra tra i materiali da costruzione, non possiede di conseguenza standard di verifica dei prodotti in terra cruda. La ricerca di un criterio di verifica per la produzione dei mattoni crudi ha visto quindi l'applicazione congiunta dei vari standard presenti nella normativa estera, tra cui i più consolidati standard neozelandesi (NZS), i riferimenti di CRATerre e, nel tentativo

di adattamento ad un contesto nazionale, le prescrizioni UNI EN 771-1 di riferimento per i laterizi (Bollini G., 2008). Dalla collaborazione è stato possibile, inoltre, approfondire e riattualizzare la tecnica del *massone* a lavorazioni semi industrializzate e più adatte a conciliare i tempi del crudo ai tempi disponibili alla conclusione del cantiere (Conti A.P., 2007).



Figura 22 - mattoni in crudo e paglia (in alto); massoni fatti in cantiere (in basso); una delle lesioni ripristinate e consolidate (a destra)
(fonte: Lavori di Restauro, Gavioli)



Figura 23 - esempio di recupero conservativo sul fabbricato dell'Ecomuseo
dettagli sul ripristino della zoccolatura, degli elementi del tetto;
focus sui mattoni crudi e sull'intonacatura esterna



Figura 24 - due edifici ristrutturati nel rispetto delle *Linee Guida* imposte dal *Vincolo*



Figura 25 - unità non ancora restaurate sulle quali si notano i punti critici delle strutture (tetto, resistenza all'acqua) e gli interventi di manutenzione e di modifica avvenuti nel tempo

4.1.4 Ecomuseo delle Case di Terra



Figura 26 - sede dell'Ecomuseo
(visitato il 28/06/2026)

La realtà che oggi custodisce e valorizza Villa Ficana è l'Ecomuseo delle Case di Terra. Il progetto nasce in seguito a un bando comunale e si è concretizzato nel 2016 grazie ad associazioni come GruCA Onlus. L'associazione Gruppo di Cittadinanza Attiva, si occupa più in generale di promuovere appunto la cittadinanza attiva, la solidarietà e la tutela del patrimonio culturale e ambientale del territorio maceratese, nel 2014 si è impegnata nella valorizzazione del borgo di Villa Ficana che ha portato poi alla nascita dell'Ecomuseo. L'accoglienza di giovani volontari nell'ambito del Servizio Civile Universale e il Corpo Europeo di Solidarietà è fondamentale per contribuire a garantire la continuità all'attività di accoglienza, animazione e cura del borgo mentre ciò che il borgo restituisce è la possibilità di porsi come luogo di scambio sia in ambito scientifico che culturale.

L'ecomuseo è un qualcosa che rappresenta ciò che un territorio è, e ciò che sono i suoi abitanti, a partire dalla cultura viva delle persone, dal loro ambiente, da ciò che hanno ereditato dal passato, da quello che amano e che desiderano mostrare ai loro ospiti e trasmettere ai loro figli. Huguès de Varine, 1971

A differenza di un museo tradizionale, l'ecomuseo è un concetto diverso che coincide con il borgo stesso. Il termine fu pensato da Hugues de Varine nel 1971, all'epoca direttore dell'International Council of Museum, per definire quelle realtà pensate come strumenti per tutelare le tracce delle società in un primo momento legate ai contesti rurali e poi generalizzato ad altri contesti, in un periodo in cui l'urbanizzazione, la modernizzazione e i conseguenti cambiamenti sociali, rappresentavano come ora, un rischio di abbandono e smarrimento di un patrimonio culturale. Il carattere che contraddistingue il processo di valorizzazione e salvaguardia messa in atto da un ecomuseo riguarda sia la sua componente fisica come patrimonio materiale ma anche l'azione partecipativa tramite il coinvolgimento della comunità

locale, delle istituzioni e di quelle organizzazioni e associazioni che possono inserirsi nelle varie progettualità.

Il ruolo dell'Ecomuseo di Villa Ficana è duplice. Da un lato conserva e racconta una testimonianza storica, le origini del borgo, le condizioni di vita delle classi popolari e la tecnica di una tradizione costruttiva locale. Questo compito è svolto dalle varie iniziative dedicate alla popolazione con l'obiettivo di sensibilizzarla al recupero della propria identità storica e ai laboratori incentrati alla valorizzazione della terra come materiale da riscoprire (Tab.8). A tal proposito la riqualificazione di un edificio in Villa Ficana ha previsto la realizzazione di una casa museo con la ricostruzione degli ambienti quotidiani così come si presentavano nei primi del Novecento. Dall'altro lato Ficana aderisce all'Associazione Nazionale Città della Terra Cruda, entrando così a far parte di una rete di realtà affini garantendo continuità con altri territori legati a questa tradizione costruttiva. In questa veste l'Ecomuseo svolge la funzione di centro di documentazione e di ricerca sul patrimonio in terra cruda delle Marche, ponendosi come punto di riferimento per studiosi, esperti, istituzioni o semplicemente interessati, attraverso laboratori didattici, seminari, attività di divulgazione e iniziative condivise con altre città della terra cruda. Tra le città fondatrici di questa rete ci sono, nel territorio regionale Treia e Montegranaro, insieme a Casalini Contrada e Roccamontepiano in Abruzzo e numerose città sarde, tra cui Samassi. Successivamente, come Macerata con Villa Ficana, si sono inseriti altri comuni anche di Piemonte e Basilicata.

Tabella 8 - attività dell'Ecomuseo

<i>tipo di attività</i>	<i>esempio di iniziativa</i>	<i>finalità</i>
valorizzazione del patrimonio storico	visite guidate del borgo, apertura della casa museo	diffondere la conoscenza dell'architettura in terra cruda e della storia del borgo
didattica ed educazione	laboratori per scuole, visite teatralizzate, laboratori creativi sulla terra cruda	trasmettere conoscenze pratiche alle nuove generazioni
ricerca e documentazione	archivio di documenti ed immagini storiche, raccolta di testimonianze, mappe di comunità	conservare e rendere accessibile il patrimonio materiale e immateriale, coinvolgendo la comunità
arte e cultura contemporanea	progetto Atterrati! Call fo art	mettere in dialogo patrimonio storico e linguaggi artistici contemporanei.

Tassonomia UE e Green Building Council

Il percorso di recupero e l'istituzione dell'Ecomuseo ha permesso di conservare sia il patrimonio edilizio che la conoscenza che la terra cruda rappresenta per la tradizione. Esistendo come centro di documentazione e di studio, si pone inoltre come riferimento per nuovi modelli che le tecniche del passato possono offrire in risposta alle esigenze presenti e future.

La lettura di Ficana in chiave attuale porta alla domanda di come questa realtà possa contribuire ed essere da esempio rispetto agli obiettivi contemporanei di sostenibilità e riduzione dell'impatto delle costruzioni. La risposta può essere articolata su due livelli.

Il primo, sul piano del materiale e del tipo di tecnologia, a questo punto di per sé appurato, sono la bassa energia incorporata, disponibilità locale, riciclabilità, caratteristiche di comfort e salubrità ambientale legate alla regolazione termo-igrometrica, attenuazione dei rumori e campi elettromagnetici, qualità dell'aria e degli ambienti anche dal punto di vista estetico. Il limite, evidente di Ficana, sta nel fatto che si tratta di costruzioni di concezione ormai distante, risalenti ad epoche ed esigenze diverse da quelle attuali, quindi fondamentalmente dovuto agli spazi ridotti. Tuttavia le qualità di sostenibilità e prestazioni di comfort abitativo intrinseche del materiale, riattualizzate e ricontestualizzate, conservano a pieno la loro validità e possono rispondere efficacemente alle richieste di sostenibilità contemporanee.

Il secondo livello, collegato al primo, è quanto può essere riconosciuto questo contributo e valorizzato.

Tali temi trovano oggi una sistemazione all'interno dei protocolli e sistemi di valutazione che provengono dalle ampie strategie internazionali come possono essere l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite con i suoi SDGs (Sustainable Development Goals) o il Green Deal europeo. Tra i promotori di questi sistemi, nello specifico nel settore delle costruzioni, si distingue il World Green Building Council, la più grande organizzazione internazionale impegnata nella promozione di un mercato e di un modello di edilizia sostenibile⁷.

La linea comune nel proprio *Piano Strategico* elaborato per il periodo 2025-2027, è orientata alla nuova concezione e trasformazione dell'ambiente costruito attraverso tre pilastri⁸:

⁷ <https://worldgbc.org/about-us/our-mission/>

⁸ <https://worldgbc.org/strategic-plan-2025-2027/>

- decarbonizzazione dell'ambiente costruito
- realizzazione di edifici e comunità sane, eque e resilienti
- promozione di un'economia circolare basata sulla gestione efficiente delle risorse e sulla riduzione dell'impatto sull'ambiente

In Italia questa visione è rappresentata da GBC Italia che si pone come organizzatrice dei vari portatori di interesse, imprese, associazioni e comunità professionali, che operano nel settore dell'edilizia sostenibile. L'azione tangibile principale è quella di adattare al contesto italiano i protocolli e le direttive comunitarie ed internazionali alle specificità del patrimonio edilizio nazionale.

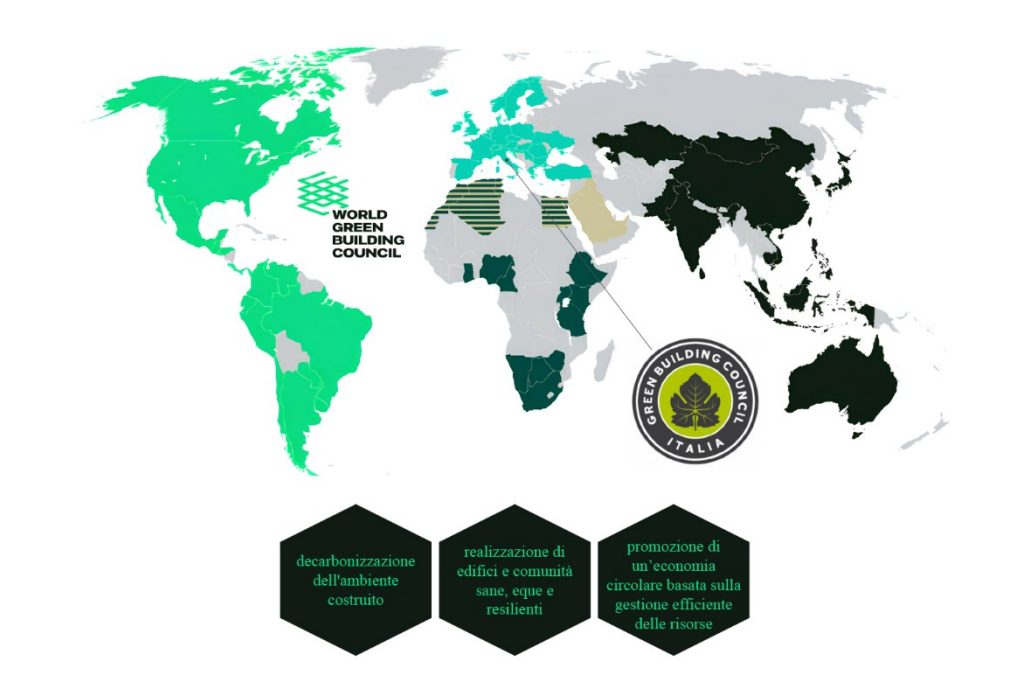


Figura 27 - elaborazione su base di WGBC strategic plan 2025-2027

Il lavoro dei GBC europei si inserisce in modo sempre più stretto nella cornice normativa comunitaria, in particolare in quella che è la Tassonomia UE. La tassonomia europea è il sistema di classificazione delle attività economiche introdotto nel 2020, volto a stabilire quali possono considerarsi sostenibili, con l'obiettivo di favorire e orientare i fondi di finanziamento verso investimenti realmente "green", in quanto a lei conformi. Il punto di riferimento della tassonomia europea è il Regolamento UE 2020/852, che si fonda su sei obiettivi ambientali e sulla regola cardine di contribuire ad uno o più di questi senza arrecare danno a nessuno degli altri.

1. *Mitigazione del cambiamento climatico*: “se contribuisce in modo sostanziale a stabilizzare le emissioni di gas a effetto serra evitando, riducendo o migliorando l’assorbimento dei gas”

2. *Adattamento al cambiamento climatico*: “se prevede soluzioni in grado di ridurre in modo sostanziale il rischio di effetti negativi del clima attuale e futuro o gli effetti negativi”

3. *Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine*: “se permette di conseguire in modo sostanziale il buono stato dei corpi idrici o a prevenire il deterioramento di quelli che sono già in buono stato”

4. *Transizione verso un’economia circolare*: “utilizzo efficiente delle risorse naturali; durabilità, riutilizzabilità e riciclabilità dei prodotti; riduzione del contenuto di sostanze pericolose; l’uso di materie prime secondarie; previene o riduce la produzione di rifiuti, anche derivante dall’estrazione di minerali e dalla costruzione e demolizione di edifici.”

5. *Prevenzione e controllo dell’inquinamento*: “se contribuisce alla prevenzione o riduzione delle emissioni inquinanti nell’aria, nell’acqua o nel suolo, riducendo contemporaneamente al minimo gli effetti negativi per la salute umana e l’ambiente o il relativo rischio; la prevenzione o la riduzione al minimo di qualsiasi effetto negativo sulla salute umana e sull’ambiente legati alla produzione e all’uso o allo smaltimento di sostanze chimiche; il ripulimento delle dispersioni di rifiuti e di altri inquinanti.”

6. *Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi*: “se contribuisce a proteggere, conservare o ripristinare la biodiversità o permettere di mantenere e proteggere gli ecosistemi che sono già in buone condizioni.”

Il principio di non arrecare danno agli altri obiettivi è noto come *DNSH – Do Not Significant Harm*, ovvero la modalità di agire evitando che il raggiungimento di un beneficio in uno dei punti venga ottenuto a scapito di un altro, permettendo un incremento di sostenibilità

complessivo. Il rispetto di questo principio viene già adottato nell'accesso a finanziamenti pubblici come il PNRR ⁹.

Nel settore edilizio la Tassonomia si concretizza attraverso il Regolamento Delegato UE 2021/2139 che stabilisce criteri tecnici relativi a nuove costruzioni, ristrutturazioni, interventi di efficientamento energetico, acquisto e gestione degli immobili. Particolare attenzione è posta ad aspetti come la gestione delle risorse, la riduzione dell'inquinamento nell'intero ciclo dell'edificio, includendo quindi fase di cantiere, utilizzo e fine vita.

La tassonomia definisce però gli obiettivi da raggiungere ma non la modalità di valutazione. È con questa finalità che si colloca l'utilità delle certificazioni GBC in grado di fornire un protocollo verificabile per dimostrare e documentare la conformità ai requisiti normativi come, ad esempio, il *Taxonomy Check* ¹⁰.

Questo rappresenta un servizio su base totalmente volontaria di verifica dell'allineamento della Tassonomia UE nei confronti del settore immobiliare. Gli obiettivi ambientali minimi presi in considerazione sono:

- 1: *Mitigazione del cambiamento climatico;*
- 2: *Adattamento al cambiamento climatico;*
- 3: *Transizione verso un'economia circolare.*

La formula di valutazione va a combinare il contributo sostanziale apportato ad uno di questi obiettivi con il principio DNSH rispetto agli altri obiettivi in riferimento al Reg. 2021/2139. Va precisato che il *Taxonomy Check* è uno strumento di valutazione ad ampio spettro, rivolto in particolare a operatori del mercato finanziario e a grandi realtà immobiliari, e rientra nel più vasto sistema di verifica ESG (*Environment, Social, Governance*) quindi oltre agli aspetti ambientali considera anche quelli sociali e di governance, elementi che si allontanano dal focus centrale di questo lavoro¹¹.

⁹ <https://www.italiadomani.gov.it/Interventi/dnsh.html>

¹⁰ <https://gbcitalia.org/2026/02/16/tassonomia-europea-perche-la-verifica-e-decisiva/>

¹¹ <https://gbcitalia.org/verifica-esg-per-la-tassonomia-ue/>

Uno strumento di valutazione completamente legato al settore edilizio è invece la certificazione LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), sviluppata dal GBC statunitense, ma adottata a livello internazionale e adattata al contesto nazionale da GBC Italia. LEED valuta le prestazioni di un edificio attraverso l'assegnazione di crediti suddivisi per categoria d'azione, ognuna delle quali riceve un punteggio a cui corrispondono complessivamente quattro livelli di certificazione, cioè base, argento, oro e platino. Sulla base di LEED, GBC Italia ha sviluppato una famiglia di protocolli come GBC Home, GBC Quartieri, GBC Condomini, GBC Historic Building pensati per rispondere alle caratteristiche del costruito italiano. Questi strumenti traducono in pratica gli obiettivi della Tassonomia, fornendo risultati misurabili e confrontabili e collegando di fatto la conformità normativa all'accesso agli investimenti verdi ¹².

I protocolli del Green Building Council rappresentano un approccio rivolto alla sostenibilità dell'ambiente costruito, fondato sul principio che la qualità di un edificio non possa essere valutata esclusivamente attraverso le sue prestazioni energetiche o strutturali.

L'obiettivo dei protocolli GBC non è quello di prescrivere specifiche soluzioni progettuali, ma definire criteri attraverso i quali misurare il livello di sostenibilità raggiunto. Da questo punto di vista, il progetto edilizio viene interpretato come un sistema nel quale la scelta dei materiali, il consumo e la gestione delle risorse, l'efficienza energetica, la qualità degli ambienti interni, la tutela del contesto e l'innovazione concorrono in maniera coordinata al risultato finale. I protocolli GBC assumono quindi il ruolo di strumenti di supporto alle decisioni progettuali, orientando il sistema verso soluzioni capaci di ridurre gli impatti ambientali, migliorare il benessere degli utenti e incrementare il valore dell'edificio nel tempo. In questo senso questi strumenti costituiscono la traduzione pratica dei principi promossi dalle principali strategie sullo sviluppo sostenibile, offrendo criteri oggettivi e verificabili per misurare il contributo del settore delle costruzioni alla transizione ecologica.

¹² https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2022/11/220629_Protocolli-e-tassonomia_compressed.pdf

4.1.5 GBC Historic Building

Il quadro fin qui delineato consente di rispondere alla domanda iniziale, ovvero in che modo una realtà come Ficana, e più in generale il patrimonio dell'edilizia rurale in terra cruda, possa porsi come riferimento rispetto agli obiettivi contemporanei di sostenibilità. Lo strumento più significativo che viene da adottare, in linea con quanto detto rispetto Tassonomia UE e certificazioni, è il protocollo GBC Historic Building ¹³.



Figura 28 - illustrazione dei criteri di valutazione di GBC HB e del loro peso

Si tratta di un sistema di certificazione del livello di sostenibilità degli interventi di conservazione, recupero e integrazione di manufatti storici, nel rispetto e nella tutela del loro valore come “testimonianza materiale avente valore di civiltà” ¹⁴. Questa definizione viene introdotta dallo stesso protocollo per giustificare l’associazione che viene fatta tra i criteri di valutazione della sostenibilità e il valore culturale che un edificio può conservare intrinsecamente. Il sistema di valutazione, infatti, considera un *rating system* sui principi dalla tassonomia, in estensione a quello LEED, affiancando alle categorie di impatto ambientale già adottate negli altri protocolli, una nuova area tematica di “Valenza Storica”, che coniuga

¹³ GBC Italia, 2024 - *Sistema di verifica del Protocollo Historic Building* - <https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2026/06/Sistema-di-verifica-del-Protocollo-%E2%80%93-revisione-2024.pdf>

¹⁴ Enciclopedia Treccani - definizione di “bene culturale” fornita dalla Commissione Franceschini, 1967

quindi gli obiettivi di edilizia sostenibile con la tutela del patrimonio edilizio esistente e i limiti imposti dai vincoli culturali. Un bene immobile avente valore di civiltà non richiede obbligatoriamente un atto formale che ne riconosca il valore, come può essere l'apposizione di un vincolo da parte della Soprintendenza, ma può essere individuato in base a caratteristiche proprie che ne riconoscono il valore culturale. Questa impostazione rende il protocollo GBC Historic Building applicabile a un patrimonio più vasto come quello dell'edilizia rurale, che pur non essendo quasi mai oggetto di vincoli formali, possiede un valore storico e culturale intrinseco legato alle tecniche costruttive tradizionali e al rapporto identitario con il territorio.

Il protocollo non necessita di essere applicato obbligatoriamente su edifici di eccezionale pregio e valore architettonico ma anche su tutte quelle che sono le forme di architettura spontanea tipiche del paesaggio rurale italiano. Non per niente, il primo caso studio di verifica e applicazione del protocollo, in fasi ancora sperimentali, ha riguardato il restauro in bioedilizia di un cascinale a Guarene, in provincia di Cuneo nel 2013 ¹⁵. Il sistema ha riscosso nel tempo un riscontro positivo, divenuto ufficiale nel 2016, ha subito successivi aggiornamenti in adeguamento alle nuove normative di riferimento e agli esiti dei vari casi applicativi, la sua ultima revisione è del 2024.

Il più recente riferimento di utilizzo in contesti di interesse rurale riguarda il progetto *Casa dell'Ortolano*, intervento di recupero nel complesso dei lavori di valorizzazione delle Mura di Ferrara ¹⁶. L'operazione ha interessato due manufatti di matrice rurale, una ex casa colonica e una ex stalla, destinati a punti di accoglienza e ristoro per “fare del recupero una narrazione attiva del territorio”. L'intervento è iniziato con l'interessamento dell'Amministrazione Comunale e la sua acquisizione nel 2019, nel 2023 lo studio e l'adozione del protocollo *Historic Building*, nel 2025 il fine lavori ed è programmata per giugno 2026 l'assegnazione della *certificazione Argento*. La progettazione ha adottato un approccio rispettoso della storicità del luogo, integrato a tecniche e soluzioni in linea con i principi di sostenibilità. Sono stati utilizzati biomateriali quali legno, canapa e soprattutto, in riferimento a questo contesto di studio, terra cruda. L'argilla è stata inserita come cappotto interno, contropareti di pannelli

¹⁵ <https://gbcitalia.org/2013/09/05/gbc-historic-building-parte-a-cuneo-il-primi-caso-studio-italiano/>

¹⁶ <https://gbcitalia.org/2025/07/12/la-casa-dellortolano-a-ferrara/>

e intonaci, nei limiti del possibile, ma dimostrando comunque sia interesse nella riscoperta e utilizzo di questo materiale ¹⁷.



Figura 29 - prima e dopo gli interventi di recupero finanziati dal Comune di Ferrara sulla Casa dell'Ortolano, adottando il protocollo Historic Building (fonte: CronacaComune Ferrara)

GBC HB ha in generale riscosso riscontro anche nelle pubbliche amministrazioni, non rappresenta un requisito ma trova riconoscimento come strumento aggiuntivo nella valutazione e nella valorizzazione dei progetti presentati. Risulta funzionale alla verifica dei criteri della tassonomia e degli investimenti verdi e in maniera indiretta all'accesso a strumenti di finanziamento come lo è stato il PNRR.

Il requisito fondamentale di applicabilità di GBC HB è la costruzione antecedente al 1945, quindi nel periodo pre-industrializzazione edilizia, periodo a cui viene oltretutto attribuito l'abbandono della tradizione costruttiva in crudo nella Regione Marche. Il patrimonio in terra vi rientra fondamentalmente nella sua totalità. Durante l'analisi dei requisiti del protocollo e la sua diretta adozione al caso di Ficana sono emersi dei limiti. Il protocollo deve valutare l'intero ciclo di riqualificazione degli edifici oggetto di certificazione, dalla progettazione, passando per le fasi di cantiere, fino alla valutazione finale e all'attribuzione della certificazione. Il piano è pensato per progetti di restauro e risanamento, anche di parziale integrazione ma comunque nell'ambito di interventi importanti. Il borgo in seguito al *Piano di Recupero del 2005* ha già subito sostanziali interventi di ripristino per molte delle unità, per cui andrebbe esaminata nel dettaglio delle singole unità la possibilità e la necessità di sviluppare interventi migliorativi legati all'organizzazione degli spazi interni, ottimizzazione del comfort abitativo, miglioramento delle caratteristiche dell'involucro esterno e adottare una

¹⁷ https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2023/06/Ferrari_2023-06-09-Casa-Ortolano-CF.pdf

progettazione in linea con questo protocollo. Può essere però sicuramente considerato per le poche unità che non sono state ancora oggetto di intervento. Tuttavia il GBC, qualora il progetto sia orientato verso interventi di carattere minore, propone altri sistemi di valutazione affini come può essere ad esempio GBC Home. Quest'ultimo, strumento sviluppato per certificare edifici residenziali di nuova costruzione o ristrutturazione, è applicabile quando l'intervento coinvolge gli impianti di climatizzazione, cambiamenti dell'involucro edilizio e il rinnovo degli spazi interni, ma con una soglia di ingresso meno stringente rispetto a GBC HB in termini di entità dei lavori richiesti, risultando quindi più adatto a interventi di recupero abitativo di portata contenuta. Un altro sistema è GBC Quartieri, si porrebbe non come un'alternativa minore ma come un cambio di scala di visione. Il suo ambito di applicazione riguarda la riqualificazione e lo sviluppo di sistemi di relazione tra un minimo di due edifici, fino ad arrivare a un intero quartiere, e diventa quindi pertinente non per singole unità eccessivamente piccole, ma per un ripensamento complessivo del borgo all'interno di una strategia di valorizzazione e gestione sostenibile condivisa tra più edifici.

Il ragionamento fin qui condotto, pur evidenziando i limiti e gli approfondimenti necessari per un pieno utilizzo dei protocolli nel caso specifico, conserva la sua utilità in chiave prospettica. L'adozione di questi sistemi di certificazione, o di strumenti analoghi, può rappresentare una strada percorribile per esigenze future. Villa Ficana è stata recuperata ormai vent'anni fa, necessità o necessiterà di interventi di manutenzione, soprattutto per la particolarità del suo sistema costruttivo. La certificazione di quelli che, ipotizzando, potrebbero essere *Piani di Manutenzione o Miglioramento* può rappresentare un'opportunità, sia come accesso a fondi e finanziamenti green sia come strumento di ulteriore valorizzazione. Il borgo non rappresenterebbe solamente una testimonianza conservata di una tradizione costruttiva com'è ora ma anche un modello di sostenibilità in un contesto di edilizia di origine rurale ancora più attuale.

4.2 Estensione del modello

Generalizzando la proposta, il modello di valorizzazione basato sulle certificazioni, può essere considerato e forse trova applicazione con ancora maggior semplicità, in quelle che sono le attività di recupero del patrimonio costruito in terra cruda delle case isolate e soprattutto in quei casi di completo abbandono, per la possibilità di seguire l'intera progettazione. Come lo è stato per l'esempio portato della Casa dell'Ortolano di Ferrara, le certificazioni GBC e in particolar modo HB, possono rappresentare uno strumento per salvaguardare l'edificato rurale. I punti di forza coincidono con le due aree in cui questo

patrimonio si distingue cioè la specifica valenza storica per il territorio e la predisposizione della terra cruda ai principi di sostenibilità.

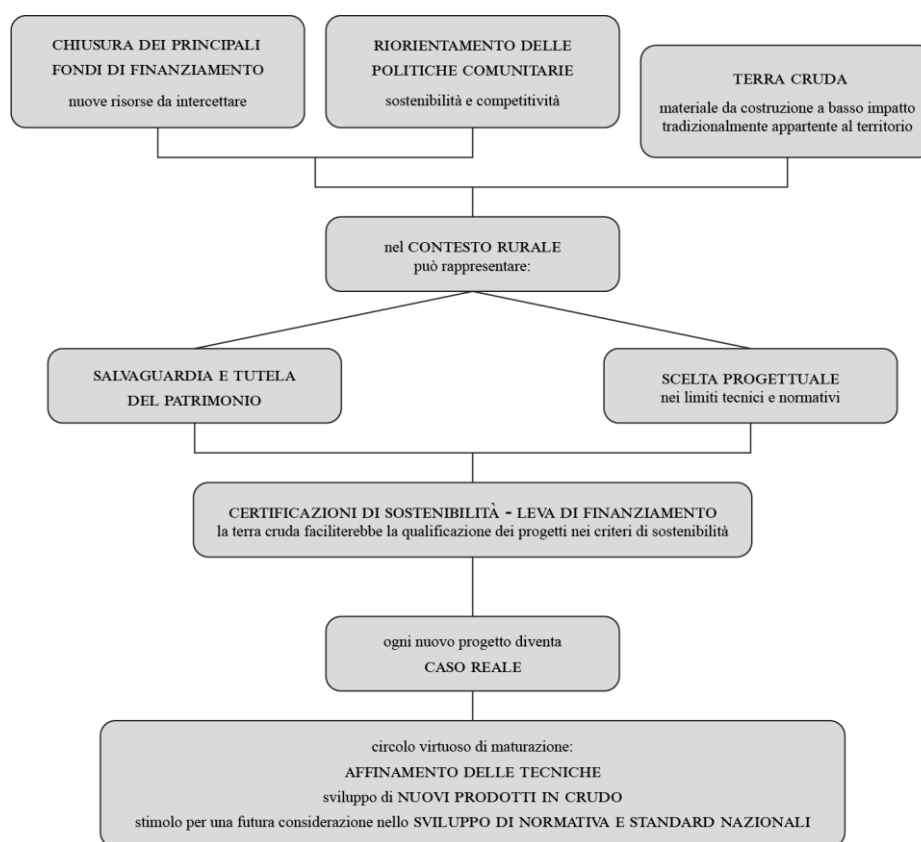


Figura 30 - schematizzazione del modello interpretativo

L’approccio fin qui adottato si è basato maggiormente sulla terra cruda come materiale di un patrimonio da conservare e valorizzare. Ampliando il discorso però, la terra cruda può essere vista non solo come testimonianza di un costruire passato, ma come possibilità per l’edilizia presente e futura. Tre condizioni convergenti, rendono questa lettura un’opportunità praticabile (Fig.30).

La prima riguarda gli strumenti di finanziamento. Il 2026 rappresenta la chiusura dei grandi fondi pubblici legati alla ripresa post-pandemica come il PNRR¹⁸. Per quanto riguarda il settore agrario, i CSR legati al Piano Strategico di Sviluppo Nazionale in ambito rurale, si concludono con la PAC nel 2027. Si apre quindi un vuoto, ma anche la necessità di individuare

¹⁸ Ministero dell’Economia e delle Finanze – Linee guida PNRR – conclusione degli interventi

nuovi canali di finanziamento, ad esempio all'interno di quello che sarà il nuovo *Quadro Finanziario Pluriennale 2028-2034*.

La seconda condizione è il riorientamento delle politiche europee, che a questo vuoto offrono una risposta. Come si è già mostrato, il nuovo quadro comunitario lega in modo sempre più stretto sostenibilità e competitività, e lo fa attraverso strumenti precisi come la Tassonomia. È questa a stabilire quali attività e quali investimenti possano dirsi sostenibili, orientando di conseguenza i finanziamenti verso ciò che è conforme ai suoi criteri. Per il settore edilizio ciò significa che il riconoscimento delle qualità ambientali di un materiale non resta una scelta etica, ma diventa la chiave d'accesso alle risorse. In questa cornice si collocano le iniziative più recenti dedicate all'ambiente costruito, prima fra tutte il New European Bauhaus, che la Commissione ha esplicitamente inserito nella propria agenda di competitività come braccio operativo del Green Deal. Tra le sue priorità figurano gli approcci circolari e rigenerativi per l'ambiente costruito, con attenzione alla conservazione del patrimonio culturale e all'impiego di materiali a basso impatto. Spostare le decisioni di finanziamento dal solo criterio del costo a quello della prestazione ambientale lungo l'intero ciclo di vita è il motivo per cui la terra cruda, per le sue qualità intrinseche, può affermarsi, a patto di poter dimostrare quella conformità. Qui si inserisce il ruolo delle certificazioni, come quelle del GBC, al fine di tradurre gli obiettivi della tassonomia in un protocollo verificabile, rendendo la sostenibilità del materiale non solo affermata, ma documentata e quindi finanziabile.

La terza condizione è interna al materiale stesso. La terra cruda è oggi riconosciuta tra le frontiere dei materiali da costruzione a basso impatto più promettenti (Baglioni E., 2022). L'Italia non dispone ancora di Norme Tecniche per le Costruzioni dedicate al suo impiego strutturale ma ne ammette indirettamente l'uso negli elementi secondari come tamponature, tramezzature, finiture e rivestimenti. Questo vuoto, che rappresenta a primo impatto un ostacolo, può essere in questo modo aggirato e permette di reintrodurre il materiale nei nuovi progetti senza attendere un quadro normativo che è in difetto, sfruttando fin da subito le sue qualità. In Italia esiste un mercato consolidato, seppur di nicchia, di aziende che producono materiali da costruzione di origine naturale e sostenibili. All'interno di questo settore iniziano ad essere presenti anche produttori specializzati in terra cruda che rappresentano un segmento più artigianale e circoscritto, ma con alcune realtà strutturate presenti sul territorio nazionale come Terragena e TonGruppe. Le casistiche di recupero sul patrimonio, in cui la terra è ammessa a mantenere una funzione portante invece, rappresentano situazioni in cui studiare il materiale e dimostrarne l'applicabilità anche in ruoli strutturali per riuscire a raggiungere una sua rivalutazione nella normativa.

4.2.1 *Il territorio rurale come campo di applicazione – impostazione teorica*

Le tre condizioni descritte aprono una prospettiva distinta da quella della conservazione del patrimonio storico in terra. Il territorio rurale deve essere inteso come un ambiente economico vivo in cui è possibile sperimentare la terra cruda come scelta costruttiva tradizionalmente legata al territorio.

È stata sviluppata un'ipotesi di ragionamento sul caso, oggi tutt'altro che raro, di un'azienda agricola che intende diversificare la propria attività, ad esempio, realizzando una struttura agrituristica.

L'operazione nella maggior parte dei casi richiede di costruire un fabbricato ex novo o di ristrutturarne uno esistente, e per sostenerne i costi l'azienda necessita di accedere a degli strumenti di finanziamento, fino ad oggi solitamente i PSR della PAC o un normale credito bancario. Questi stessi strumenti stanno evolvendo verso una distinzione tra investimenti ordinari e investimenti "green", premiando in modo crescente la sostenibilità del costruito.

Ad esempio, già nel CSR della regione Marche per il 2023-2027¹⁹, nella misura “SRD03 - *investimenti nelle aziende agricole per la diversificazione in attività non agricole*” vi era una, seppur minima, differenziazione della gamma di sostegno per gli investimenti realizzati con tecniche di edilizia sostenibile.

In questo scenario, valutare l'impiego della terra cruda nella progettazione del fabbricato non è una scelta neutra, ma può accrescere le possibilità di ottenere una certificazione di sostenibilità del progetto e attraverso di essa, migliorarne l'appetibilità, l'accesso e la quota di finanziamento. Potrebbe rappresentare un rovesciamento significativo della visione del materiale terra cruda, tradizionalmente percepito come tecnica artigianale, povera e poco competitiva rispetto ad altri sistemi industrializzati e più sviluppati. La sua qualità tecnica e ambientale, se riconosciuta e certificata, diventa una leva economica, un argomento a favore del progetto nella competizione per i fondi. La terra non si limita ad essere parte fisica dell'edificio, ma contribuisce a renderlo innovativo e finanziabile. Questo meccanismo si auspica possa innescare un circolo virtuoso. Ogni progetto che adotta la terra cruda per ragioni sia tecniche che economiche diventa di fatto un caso studio, un'occasione concreta per misurarne le prestazioni in opera, documentarne i vantaggi e individuarne i limiti. Questi esiti,

¹⁹Regione Marche – *Complemento Regionale Per lo Sviluppo Rurale del PSR 2023-2027*

a loro volta, alimentano il perfezionamento e lo sviluppo di nuovi prodotti e la costruzione di un insieme di riferimenti pratici moderni che oggi risultano ancora insufficienti nel contesto nazionale. Lo sforzo di impiegare concretamente la terra cruda, con le soluzioni attualmente presenti, si spera possa contribuire ad aumentare la considerazione generale nei confronti del materiale. Questa maggiore considerazione potrebbe stimolare lo sviluppo di standard e riferimenti tecnici nazionali che, a loro volta, favorirebbero un più semplice ingresso delle aziende di settore e l'immissione di nuovi prodotti sul mercato. Inoltre, una più frequente adozione della terra cruda come nuovo materiale permetterebbe di raggiungere una maggiore maturità della tecnica, abbassando le incertezze progettuali e le criticità di costo legate a un sistema di scala. Nuove applicazioni si concatenano in una sequenza che, di volta in volta, riuscirebbero a rendere il materiale sempre più praticabile, accessibile e accettato.

In questa teoria il territorio rurale assume un ruolo che non è più solo di custodia, ma di laboratorio. È il contesto in cui l'incontro tra esigenze di sviluppo, strumenti di finanziamento orientati alla sostenibilità e disponibilità di un materiale a basso impatto può generare le condizioni per un suo ritorno effettivo. La terra cruda, allora, non è soltanto la memoria conservata di un costruire passato, ma una delle tecniche su cui può fondarsi un'edilizia futura, capace di ritrovare proprio nel territorio rurale l'occasione della propria sperimentazione e del proprio sviluppo.

CONCLUSIONI

Il percorso svolto in questo lavoro ha consentito di prendere coscienza del ruolo della terra cruda all'interno del patrimonio edilizio rurale, evidenziando come questo materiale rappresenti molto più di una semplice tecnica costruttiva tradizionale.

Il primo capitolo si è concentrato sulla diffusione e sull'origine delle case di terra nelle Marche. Lo studio della letteratura ha mostrato come queste siano state il risultato dell'adattamento delle comunità rurali alle risorse disponibili, alle condizioni ambientali e alle esigenze pratiche ed economiche del territorio. Le case di terra costituiscono quindi una testimonianza materiale della storia dell'agricoltura, dell'organizzazione sociale rurale e dell'evoluzione del paesaggio agrario regionale. Il secondo capitolo ha affrontato la terra cruda dal punto di vista materico. Sono state quindi prese in considerazione le tecniche costruttive presenti nel panorama italiano e le procedure di analisi che permettono di valutare la terra ai fini costruttivi facendo un maggior focus sulle prove preliminari più tangibili. In ogni modo è stato visto come la particolarità del materiale rende indispensabile riacquisire il sapere pratico e di disporre delle conoscenze teoriche che consentano sia di valutare la sua validità sia di metterlo correttamente in opera. Nel terzo capitolo sono state considerate le qualità della terra cruda come la disponibilità locale, il ridotto contenuto di energia incorporata, la riciclabilità e le buone prestazioni in termini di comfort abitativo come motivo di un nuovo interessamento poiché ne fanno un materiale coerente con i principi dell'edilizia sostenibile. Da questo punto di vista viene fatta emergere una delle principali criticità della terra cruda. A differenza dei materiali da costruzione convenzionali, questa, continua a non disporre in Italia di un sistema normativo specifico e consolidato che ne disciplini l'utilizzo. Il riferimento ad altri Paesi, anche europei come la Germania, ha dimostrato come sia possibile costruire un percorso di riconoscimento tecnico fondato su procedure di prova, criteri prestazionali e documenti di riferimento. Il limite principale non sembra quindi essere rappresentato dal materiale in sé, ma dalla mancanza di un quadro tecnico, normativo e culturale capace di accompagnarne la diffusione. Il quarto capitolo ha approfondito il caso di Villa Ficana. È stato portato come esempio di un borgo nato in risposta ad un particolare momento storico legato alle evoluzioni del contesto rurale che ha, in seguito al suo recupero, assunto nuove funzioni culturali e sociali, mantenendo la propria

identità costruttiva. L'esperienza dell'Ecomuseo evidenzia come la conservazione della terra cruda non coincida con la semplice tutela di un manufatto storico, ma possa trasformarsi in uno strumento di valorizzazione territoriale e di trasmissione delle conoscenze costruttive. Da questa esperienza si è sviluppata la visione più prospettica del lavoro. Il recupero dell'edilizia rurale esistente e l'impiego di materiali naturali non rispondono soltanto a finalità conservative, ma possono rappresentare il punto di incontro tra il riorientamento delle politiche comunitarie verso la sostenibilità, gli strumenti ed i sistemi di classificazione e certificazione green. In questa visione il territorio rurale può essere interpretato non soltanto come luogo di conservazione di un patrimonio storico, ma come laboratorio per sperimentare modelli costruttivi basati sulla continuità con le tecniche tradizionali. Affinché questa prospettiva possa concretizzarsi, appare necessario continuare il percorso di ricerca e sperimentazione, stimolando la definizione di standard tecnici e l'aggiornamento del quadro normativo nazionale. Solo attraverso l'integrazione tra sviluppo e innovazione progettuale la terra cruda potrà recuperare il ruolo che ha avuto nell'edilizia rurale e, in un contesto storico e sociale totalmente diverso, tornare a essere un materiale che unisce identità del territorio, sostenibilità e necessità di costruire.

Accanto alla prospettiva di più ampia visione, è utile individuare alcuni impieghi della terra cruda concretamente percorribili, che non richiedono di attendere l'evoluzione del quadro normativo o particolari iter.

- Un primo ambito è quello dei prodotti in terra cruda già presenti sul mercato, che potrebbero trovare maggiore considerazione in applicazioni in cui le qualità del materiale risultano particolarmente vantaggiose come nel caso dei locali di stagionatura o delle cantine di affinamento, dove la capacità della terra di regolare temperatura e umidità rappresentano un valore aggiunto diretto per l'attività agricola.
- Un secondo ambito riguarda l'introduzione di piccoli manufatti in terra cruda, come ricoveri per attrezzi o strutture di servizio collegate alle attività agrituristiche, strutture di dimensioni contenute in cui il materiale può essere sperimentato, anche sfruttando le tecniche tradizionali.
- Vi potrebbe essere infine la possibilità di ristrutturare e convertire gli atterrati che nel tempo stanno scomparendo, nei casi che permettono l'adeguamento ai limiti posti dai requisiti in materia di agibilità, destinandoli a piccole strutture agrituristiche. In questo modo il loro recupero non si esaurirebbe nella sola valenza storica, ma restituirebbe a questo patrimonio una funzione attiva e produttiva, garantendone al tempo stesso la conservazione.

Sul piano delle considerazioni personali, vivendo nel comune di Fermo, il mio riferimento nell'architettura rurale è sempre stato legato alla casa colonica in mattone, diffusissima nelle campagne e tuttora spesso riproposta come stile nelle nuove progettazioni. Poter conoscere e studiare gli atterrati, mi ha permesso di approfondire la conoscenza del mio territorio e delle sue tradizioni. Il lavoro di documentazione e i sopralluoghi sul territorio, in particolare a Treia, Corridonia e Macerata, hanno consentito di toccare con mano questa tipologia costruttiva. Resta di questo lavoro anche una maggiore consapevolezza nell'osservazione del paesaggio rurale e del suo costruito, una visione più attenta nel riconoscere tracce di un saper fare che rischia altrimenti di passare inosservato.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2011. *TERRA EUROPÆ - Earthen Architecture in the European Union*. Edizioni ETS.
- AA.VV., 2016. *Etemenanki: nuova ipotesi di ricostruzione dello ziggurat di Nabucodonosor II nella città di Babilonia*. ISIMU. 8. pp. 201-216.
- Achenza M., 2021. *Historical Earthen Architecture in Italy*, In: *Past and Present of the Earthen Architectures in China and Italy*. AA.VV. CNR Edizioni, pp. 39-57
- Achenza, M. e Sanna, U., 2009c. *Il manuale tematico della terra cruda*. Regione Autonoma della Sardegna. ITACA
- Anselmi S., 1982. *Agricoltura e Vita Quotidiana nelle Marche Mezzadrili*. In: *Proposte e Ricerche*, n. 8, pp. 189-198
- Baglioni E., 2022. *Costruzioni in terra cruda: dall'antichità all'architettura sostenibile*. Ingenio: Bioedilizia/Architettura/Materiali e Tecniche costruttive
- Baldacci O., 1958. *L'ambiente geografico delle case di terra in Italia*. In: *Rivista geografica italiana*, volume LXV, anno LXV, speciale: Studi geografici in onore di R. Biasutti. Firenze: La Nuova Italia. pp.13-44.
- Bertagnin M., Achenza M. e Mungiguerra C., 1999b. *Architetture di terra in Italia: tipologie, tecnologie e culture costruttive*. EdicomEdizioni.
- Bollini, G., 2008c. *Terra cruda, restauro e nuova costruzione: esperienze nelle Marche*. In: *Terra cruda tra tradizione e innovazione. Atti del primo corso di formazione tecnica organizzato dalla provincia di Alessandria*. EdicomEdizioni pp. 77 - 90
- Bollini, G., 2013. *Terra battuta. Tecnica costruttiva e recupero. Linee guida per la procedura di intervento*. EdicomEdizioni. pp. 20-30
- Conti A. P., Giustozzi S., Molini P., 2002. *Gli atterrati a Corridonia, una storia da continuare*. Comune di Corridonia, Assessorato alla Cultura

- Conti A.P., 2007b. *Il recupero di una casa di terra. L'atterrato di Contrada Fontevannazza a Treia. I saperi ritrovati*. EdicomEdizioni
- Conti A.P., 2008. *Terra cruda, restauro e nuova costruzione: esperienze nelle Marche*. In: Bollini, G., 2008c. *Terra cruda tra tradizione e innovazione. Atti del primo corso di formazione tecnica organizzato dalla provincia di Alessandria*. EdicomEdizioni pp. 93 - 110
- Conti A.P., 2020. *Managment of a restored architectural heritage: the Villa Ficana Ecomuseum (Italy)*. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLIV-M-1-2020, 2020
- CRATerre-ENSAG, 2012. *World heritage inventory of earthen architecture*, France
- FAO, 2011. *Construction materials - Earth as a building material* In: *Rural structures in the tropics. Design and development*. Rome. pp. 58 – 66
- Galdieri E., 2007. *Sulle costruzioni in terra cruda*. In: Conti, A.P., 2007. *Il recupero di una casa di terra. L'atterrato di Contrada Fontevannazza a Treia. I saperi ritrovati*. EdicomEdizioni pp.75 – 85
- Galdieri, E., 1982. *Le meraviglie della terra cruda*. Bari: Laterza.
- Houben H. e Guillard H., 1985. *Manuel de Construction en Terre*. CRATerre.
- Istituto Centrale di Statistica del Regno d'Italia, 1934. *Indagine sulle case rurali in Italia*.
- Maccagno M., 2008. *Terra cruda nell'astigiano. Aspetti storico-culturali di una prassi costruttiva tradizionale*. Mon cru, il patrimonio in terra cruda dell'astigiano.
- Mattone R., 2008. *Tecniche e attrezzature per la costruzione in terra*. In: Bollini, G., 2008. *Terra cruda tra tradizione e innovazione. Atti del primo corso di formazione tecnica organizzato dalla provincia di Alessandria*. EdicomEdizioni pp. 65 – 76
- Mecca S., Dipasquale, L., 2011. *Earthen architecture in Italy*. In: *TERRA EUROPAE - Earthen Architecture in the European Union*. AA.VV. Edizioni ETS, pp. 136-139
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 42, Supplemento Ordinario n. 8 del 20 febbraio 2018.

- Ministero Per I Beni e Le Attività Culturali Regione Marche, 2005. *Architetture in terra nelle Marche*. Recanati: Edizioni Tecnostampa pp. 9 - 54
- Minke, G., 2005. *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Birkhäuser – Publishers for Architecture
- Pagella Poggio R. 1992. *Edilizia in terra cruda nella Provincia di Alessandria: tecniche costruttive, materiali, forme architettoniche e cronologia*. MAXMI Editore.
- Palombarini A., 1981. *Le case di terra nel maceratese*. In: *Proposte e Ricerche*, n. 7, pp. 69-76
- Palombarini A., 1987. *Le case di terra*, In: S. Anselmi e G. Volpe, *L'architettura popolare in Italia*, Roma-Bari: Laterza, pp. 171-190
- Santoponte Emiliani, C. 1941. *Dimore primitive delle Marche*, Bollettino della Società Geografica Italiana, serie VII, vol VI, fascicolo 5, pp. 245–258
- Saracco, M., 2010. *Architettura in terra cruda. Il caso delle Marche: dallo studio al restauro*. Firenze:Alinea Editrice.
- Schroeder H., Ziegert C., Müller U., 2022. *Standardization in earthen building in Germany – the current situation*. Dachverband Lehm e.V., Weimar / Federal Institute for Materials Research and Testing, Berlin, Germany
- Scudo G., Narici B. e Talamo C., 2001. *Costruire con la terra: tecniche costruttive, campi di utilizzo e prestazioni*. Sistemi Editoriali.
- Sereni E., 1961. *Storia del paesaggio agrario italiano*. Bari: Laterza ristampa 2020
- Valenti G., 1888. *L'economia rurale nelle Marche*, Macerata: F.lli Mancini tipografi editori, (elabora la relazione per l'Inchiesta Jacini) estratti In: *Storia – Ecomuseo Villa Ficana*
- Volhard F., Roehlen U., 2023. *Regole sulle costruzioni in terra cruda: Definizione, Materiali da costruzione, Elementi costruttivi*. 3^a Edizione aggiornata *Applicazioni per la pratica professionale*. Associazione Città della Terra Cruda. Samassi.
- Volpe G., 2007. *L'architettura di terra nelle Marche settentrionali*. In: *Proposte e Ricerche*, n. 59, pp. 354-371
- Zito V., 1987. *Possibilità di riuso e valorizzazione del patrimonio edilizio rurale*. In: *L'architettura rurale nelle trasformazioni del territorio in Italia: atti del Convegno nazionale*, Bari, 1987. F.lli Laterza, Bari, pp. 773-783.

Sitografia

- AMAP, 2025. *ABC – AgroBuildingCarbon*, 2025-2029. <https://www.amap.marche.it/progetti-europei/abc-agro-building-carbon>. Programma Interreg Europe VI-C 2021-2027. <https://www.interregeurope.eu/abc>
- CeD Terra, *Legislazione in Italia, Proposte di Legge Nazionali* <https://casediterra.com/web/category/legislazione-in-italia/>:
Proposta Lion. 2347 On. Marco Lion, "Modifiche alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
Proposta Cossa - C. 4019 on. Michele Cossa ed altri, "Norme a sostegno della tecnica di edificazione in terra cruda".
Testo Unificato - Provvedimenti per le costruzioni in terra cruda (C. 2347 Lion e C. 4019 Cossa)
Legge n. 378/2003 "disposizioni per la tutela e la valorizzazione dell'architettura rurale"
- Comune di Macerata, 2005. *Piano di Recupero Villa Ficana* <https://www.comune.macerata.it/amministrazione-trasparente/documenti-cms/piano-di-recupero-di-villa-ficana/> pubblicazione 22/12/2022
Relazione Storica <https://www.comune.macerata.it/wp-content/blogs.dir/78/files/50-Relazione-Storica.pdf>
Relazione Illustrativa <https://www.comune.macerata.it/wp-content/blogs.dir/78/files/51-Relazione-Tecnico-Illustrativa.pdf>
Norme Tecniche di Attuazione Generali <https://www.comune.macerata.it/wp-content/blogs.dir/78/files/49-Normativa-Tecnica-di-Attuazione.pdf>
- Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo COM(2019)640 (11/12/2019) – *Il Green Deal europeo* - https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF
- Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo COM(2021)573 (15/09/2021) – *Nuovo Bauhaus europeo: bello, sostenibile, insieme* - [https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2021-09/COM\(2021\)_573_IT_ACT.PDF](https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2021-09/COM(2021)_573_IT_ACT.PDF)
- Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo COM(2025)1026 (16/12/2025) - *Nuovo Bauhaus europeo: dalla visione alla realizzazione* - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025DC1026>

- D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, *Codice dei beni culturali e del paesaggio* <https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/beniCulturali>
- D. Lgs. 29 ottobre 1999, n.490, *Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali* <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1999/12/27/099G0542/sg>
- Dachverband Lehm e.V. (Associazione Tedesca per l'Edilizia in Terra Cruda) <https://www.dachverband-lehm.de/>
- Ecomuseo delle Case di Terra di Villa Ficana, 2015-2016. *Mappa di Comunità: Famiglie e Mestieri* <https://www.ecomuseoficana.it/ecomuseo/mappe-di-comunita/> realizzazione
- Gavioli Restuari. *Lavori di restauro e consolidamento degli edifici siti nel quartiere di Villa Ficana Comparto "B" e "D"*. Attività dell'Impresa nel restauro e risanamento di Case di Terra cruda. pp. 339 – 348 <https://www.gaviolirestauri.com/wp-content/uploads/2016/06/CASE-DI-TERRA-CRUDA-VILLA-FICANA-MACERATA.pdf>
- GBC Italia - *Verifica ESG per il settore immobiliare* - <https://gbcitalia.org/verifica-esg-per-la-tassonomia-ue/>
- GBC Italia (11/02/2026) - *Transizione ecologica e futuro dell'edilizia* - intervento dell'On Ilaria Fontana <https://gbcitalia.org/2026/02/11/transizione-ecologica-e-futuro-delledilizia-green/>
- GBC Italia (2022) - *I protocolli GBC Italia e Leed ai fini della rendicontazione per la tassonomia europea, DNSH e il PNRR* - https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2022/11/220629_Protocolli-e-tassonomia_compressed.pdf
- GBC Italia (2024) - *Sistema di verifica del Protocollo Historic Building - revisione 2024* - <https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2026/06/Sistema-di-verifica-del-Protocollo-%E2%80%93-revisione-2024.pdf>
- GBC Italia Historic Building (12/07/2025) - *La casa dell'Ortolano a Ferrara* - <https://gbcitalia.org/2025/07/12/la-casa-dellortolano-a-ferrara/>
- GBC Italia Historic Building (5/09/2013) - *Parte a Cuneo il primo caso studio italiano* - <https://gbcitalia.org/2013/09/05/gbc-historic-building-parte-a-cuneo-il-primo-caso-studio-italiano/>

GBC Italia Historic Building (9/06/2023) - *Il progetto della «Casa dell'Ortolano di Ferrara»*
 - https://gbcitalia.org/wp-content/uploads/2023/06/Ferrari_2023-06-09-Casa-Ortolano-CF.pdf

GBC Italia, (16/02/2026) - *Tassonomia europea: perché la verifica è decisiva* -
<https://gbcitalia.org/2026/02/16/tassonomia-europea-perche-la-verifica-e-decisiva/>

ISO deliverables - *The different types of ISO publications* <https://www.iso.org/deliverables-all.html> consultato il 15/05/2026

Italia Domani - *Il principio DNSH* - <https://www.italiadomani.gov.it/it/Interventi/dnsh.html>
 ultima consultazione 15/06/2026

Ministero dell'Economia e delle Finanze - *Linee guida PNRR; Indicazioni operative per la conclusione degli interventi* - <https://www.strutturapnrr.gov.it/media/mxhh2dmp/pnrr-linee-guida-2026-conclusione-interventi.pdf>

New Zealand Standards, sito di consultazione normativa.
<https://consultations.standards.govt.nz/>

Piano Nazionale Ripresa e Resilienza (23/04/2021)
https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR_3.pdf

Regione Marche - *Complemento per lo Sviluppo Rurale (CSR) delle Marche 2023-2027 v. 4.0* -
<https://static.regione.marche.it/portals/0/Agricoltura/CSR%2023-27/Versioni%20CSR/Versione%204.0/All.%20CSR%20Marche%202023-27%204.0.pdf>

Regione Marche, Legge Regionale n. 43/98
https://www.consiglio.marche.it/banche_dati_e_documentazione/leggi/dettaglio.php?arc=sto&idl=288

Regolamento Delegato UE 2021/2139 del 4 giugno 2021 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2139> *Edilizia e attività immobiliari* pp. 124-131

Regolamento UE 2020/852 del 18 giugno 2020 *Tassonomia UE* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0852>

World Green Building Council. *Our Mission.* <https://worldgbc.org/about-us/our-mission/>
 ultima consultazione 15/06/2026

World Green Building Council. *Strategic plan 2025-2027.* <https://worldgbc.org/strategic-plan-2025-2027/> ultima consultazione 15/06/2026

Aziende del settore della terra cruda principalmente consultate

Terragena - <https://www.terragena.it/>

Ton Gruppe (Geosana) - <https://ton-gruppe.it/>

TerraCruda (Primat) - <https://terracrudaitalia.com/it>

Siti utili

Associazione Città della Terra Cruda. <https://terracruda.org/>

Centro di Documentazione sulle Case di Terra Cruda. <https://casediterra.com/web/>

Ecomuseo delle Case di Terra di Villa Ficana. <https://www.ecomuseoficana.it/>

AVEI - Auroville Earth Institute, Unesco Chair Earthen Architecture. <https://dev.earth-auroville.com/>

CRAterre - Centre de Recherche et d'Application Terre, all'interno dell'ENSAG (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble). <https://craterre.org/>

WHEAP – World Heritage Earthen Architecture Programme.
<https://whc.unesco.org/en/earthen-architecture/>

Video YouTube, L'atterratu, Le antiche case di Corridonia, 2017.
https://youtu.be/p7DayHEyLDE?si=dJBql7S07MV_DPAR

Video YouTube, XIV Festa della Terra Casalcontrada, 2010, Omaggio a Eugenio Galdieri.
https://youtu.be/5zNCiWm_JmE?si=HVGbFR5uQe1qZIFc