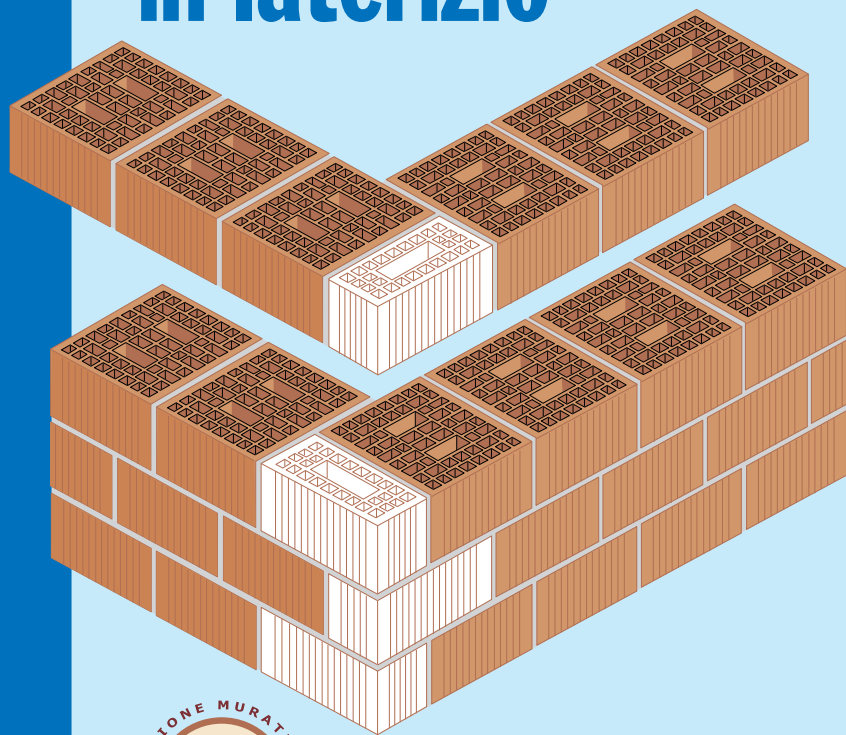


La corretta esecuzione delle murature in laterizio



PRODUTTORI ANDIL
ASSOLATERIZI

Indice

Tipologie di murature 3

Murature portanti	4
– <i>Percentuale di foratura</i>	4
Murature portanti soggette all'azione sismica	5
– <i>Malte</i>	5
– <i>Giunti</i>	6
– <i>Muratura armata</i>	6
– <i>Progettazione, esecuzione e collaudo</i>	8
Murature di tamponamento	8

La posa in opera delle murature portanti e di tamponamento 9

Stoccaggio in cantiere	9
Scelta degli elementi	9
Bagnatura dei laterizi	9
Sfalsamento dei giunti verticali	10
Importanza dei pezzi speciali	11
Impiego di elementi di laterizio omogenei	12
Costruzione del muro: formati e spessori	13
Muratura monostrato	15
Muratura a doppio strato	15
Alcune considerazioni sulle pareti a più strati	17
Cure durante l'esecuzione	18

Alcune regole dimenticate 19

Compatibilità fra i materiali impiegati	19
Collegamento dei muri e dei solai	20
Intonaci	22
Rivestimento con listelli faccia a vista	23
Quando e come abitare una casa in laterizio	23

Tipologie di murature

Una muratura in laterizio è una struttura realizzata dall'unione di elementi resistenti (mattoni o blocchi) posti in opera, generalmente, mediante giunti di malta.

Le murature si dividono in tre principali categorie:

- portanti o strutturali;
- di tamponamento;
- per divisori interni.

Analogamente, in base al tipo di apparecchiatura, le murature possono essere distinte secondo diversi tipi (fig. 1):

- monostrato, quando (ad esempio, nel caso di blocchi di grandi dimensioni) lo spessore del muro coincide con lo spessore dell'elemento impiegato;
- a doppio strato, o pluri-strato, quando lo spessore della parete è ottenuto mediante due o più strati in laterizio, contigui o

distanziati fra loro;

- miste, quando gli strati sono fra loro compenetrati.

Nelle pagine che seguono si farà riferimento soltanto alle murature portanti e di tamponamento, per ognuna delle quali sono disponibili elementi in laterizio di forma e dimensioni consolidate dalla pratica costruttiva.

E' bene precisare fin da ora che, in funzione della loro dimensione, gli elementi in laterizio si dividono in mattoni e blocchi. Sono chiamati "mattoni" gli elementi di volume minore o uguale a 5500 cm³; oltre questo formato, gli elementi vengono definiti "blocchi", che possono essere a fori orizzontali o verticali rispetto al piano di appoggio.

Negli ultimi anni sono state create due principali

famiglie di prodotti che permettono di realizzare pareti monostrato dalle elevate prestazioni.

La prima è quella costituita dai blocchi rettificati caratterizzati dall'aver le facce di posa perfettamente piane e parallele. In virtù di questa precisione dimensionale, la posa degli elementi viene effettuata con uno strato di collante cementizio dello spessore di 1 mm, migliorando le prestazioni della muratura e al contempo riducendo i tempi di esecuzione e di conseguenza i costi di realizzazione.

La seconda famiglia di prodotti innovativi è costituita da particolari blocchi che inglobano del materiale isolante (che può essere di varia natura) all'interno di appositi fori presenti nell'elemento.

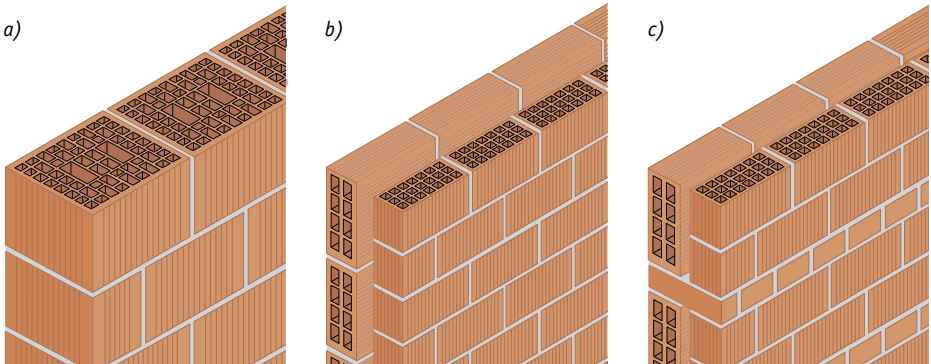


Fig. 1 - Esempio di murature: muratura monostrato (a), muratura a doppio strato (b), muratura mista (c).

Murature portanti

La normativa vigente, "Norme tecniche per le costruzioni" (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, NTC08), definisce in modo chiaro le caratteristiche degli elementi resistenti in laterizio per murature strutturali, fissandone la denominazione in funzione della dimensione e della percentuale di foratura, ossia del rapporto fra la superficie complessiva dei fori e la corrispondente superficie totale della sezione di estrusione. Al cap. 4.5 del Decreto (che tratta le murature portanti in generale senza entrare nel merito della progettazione sismica, dalla quale infatti possono prescindere

le costruzioni ricadenti in zona 4) non sono riportate specifiche indicazioni per la resistenza a compressione degli elementi, siano essi ordinari o rettificati.

Percentuale di foratura

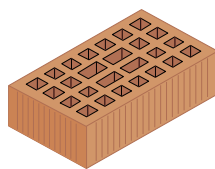
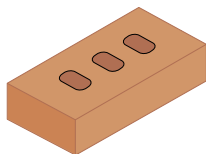
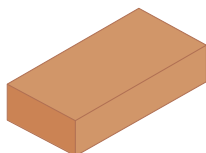
Secondo il citato Decreto (cap. 4.5), si definisce:

- pieno, un elemento (mattono o blocco) con percentuale di foratura non superiore al 15%;
- semipieno, un elemento con foratura maggiore

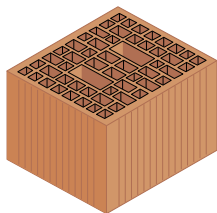
del 15% e non superiore al 45%;

- forato, un elemento con foratura maggiore del 45% e non superiore al 55% (fig. 2).

Quindi, anche gli elementi forati, purché la loro percentuale di foratura sia inferiore al 55%, sono utilizzabili per la realizzazione di strutture portanti; pertanto, vanno tassativamente esclusi per scopi strutturali elementi con percentuale di foratura superiore al 55%.



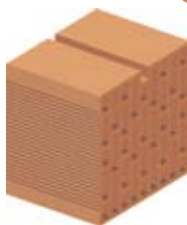
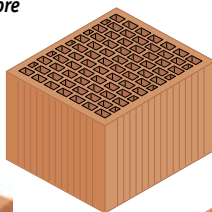
• **mattono semipieno**
(percentuale di foratura superiore al 15% e inferiore o uguale al 45%)



• **mattono pieno**
(percentuale di foratura inferiore o uguale al 15%)



• **blocco semipieno**
(percentuale di foratura superiore al 15% e inferiore o uguale al 45%)



• **blocco forato**
(percentuale di foratura superiore al 45% e inferiore o uguale al 55%)

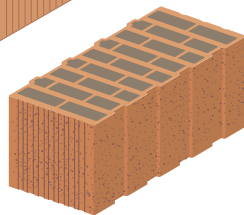


Figura 2 - Esempi di mattoni e blocchi in laterizio.

Murature portanti soggette all'azione sismica

Per la progettazione sismica di costruzioni in muratura portante (cap. 7.8, Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008) devono essere impiegati esclusivamente elementi pieni o semipieni per i quali sia garantita una resistenza caratteristica ai carichi verticali non inferiore a 5,0 MPa.

Per tali elementi è richiesta anche una resistenza caratteristica minima di 1,5 MPa ai carichi orizzontali, nel piano della muratura (fig. 3). I suddetti requisiti devono essere rigorosamente rispettati per murature realizzate nelle zone sismiche 1, 2 e 3.

per elementi pieni e semipieni

$R_1 \geq 5,0 \text{ MPa}$

$R_2 \geq 1,5 \text{ MPa}$

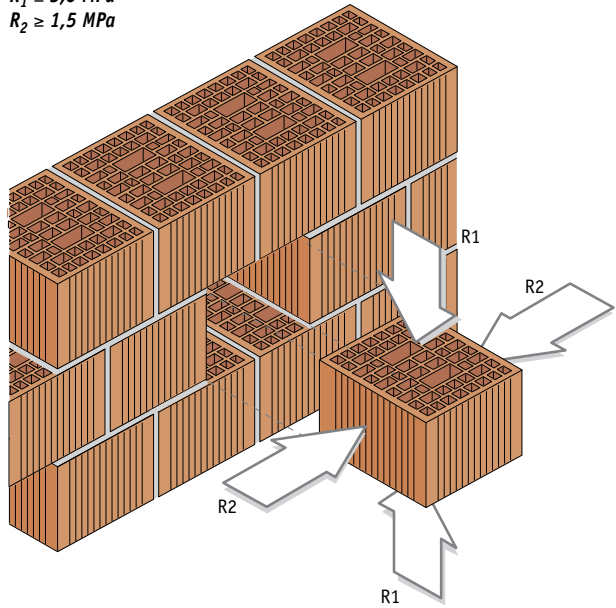


Figura 3 - Resistenza per carichi verticali R_1 e per carichi orizzontali R_2 nel piano della muratura.

Malte

La normativa del 2008 definisce anche le malte per la posa in opera degli elementi di laterizio, distinguendole in malte a *prestazione garantita*, per le quali la categoria è definita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza a compressione espressa in MPa (M2,5; M5; M10; M15; M20; Md), ed a *composizione prescritta* (fig. 4).

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		cemento	calce aerea	calce idraulica	sabbia	pozzolana
M 2,5	Idraulica	—	—	1	3	—
M 2,5	Pozzolonica	—	1	—	—	3
M 2,5	Bastarda	1	—	2	9	—
M 5	Bastarda	1	—	1	5	—
M 8	Cementizia	2	—	1	8	—
M 12	Cementizia	1	—	—	3	—

Figura 4 - Classi di malte a composizione prescritta. Per malte di diverse proporzioni, la resistenza a compressione va determinata sperimentalmente secondo le prescrizioni della norma UNI EN 1015-11:2007.

Giunti

I giunti di malta devono essere preferibilmente continui, ossia coprire l'intera faccia verticale e orizzontale dell'elemento, e, comunque, se si eseguono giunti interrotti per migliorare le prestazioni termiche del muro, la distanza fra i due "cordoni" di malta non deve essere maggiore di 2-3 cm (fig. 5): in tal caso, la resistenza a compressione della muratura va opportunamente ridotta (Eurocodice 6: UNI EN 1996-1-1, paragrafi 3.6.1.3 e 3.6.2).

Se si vuole aumentare in modo significativo questa distanza, come pure se si

intendono realizzare giunti di spessore inferiore a 5 mm (ad esempio, nel caso di murature realizzate con blocchi rettificati) o superiore a 15 mm, la resistenza della muratura dovrà essere determinata sperimentalmente su campioni provati in laboratorio.

Per i giunti verticali, inoltre, è possibile adottare anche sistemi "a secco" (esclusivamente in zona sismica 4), utilizzando dei blocchi cosiddetti "ad incastro" oppure, per costruzioni ricadenti in siti a più alta sismicità, soluzioni con tasca di malta, che copra almeno il 40% dello spessore del muro.

Muratura armata

La muratura armata in laterizio è un sistema costruttivo costituito da elementi resistenti collegati tra loro mediante giunti continui di malta, all'interno dei quali sono inserite armature metalliche verticali concentrate, armature orizzontali anch'esse concentrate (coincidenti, per interpiani di normale altezza, con le armature dei cordoli di piano) e armature orizzontali diffuse. Le armature verticali sono previste agli incroci dei muri, in corrispondenza delle aperture, ma anche lungo lo sviluppo della muratura con un determinato interasse, in modo da assorbire sforzi localizzati di trazione e compressione (fig. 6).

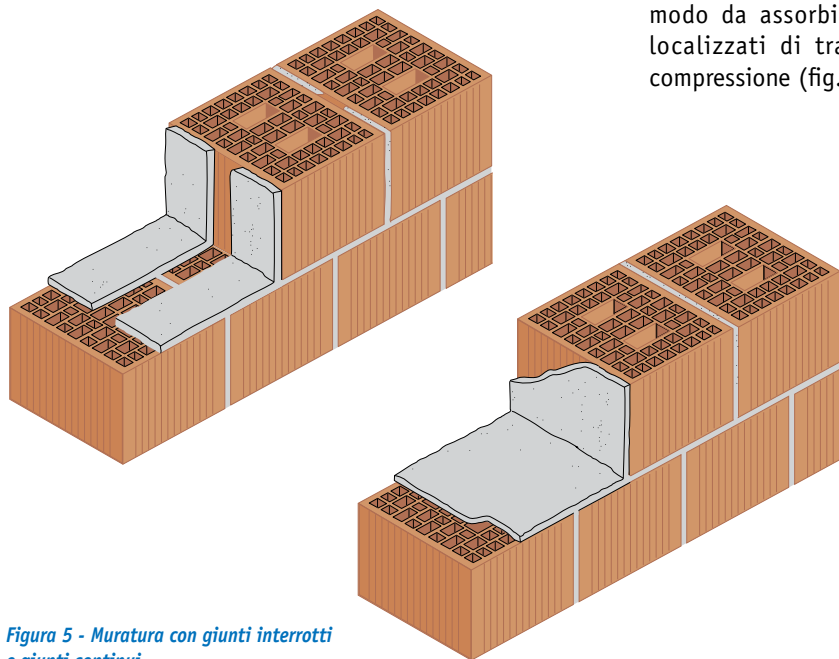


Figura 5 - Muratura con giunti interrotti e giunti continui.

I diversi sistemi disponibili (ad armatura diffusa o concentrata, con blocchi a fori verticali o orizzontali, ecc.), regolamentati dalla normativa nazionale ed europea, sono in grado di assicurare prestazioni di duttilità superiori alla muratura ordinaria. Di fatto, seguendo i criteri di proget-

to, i requisiti e i metodi di analisi, fissati dalle suddette norme, sono realizzabili in zona sismica edifici in muratura armata senza vincolo sul numero di piani, a patto che siano soddisfatte tutte le verifiche di sicurezza. Per gli edifici "semplici" in muratura portante (ossia per costruzioni che pre-

sentino precise condizioni di regolarità geometrica e particolari limitazioni dimensionali), invece, sono ammesse verifiche in via semplificata (fig. 7) e la possibilità di costruire fino a quattro piani nel caso della muratura armata (fino a tre piani per edifici in muratura ordinaria).

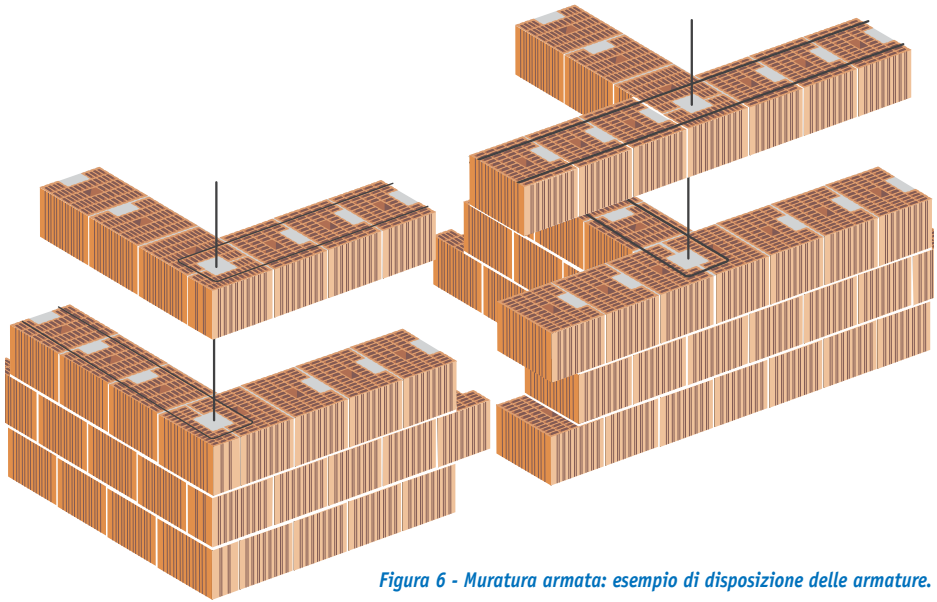


Figura 6 - Muratura armata: esempio di disposizione delle armature.

Accelerazione di picco del terreno a_{g-S}											
tipo di struttura	n. piani	$\leq 0,07 g$	$\leq 0,1 g$	$\leq 0,15 g$	$\leq 0,20 g$	$\leq 0,25 g$	$\leq 0,30 g$	$\leq 0,35 g$	$\leq 0,40 g$	$\leq 0,45 g$	$\leq 0,4725 g$
muratura ordinaria	1	3,5%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,0%	6,0%	6,5%
	2	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	6,5%	6,5%	7,0%
	3	4,5%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%	-	-	-
muratura armata	1	2,5%	3,0%	3,0%	3,0%	3,5%	3,5%	4,0%	4,0%	4,5%	4,5%
	2	3,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%
	3	3,5%	4,0%	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%
	4	4,0%	4,5%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%	6,5%	6,5%

Le percentuali indicate in tabella (tab. 7.8.III delle "Norme tecniche per le costruzioni", D.M. 14/01/08) rappresentano il rapporto minimo - da garantire nella verifica degli edifici "semplici" - tra area della sezione resistente delle pareti portanti e superficie lorda del piano, in funzione del numero di piani della costruzione e della sismicità del sito.

Figura 7 - Edifici "semplici" in muratura portante ordinaria ed armata: sezioni resistenti.

Progettazione, esecuzione e collaudo

Una corretta esecuzione richiede che il progettista prescriva con chiarezza e completezza, nell'apposita relazione sui materiali, tutte le specifiche che provvedono ad "identificare" e "qualificare" i materiali e i prodotti adottati per uso strutturale. E più precisamente:

- l'elemento di laterizio (pieno, semipieno o forato);
- la malta, a prestazione garantita ovvero a composizione prescritta, lo spessore e le caratteristiche del giunto orizzontale e verticale;
- l'eventuale armatura (barre e trallicci).

Il direttore dei lavori, oltre ad assicurarsi che le prescrizioni siano rispettate dall'impresa, dovrà verificare la "marcatura CE" dei prodotti (per i laterizi da muro, quindi, la rispondenza alla norma europea armonizzata UNI EN 771-1, "Specifiche per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio"), ed "accettarli", anche tramite ulteriori verifiche che ritenga necessarie ai fini dell'impiego specifico, facendo riferimento agli opportuni metodi di prova (UNI EN serie 772). Allo stesso modo, il collaudatore, oltre a verificare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni relative al calcolo, controllerà

l'esecuzione della muratura (fortemente determinante per la sicurezza complessiva dell'opera, anche ai fini della pubblica incolumità); esaminerà campioni degli elementi resistenti; si accerterà della resistenza della malta; verificherà i risultati (certificazioni) delle prove di laboratorio sui materiali impiegati, che il produttore è tenuto ad effettuare ed esibire in conformità alla citata norma europea armonizzata.

Murature di tamponamento

Anche le murature di tamponamento, come tutti i componenti non strutturali, se caratterizzate da spessori superiori a 10 cm, ad oggi, con l'attuale normativa (NTC08), devono essere verificate a garanzia che siano in grado di assorbire le deformazioni della struttura, all'interno della quale sono inserite, soggetta all'azione sismica di progetto, mantenendo la capacità autoportante nei confronti dei carichi verticali.

I giunti di malta, come già visto, sono di solito interrotti per migliorare le prestazioni termiche della parete e la percentuale di foratura degli elementi è usualmente pari o superiore al 55%.


 01234
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 02 01234-CPD-00234
EN 771-1 Categoria I, HD, xxx-yyy-zz mm elemento per muratura di laterizio
Resistenza alla compressione: media xx N/mm ² (1. facciabase), xx N/mm ² (1. testa) (Categoria I) Stabilità dimensionale: spostamento dovuto all'umidità: NPD Forza di adesione: Valore fisso ... xx (N/mm ²) Contenuto di sali solubili attivi: ... NPD (S0) Reazione al fuoco: Euroclasse ... A1 Assorbimento di acqua: ... xx% Coefficiente di diffusione del vapore acqueo: xxx Isolamento acustico per via aerea diretto: Massa volumica lorda xxx (D1) kg/m ³ Configurazione: Come da disegno allegato Conduttività termica equivalente: xx W/mK (21,0secchi) Durabilità al gelo-disgelo: ... F2 Sostanze pericolose: ... vedere Nota seguente

Figura 8 - Esempio di cartiglio per la marcatura CE di prodotti in laterizio per murature.

La posa in opera delle murature portanti e di tamponamento

Stoccaggio in cantiere

Succede di frequente che il materiale rimanga in cantiere per qualche tempo prima della posa in opera. Bisognerà quindi prevedere un'area di stoccaggio piana, necessaria soprattutto se l'imballaggio dei prodotti è privo di pedana in legno o se si devono sovrapporre più pacchi. Il materiale non dovrà appoggiare direttamente sul terreno, per evitare il contatto con sostanze (erba, scorie, detriti, ecc.) che potrebbero successivamente causare difetti nella muratura.

Sceita degli elementi

Anche in una produzione di qualità, alcuni elementi possono presentare difetti. Per ridurre al minimo tale

eventualità, tutti i prodotti da muro debbono essere dotati di "marcatatura CE", - ai sensi della Direttiva 89/106/CEE "Prodotti da costruzione". Essi sono, comunque, soggetti a controllo di accettazione da parte del direttore dei lavori che dovrà accertare il possesso della marcatatura stessa a garanzia dei requisiti tecnici riportati nell'apposito "cartiglio".

Al momento della posa in opera, dovranno essere eliminati i mattoni o i blocchi che eventualmente presentino evidenti lesioni (è importante, soprattutto per gli elementi con funzioni strutturali, l'integrità delle cartelle esterne), in particolar modo quando si realizzano murature presu-

mibilmente molto sollecitate (pilastri, angoli, maschi murari fra finestre e porte, ma anche tamponamenti di rilevanti dimensioni, ecc.).

Bagnatura dei laterizi

E' buona norma che i mattoni e i blocchi siano bagnati prima della posa in opera. La bagnatura evita, al momento dell'esecuzione, un troppo rapido assorbimento dell'acqua di impasto della malta, cosa che porterebbe alla "bruciatura" della malta stessa e quindi ad una drastica riduzione sia della sua resistenza che del suo grado di aderenza al supporto.

Quanto bagnare i laterizi deve necessariamente essere lasciato alla sensibilità e alla competenza dell'operatore, in funzione del tipo di prodotto impiegato.

Non tutti i laterizi hanno, infatti, la stessa capacità di assorbimento d'acqua e, di volta in volta, bisognerà tener conto di questa variabile. Una bagnatura "a regola d'arte" dovrà saturare completamente il laterizio senza che l'acqua ristagni sulla sua superficie. In tal modo, non verrà sottratta alla malta la sua acqua di composizione evitando, nel

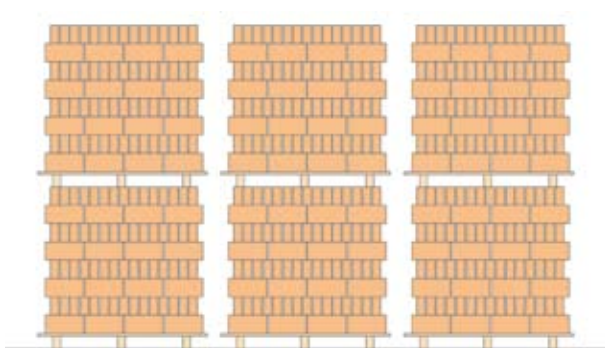


Figura 9 - Corretta modalità di stoccaggio dei materiali in cantiere.

contempo, la formazione di una pellicola liquida di separazione che può compromettere l'aderenza tra i diversi elementi costituenti la muratura. Naturalmente, la bagnatura è tanto più importante quanto più è elevato l'assorbimento d'acqua del laterizio: comunque, è assolutamente da evitare il tentativo di compensare l'insufficiente bagnatura degli elementi con un eccesso d'acqua nella malta.

Sfalsamento dei giunti verticali

Come già detto, gli elementi resistenti possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale), oppure in direzione parallela ad esso (foratura orizzontale), con caratteristiche conformi a quanto disciplinato al cap. 11.10 delle NTC08. Anche gli elementi per murature di tamponamento possono essere posti in opera (a seconda del tipo di prodotto e delle consuetudini locali) sia a

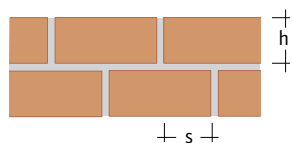


Figura 10 - Sfalsamento dei giunti in una muratura.

fori orizzontali che a fori verticali. Indipendentemente dal tipo di muratura che si vuole realizzare, i giunti verticali devono comunque essere sempre opportunamente sfalsati. Il significato di "opportunamente" è molto chiaro se si pensa a una muratura in mattoni montati ad una testa secondo i magisteri tradizionali: i giunti verticali del corso superiore coincidono, in tal caso, con la mezzeria dei mattoni del corso inferiore.

Variando i formati e cambiando conseguentemente il tipo di muratura, si può invece assumere per lo sfalsamento "s" dei giunti verticali il seguente riferimento:

$$s \geq 0,4 h \geq 4,5 \text{ cm}$$

avendo indicato con "h" l'altezza del mattone o del blocco. La sovrapposizione (sfalsamento) "s" deve quindi essere maggiore di 0,4 volte l'altezza dell'elemento "h" e comunque sempre maggiore di 4,5 cm (fig. 10).

Pertanto, per un blocco con un'altezza di 20 cm, la sovrapposizione dovrà essere non inferiore a 8 cm; mattoni alti 6 cm non potranno, invece, sovrapporsi per 2,4 cm (6 cm x 0,4) ma per almeno 4,5 cm.

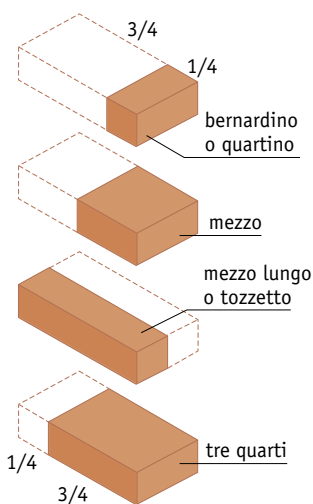


Figura 11 - Denominazioni delle riduzioni dei mattoni ottenute solitamente per spacco o per taglio.

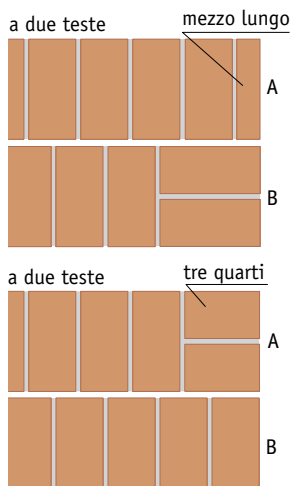


Figura 12 - Per ottenere lo sfalsamento in una muratura a due teste, si può utilizzare un "mezzo lungo" (in alto) o un "tre quarti" (in basso).

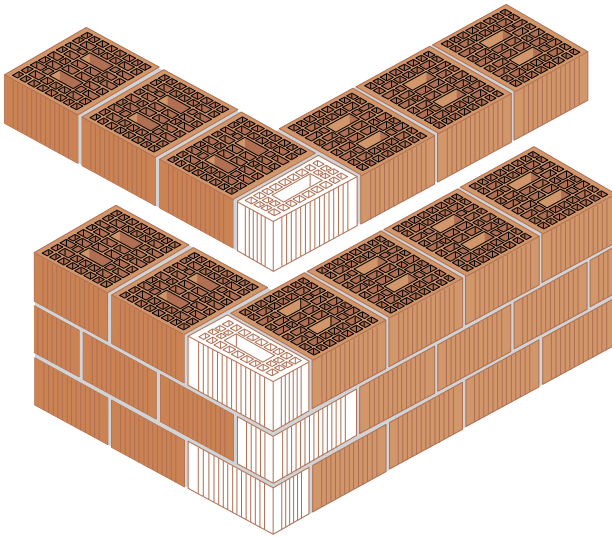


Figura 13 - Angolo di muratura eseguito con l'impiego di pezzi speciali per lo sfalsamento dei giunti.

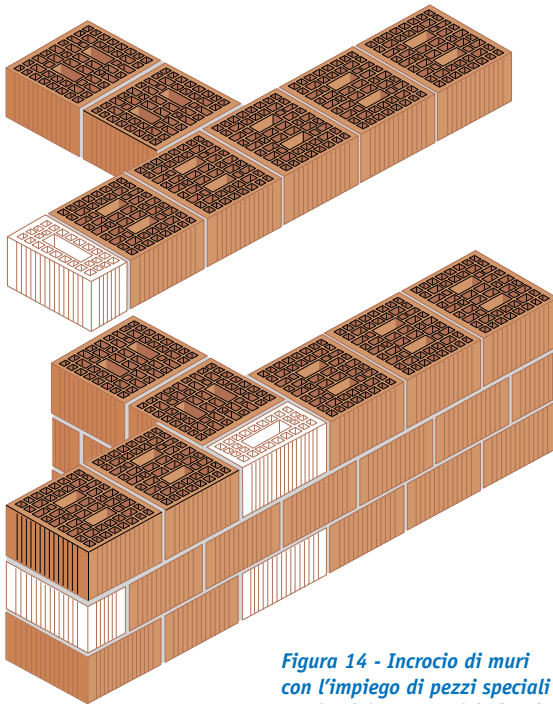


Figura 14 - Incrocio di muri con l'impiego di pezzi speciali per lo sfalsamento dei giunti.

Importanza dei pezzi speciali

Nelle murature eseguite con mattoni tradizionali, lo sfalsamento dei giunti verticali si realizza ricorrendo a sottomultipli ottenuti per spacco o per taglio del formato base. Si hanno così il *quarto* (o *bernardino*), il *mezzo*, il *tre quarti* e il *mezzo lungo* (fig. 11). La figura 12 mostra il primo e il secondo corso di una muratura a due teste nella quale si sono usati rispettivamente il *mezzo lungo* e il *tre quarti*. Quando si ricorre, invece, a blocchi di grande formato, lo sfalsamento si ottiene utilizzando elementi di dimensioni minori, predisposti allo scopo, evitando il più possibile il ricorso a frammenti di blocchi o, addirittura, mattoni. Gli stessi elementi di dimensioni minori vengono utilizzati per realizzare nel modo più opportuno gli angoli e gli incroci fra i muri (figg. 13 e 14). Nelle pareti costruite con elementi a fori orizzontali, poiché la foratura non deve mai essere rivolta verso l'esterno per non perdere l'efficacia dell'isolamento termico ed evitare infiltrazioni d'acqua, in corrispondenza delle aperture di porte e finestre si useranno pezzi speciali a fori verticali (fig. 15).

Impiego di elementi di laterizio omogenei

Ogni elemento di laterizio per muratura, in funzione del formato, del disegno, della percentuale di foratura, del tipo di argilla di base e per la presenza o meno di materiali di alleggerimento (nell'impasto ceramico), presenta specifiche caratteristiche di resistenza meccanica.

Se si mescolano, nella stessa parete, produzioni di diversa origine è del tutto improbabile che si riescano a rispettare le resistenze e

le caratteristiche prestazionali previste dal progetto. Inoltre, anche la deformabilità sotto carico è diversa da prodotto a prodotto: si hanno, infatti, diversi valori del modulo elastico quando cambiano i formati, i disegni e, soprattutto, le argille.

Ad esempio, se si impiegano mattoni tradizionali e blocchi alleggeriti in pasta, la porzione del muro realizzata con i blocchi si deformerà diversamente rispetto a quella fatta in mattoni, con conseguenti

risentimenti sul paramento murario e sull'integrità dell'intonaco.

Pertanto, è necessario che, soprattutto nelle murature con funzioni strutturali, le quote dei solai vengano raggiunte scegliendo la corretta dimensione dei mattoni o dei blocchi, il giusto spessore dei giunti orizzontali di malta ed eventualmente impiegando pezzi speciali con le stesse caratteristiche degli altri elementi utilizzati, evitando il ricorso a materiali disomogenei (fig. 16).

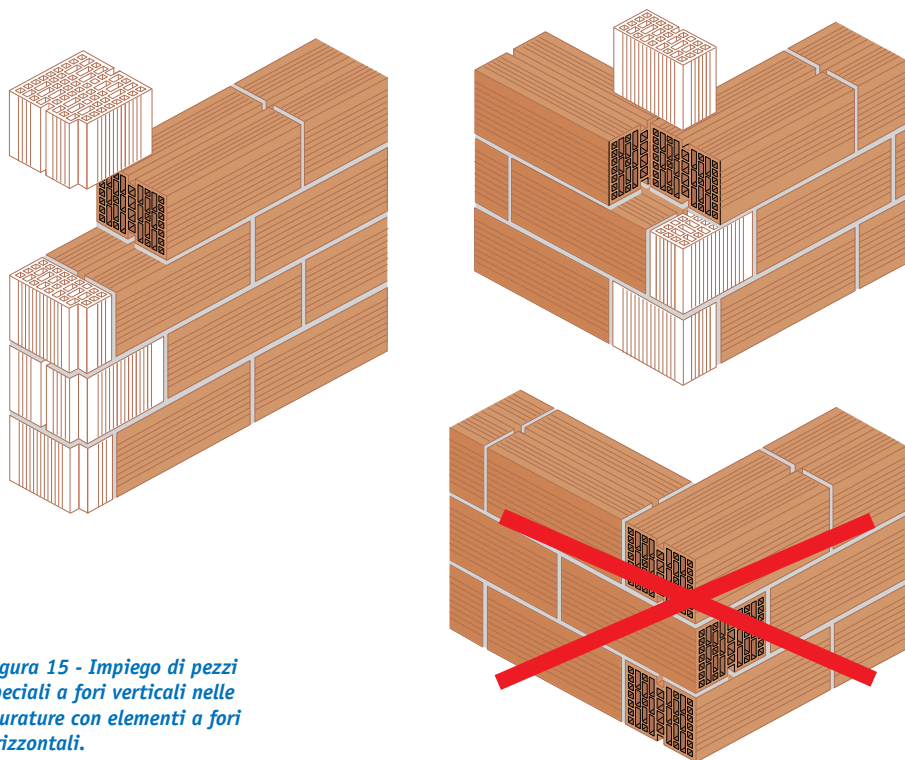


Figura 15 - Impiego di pezzi speciali a fori verticali nelle murature con elementi a fori orizzontali.

Costruzione del muro: formati e spessori

Oltre alla buona esecuzione, bisogna porre particolare attenzione al modo con cui si raggiungono, con i formati disponibili, gli spessori di muro previsti dal progetto.

Per quanto esuli dalle responsabilità esecutive, ma dipenda da una scelta progettuale legata anche ai risultati del calcolo strutturale, può essere utile ricordare che nei siti ricadenti in zona a pericolosità sismica "molto bassa" (zona 4, Classificazione sismica OPCM 3519/06), lo spessore minimo per le murature portanti non può essere inferiore a:

- 15 cm, per murature in elementi pieni
- 20 cm, per murature in elementi semipieni
- 24 cm, per murature in elementi forati.

Inoltre, il rapporto fra altezza di interpiano e spessore del muro (h_0/t , snellezza) non dovrà in nessun caso essere superiore a 20.

In particolare, per la progettazione nelle zone sismiche 3, 2, 1, lo spessore minimo degli elementi per muratura portante dovrà essere non inferiore a 24 cm.

I valori dello spessore del muro, riportati nella tabella di fig. 17, dovranno essere raggiunti utilizzando elementi reperibili in commercio che garantiscano, con

ampia sicurezza, il rispetto dei requisiti stabiliti dal progetto. A tale proposito, vale la pena ricordare che, ai fini della durabilità e dell'isolamento termico, il modestissimo maggior costo di qualche centimetro in più nello spessore del muro sarà ampiamente ripagato nel corso della vita utile dell'edificio, anche in termini di maggior comfort abitativo, oltre che di risparmio energetico.

Si riportano nella fig. 18 alcuni esempi di apparecchiature murarie monostrato eseguite con mattoni e blocchi in laterizio di corrente produzione per la realizzazione degli spessori di muro più frequenti.

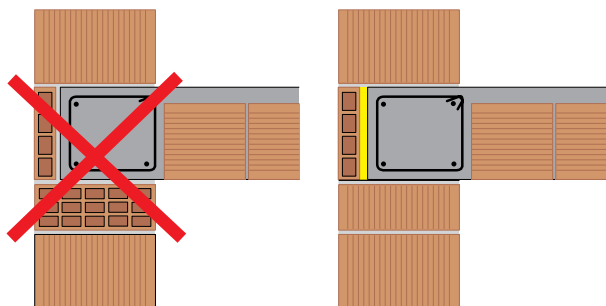


Figura 16 - Come raggiungere correttamente la quota del solaio (migliorando anche l'effetto di "ponte termico").

Tipologie costruttive	t_{min}	(h_0/t)	$(l/h')_{min}$
Muratura ordinaria con elementi artificiali, zone 3, 2, 1	240 mm	12	0,4
Muratura armata con elementi artificiali, zone 3, 2, 1	240 mm	15	qualsiasi
Muratura ordinaria con elementi forati, zona 4	240 mm	20	-
Muratura ordinaria con elementi artificiali semipieni, in zona 4	200 mm	20	0,3
Muratura ordinaria con elementi artificiali pieni, in zona 4	150 mm	20	0,3

Figura 17 - Requisiti delle pareti portanti resistenti ("Norme tecniche per le costruzioni", D.M. 14/01/08) dove: t_{min} è lo spessore minimo; h_0 l'altezza libera d'inflessione; t lo spessore al netto dell'intonaco; l la lunghezza; h' l'altezza massima delle aperture adiacenti.

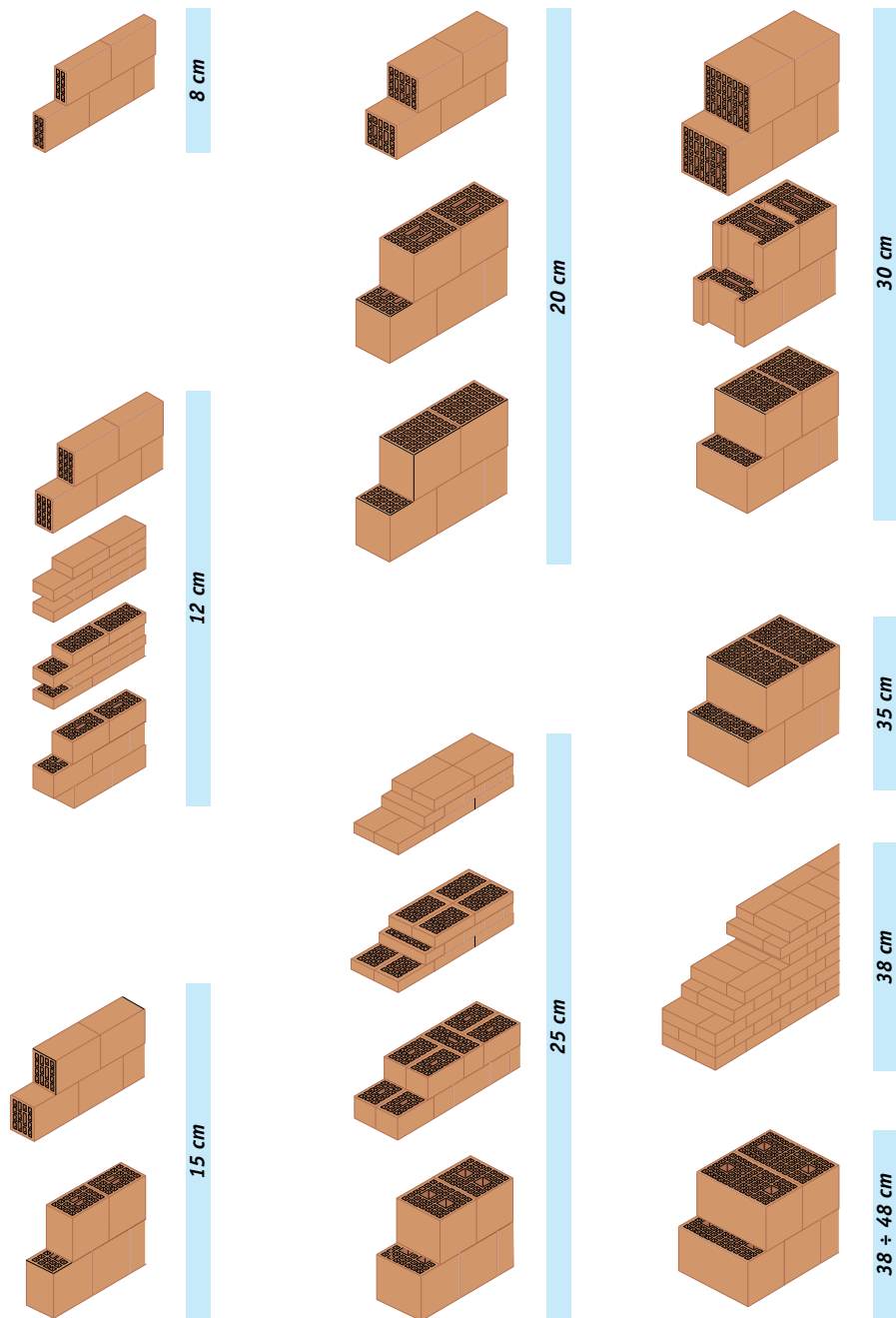


Figura 18 - Tipi di muratura mostrato in mattoni e blocchi di laterizio.

Muratura monostrato

La muratura monostrato è una struttura realizzata con mattoni tradizionali, in opera a una o più teste, o con blocchi a tutto spessore di muro (figg. 19 e 20). In particolare, nella muratura portante in mattoni o blocchi, gli elementi in laterizio assumono generalmente e contemporaneamente funzioni statiche, termoisolanti e di protezione acustica, ovviamente con diversi livelli di prestazione in funzione dello spessore,

della tecnologia costruttiva adottata e dei requisiti prestazionali richiesti.

In tutti i casi, inoltre, la muratura funge da supporto per la finitura superficiale di protezione (intonaco).

La muratura monostrato in blocchi di grande formato ha avuto un particolare sviluppo in seguito alla produzione di laterizio alleggerito in pasta, all'introduzione del giunto verticale ad incastro e alla produzione di elementi rettificati sulle facce di posa.

Muratura a doppio strato

A differenza della muratura monostrato, la muratura a doppio strato tende a "specializzare" la funzione svolta da ogni strato. È possibile individuare, nella generalità dei casi, quindi, uno strato di laterizio con caratteristiche isolanti o di finitura (*faccia a vista*), quando prevista (fig. 21).

I due strati possono essere divisi da una intercapedine contenente o meno un isolante termico specifico.

La posizione dello strato di laterizio portante (nelle soluzioni anche con funzioni strutturali) dipende dalla scelta progettuale.

In questo caso, prevedere lo strato portante all'interno, anche per l'appoggio del so-

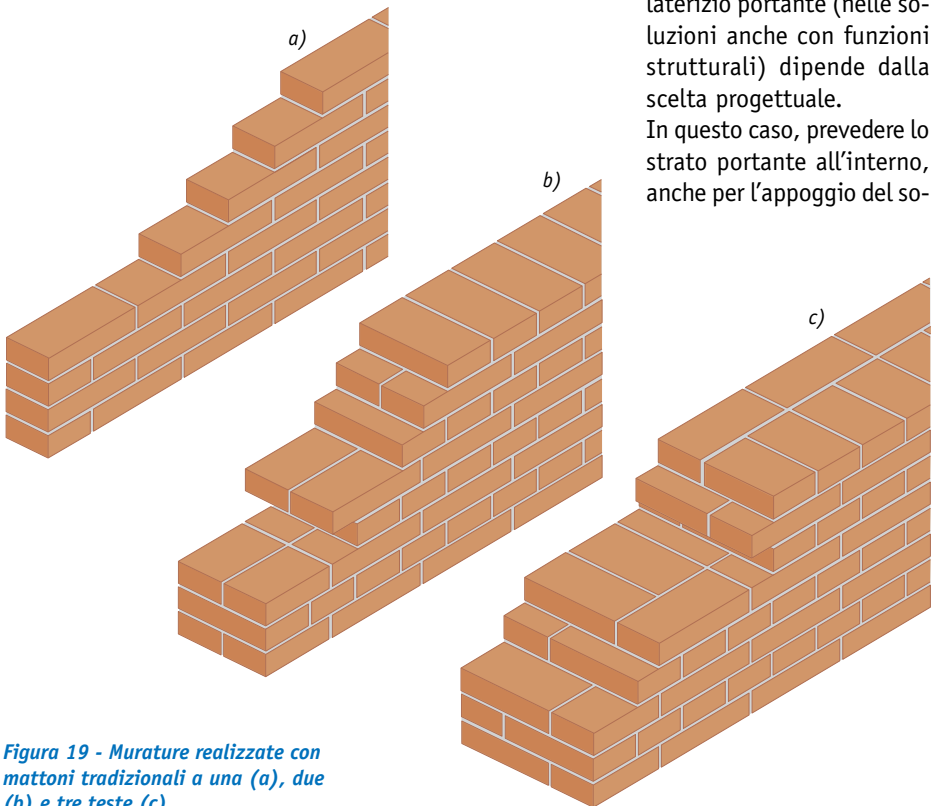


Figura 19 - Murature realizzate con mattoni tradizionali a una (a), due (b) e tre teste (c).

laio (con lo strato isolante nell'intercapedine), consente di utilizzare al meglio le caratteristiche di accumulo termico della parete, costituendo questa una soluzione particolarmente idonea all'uso continuativo dell'abitazione. Se la parete portante è all'esterno e l'isolamento termico (soprattutto se è previsto

l'utilizzo di isolanti specifici) è affidato allo strato interno, generalmente di modesto spessore e peso, si perderà l'apporto benefico dell'inerzia termica. A tale riguardo, sono ormai universalmente riconosciuti i vantaggi derivanti dalla presenza di un involucro verticale opaco dotato di idonea massa ai fini di una

minore domanda di energia, sia per il riscaldamento che per il raffrescamento degli spazi abitativi. È dimostrato, infatti, che l'inerzia termica svolge un ruolo positivo sia come effetto di smorzamento dell'ampiezza dell'onda termica, sia come sfasamento dell'onda stessa (fig. 22), a seguito del passaggio attraverso la parete costituente l'involucro esterno.

Una soluzione di frontiera opaca "massiva" (laterizio), caratterizzata da una buona inerzia termica, consente di assicurare un permanente benessere termico interno, soprattutto nel periodo estivo, limitando il ricorso ad energivori impianti di condizionamento, con un risparmio che può arrivare anche al 30% rispetto ad una soluzione "leggera", a parità di trasmittanza termica, ubicazione geografica e condizioni d'uso.

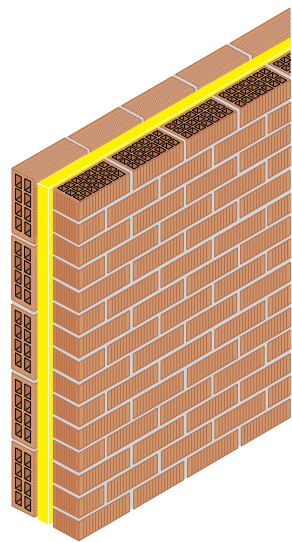
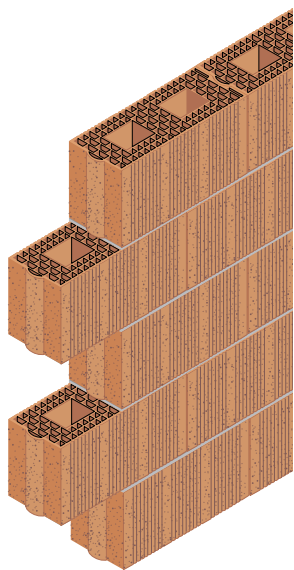


Figura 20 - Muratura mostrata con giunti verticali ad incastro.

Figura 21 - Muratura a doppio strato con intercapedine isolata.

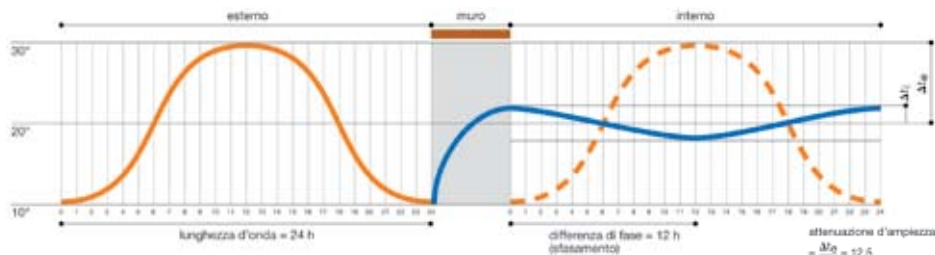


Figura 22 - Sfasamento e attenuazione dell'onda termica attraverso una soluzione di involucro "massiva".

Proprio per questo, numerose Amministrazioni Pubbliche hanno redatto disposizioni inerenti parametri ed indici edilizi che prevedono, nel calcolo della volumetria edificabile, lo "scomputo" dei maggiori spessori delle pareti perimetrali ed altre misure incentivanti il risparmio energetico, proprio per favorire la messa in opera di involucri edilizi più performanti dal punto di vista dell'isolamento termico, dell'inerzia termica e del comfort abitativo.

Alcune considerazioni sulle pareti a più strati

Per garantire durabilità alla costruzione, per tutte le pareti, sia monostrato che, soprattutto, a doppio strato, è necessario conoscere i limiti entro i quali si è certi di non avere condensazione interstiziale. Infatti, il vapore acqueo che si forma all'interno dell'abitazione, per la presenza degli occupanti e per le attività che essi vi svolgono, migra verso l'esterno, attraversando la parete. In determinate condizioni di pressione e di temperatura, il vapore può condensare accumulando acqua all'interno della struttura. Si ha, di conseguenza, un netto decadimento delle prestazioni di isolamento

termico e, in caso di gelo, il rischio di sfogliature e rotture dovute all'aumento di volume dell'acqua.

La formazione di muffe all'interno degli spazi abitati, inoltre, può rappresentare un forte decadimento dei livelli di comfort e di salubrità ambientale, soprattutto in presenza di un insufficiente ricambio dei volumi d'aria. In queste circostanze, il laterizio è in grado di svolgere un importante ruolo di volano igroscopico assorbendo le "punte" di umidità presenti negli ambienti e rilasciandole successiva-

mente, avendo un "tasso d'equilibrio" estremamente basso (circa 1%).

Dal punto di vista strutturale, quando si realizzano murature a doppio strato con intercapedine e si impiegano, nell'esecuzione dei due strati, elementi di laterizio con formati e caratteristiche meccaniche diverse, una sola parete dovrà essere considerata portante. Solo su di essa, dunque, rispettando le specifiche e gli spessori richiesti dalla normativa, dovranno gravare tutti i carichi strutturali (ad esempio, solai e relativi cordoli).

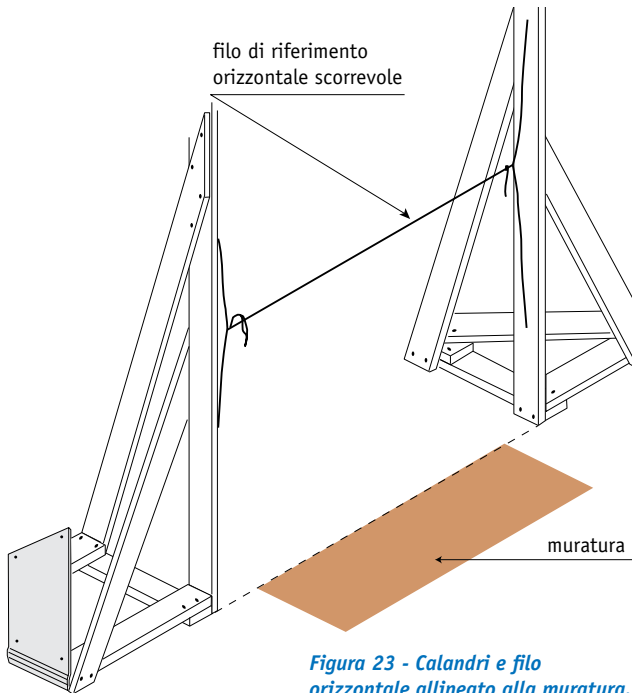


Figura 23 - Calandri e filo orizzontale allineato alla muratura.

Cure durante l'esecuzione

I giunti di malta (quando previsti) devono essere il più possibile regolari e riempiti con cura fino al bordo esterno; i corsi devono essere orizzontali e paralleli e gli spigoli risultare perfettamente verticali.

Devono, inoltre, essere rispettate alcune regole esecutive che, pur potendo leggermente differire per tradizioni locali, sono riassumibili come segue:

- delimitare inizialmente la posizione del muro per mezzo di un filo teso (fig. 23) in corrispondenza del bordo esterno della muratura (per murature con intercapedine saranno necessari due fili);
- fissare due aste verticali (*calandri*) alle estremità del muro da costruire. Fra i *calandri* si tenderà un filo, parallelo al piano di

livello, che costituirà l'allineamento per i corsi dei mattoni o dei blocchi; in una struttura intelaiata i pilastri fungeranno da *calandri*;

- disporre "a secco" la prima fila di elementi per verificare la larghezza dei giunti verticali e la necessità di pezzi speciali;
- bagnare il piano di appoggio;
- tendere il filo fra i *calandri* in corrispondenza dell'altezza del primo corso, comprensiva del giunto orizzontale di malta (per un blocco, ad esempio: 19 cm + 1 cm di malta);
- stendere il primo strato di malta;
- posizionare gli elementi in laterizio, dopo averli bagnati, assestandoli sulla malta con piccoli colpi di cazzuola o, nel caso

di blocchi, di martello di gomma;

- sollevare il filo all'altezza del secondo corso;
- si procede poi alla stesa della malta e alla posa degli elementi, curando il loro allineamento sul filo teso tra i *calandri* e l'esatto sfasamento dei giunti;
- i corsi successivi si costruiscono nella maniera già descritta;
- periodicamente, controllare l'orizzontalità dei corsi, la planarità della facce della parete, la verticalità degli spigoli;
- a fine giornata, proteggere il lavoro con teli di plastica per conservare un ambiente umido che favorisca la presa della malta;
- proteggere sempre la muratura dalla pioggia con analoghi sistemi, in modo che l'acqua non dilavi la malta, che non ha ancora completato la presa, e ne riduca la resistenza (fig. 24):
- sospendere il lavoro quando la temperatura scende al di sotto dei 5°C.

Nella elevazione dei muri di un edificio, si deve sempre procedere di pari passo per tutte le pareti, affinché queste, come anche il terreno di fondazione, risultino egualmente caricate.

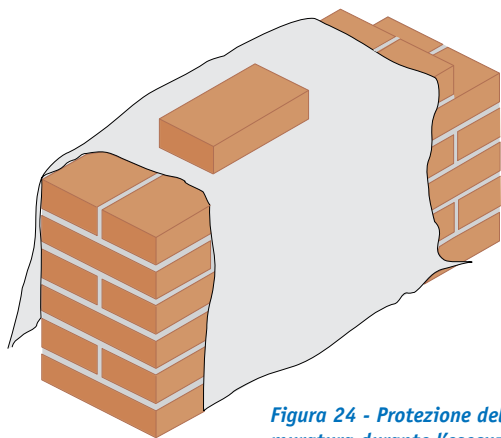


Figura 24 - Protezione della muratura durante l'esecuzione.

Alcune regole dimenticate

Compatibilità fra i materiali impiegati

Normalmente, nelle costruzioni convivono materiali diversi, ognuno dei quali presenta uno specifico comportamento: in particolare, sono diverse le relative deformazioni termiche; i calcestruzzi presentano ritiri idraulici anche sensibili; le barre di armatura (nel caso di muratura armata o di elementi strutturali complementari dei cordoli, delle solette, degli architravi) trasferiscono alla struttura in muratura sollecitazioni che chi progetta non può ignorare e chi esegue non può trascurare. È certo essenziale che siano previsti giunti di dilatazione strutturali e di spostamento, ma la stessa attenzione va posta su tutti gli altri punti particolari nei quali sono presenti più materiali. È questo il caso degli architravi di porte e finestre, generalmente in acciaio, in calcestruzzo o in laterizio armato, che devono essere liberi di muoversi per dilatazioni termiche senza interferire con la muratura, e delle zone isolate con prodotti specifici, ad esempio in corrispondenza dei cassonetti delle finestre, dove la

diversa resistenza termica dei materiali adottati può causare piccole lesioni negli intonaci.

Quando le dimensioni sono rilevanti, e comunque per luci superiori a $1,2 \div 1,5$ m, gli architravi devono avere la possibilità di "assestamenti" indipendentemente dalla struttura in muratura. Sarà necessario, quindi, lasciare un adeguato spazio libero di almeno 10 mm per consentire tale movimento. È essenziale, per una efficace messa in opera, al fine di evitare lesioni sulla muratura di appoggio, assicurare al manufatto una base di appoggio di almeno $20 \div 25$ cm per lato; naturalmente, bisognerà poi procedere alla relativa sigillatura. Nel caso di architravi prefabbricati, sarà essenziale accertare che questi abbiano esaurito completamente il ritiro idraulico (di produzione) prima di essere inseriti nella muratura, in modo da evitare, successivamente, fessurazioni dovute al ritiro stesso.

Particolare attenzione deve essere dedicata, inoltre, alla realizzazione del tamponamento di telai in calcestruzzo.

La linea di contatto fra struttura in cemento ar-

mato e tamponamento in laterizio può essere zona di fessurazioni causate dal diverso coefficiente di dilatazione termica fra i due materiali, soprattutto in presenza di parti soleggiate e con tinteggiatura scura. Gli effetti delle dilatazioni termiche possono essere ridotti operando secondo due principi distinti:

- evidenziando le zone di distacco, facendo cioè in modo che la fessura si verifichi in punti prestabiliti;
- opponendosi alla fessurazione localizzata.

Nel primo caso, sarà necessario delineare la linea di contatto fra struttura e muratura, appoggiando il tamponamento su di un materiale comprimibile e sigillante e interponendo fra pilastri e muratura un materiale deformabile e ugualmente sigillante: gli strati di sigillatura saranno così in grado di accettare le differenti deformazioni termiche dei materiali e, mantenendosi integri, eviteranno la penetrazione di acqua meteorica.

Nel secondo caso, invece, non volendo che si evidenzii la zona di giunzione fra pilastri e tamponamento, si inserirà nell'intonaco una

sottile rete metallica, o in fibra di vetro, estesa fino a 20 ÷ 30 cm oltre la zona interessata da possibili lesioni (fig. 25).

Nel caso in cui la muratura di tamponamento "foderi" esternamente la struttura in calcestruzzo, i rischi sono certamente minori, ma è sempre bene applicare comunque gli stessi accorgimenti.

È fondamentale, anche per rispettare quanto previsto dalla specifica normativa, risolvere in modo efficace il "ponte termico" costituito dai pilastri e dai cordoli dei piani.

Collegamento dei muri e dei solai

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 prescrive che le costruzioni in muratura portante debbano essere realizzate con sistemi costruttivi in grado di sopportare azioni verticali ed orizzontali, collegati tra di loro da strutture di impalcato, orizzontali ai piani ed eventualmente inclinate in copertura, e da opere di fondazione.

I solai devono, quindi, essere di adeguata resistenza e rigidità e collegati ai muri mediante cordoli; il ricorso alla soletta armata,

in particolare, è esplicitamente richiesto dalla normativa.

In particolare, all'intersezione tra solai e pareti, ad ogni piano, deve essere realizzato un cordolo di altezza minima pari a quella del solaio e larghezza almeno uguale allo spessore del muro, con arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. Per l'armatura longitudinale è prescritta un'area minima di 8 cm² e un diametro non inferiore a 6 mm/25" per le staffe.

Queste prescrizioni, corrette dal punto di vista strutturale, possono però causare qualche inconveniente alle pareti in muratura. Infatti, se il calcestruzzo della soletta è gettato con un rapporto acqua/cemento troppo elevato o risulta essere di granulometria fine, oppure se non è sufficientemente protetto in fase di maturazione, possono avere luogo ritiri molto elevati. Poiché la soletta è armata, tali ritiri non sono in grado di annullarsi localmente, all'interno della soletta stessa, ma necessariamente vanno a scaricarsi in corrispondenza del nodo muro-cordolo-solaio.

Allo stesso modo, se un solaio è troppo deformabile, la sua deformazione può causare una rotazione agli

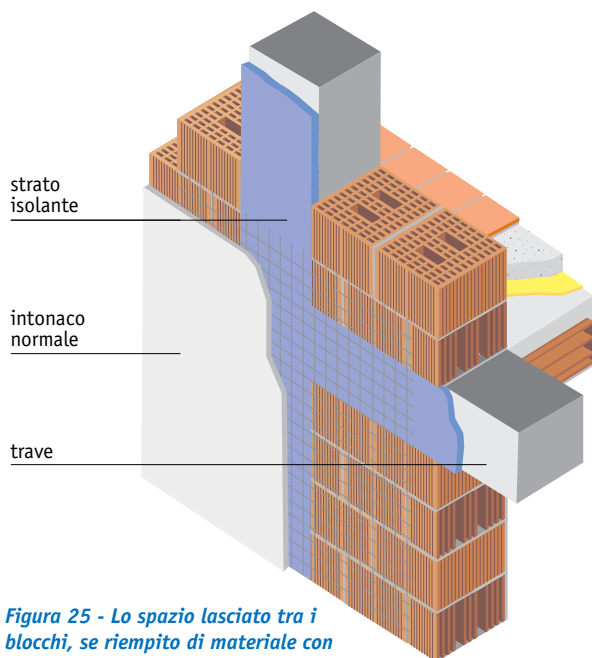


Figura 25 - Lo spazio lasciato tra i blocchi, se riempito di materiale con bassa conducibilità termica e buona permeabilità al vapore, migliora sensibilmente il comportamento termoigrometrico della zona pilastro-muro.

appoggi che tenderà a sollevare il cordolo, o a scaricarlo eccentricamente, staccandolo dalla muratura sottostante.

Bisognerà quindi assicurarsi che:

- la posa dei laterizi sia eseguita con un giusto sfalsamento degli elementi, adottando giunti di malta di spessore costante e regolare;
- i laterizi siano adeguatamente bagnati, in modo che risulti massima la loro adesione con la malta;
- i solai siano opportunamente rigidi e quindi di altezza adeguata (anche superiore a 1/25 o 1/30 della luce, a seconda che si impieghino solai ad armatura lenta o precompressi, valori questi da intendersi come limite inferiore di riferimento);
- la soletta in calcestruzzo sia protetta dall'irraggiamento diretto o comunque sia bagnata a sufficienza per i primi giorni dopo il getto, in modo da contenere il valore finale del ritiro;
- fra muratura e cordolo sia interposta una guaina o altro mezzo che impedisca la penetrazione del getto all'interno dei fori dei blocchi e consenta la libertà di piccoli movimenti (fig. 26);

- la continuità della soletta sia interrotta con un giunto realizzato, ad esempio, evitando la sovrapposizione fra pannelli di rete adiacenti.

E' anche consigliabile rivestire esternamente il cordolo con materiali omogenei con il paramento murario, ad esempio con tavelle in laterizio, che garantiscano la continuità della parete, messi in opera a struttura ultimata, più precisamente quando muro e solaio hanno esaurito la maggior parte dei previsti movimenti di assestamento.

Fra l'altro, come già sottolineato in precedenza, il rivestimento del cordolo in c.a. migliora anche le prestazioni termiche del fabbricato, contenendo o annullando l'effetto di "ponte termico" e, quindi, riducendo o annullando il rischio di formazioni di condense o di muffe localizzate. E' anche opportuno che i solai siano orditi in modo da caricare il più uniformemente possibile le murature. Questo si può realizzare, ad esempio, alternando la direzione di orditura dei solai ai vari piani.

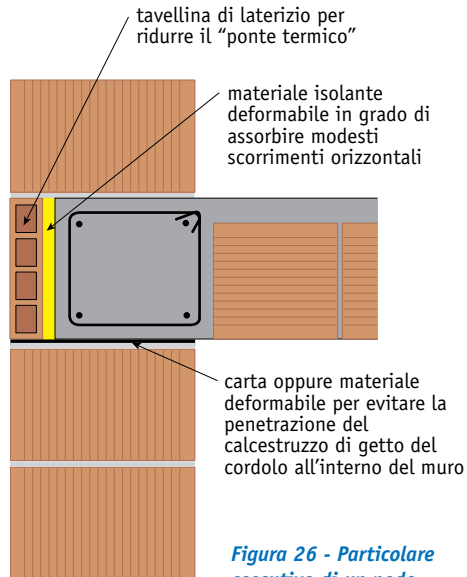


Figura 26 - Particolare esecutivo di un nodo muro-cordolo-solaio.

Intonaci

Un buon intonaco su pareti in laterizio va applicato nel rispetto dei magisteri tradizionali, indipendentemente dalla tipologia usata (preparato in cantiere o premiscelato in stabilimento). Devono essere stesi due, o meglio tre strati complessivamente (fig. 27), di cui il primo con funzione di aggrappaggio (*rinzafo*), il secondo per realizzare l'opportuno spessore (*corpo* o *arriccio*) e il terzo di finitura (*stabilitura* o *finitura*).

Il *rinzafo*, preparato con inerti a granulometria più grossa e con elevato dosaggio di leganti, regolarizza il supporto e lo prepara in modo da assicurare una buona aderenza agli strati successivi.

Nel secondo strato, con prevalenti funzioni di tenuta e di impermeabilità, gli inerti sono più fini e il dosaggio di leganti è minore, in modo da limitare il ritiro.

Per il terzo strato, infine, avente una funzione estetica di *finitura*, si impiega sabbia fine, calce e cemento. Prima di essere usato come supporto degli strati successivi, il *rinzafo* deve avere il tempo necessario per raggiungere le giuste caratteristiche di resistenza e di maturazione. La parete in laterizio deve essere

preventivamente bagnata: bisogna ricordare che pareti eccessivamente calde, soleggiate o battute dal vento e in condizioni di bassa umidità relativa dell'aria non si trovano certo in condizioni ideali per eseguire buone intonacature.

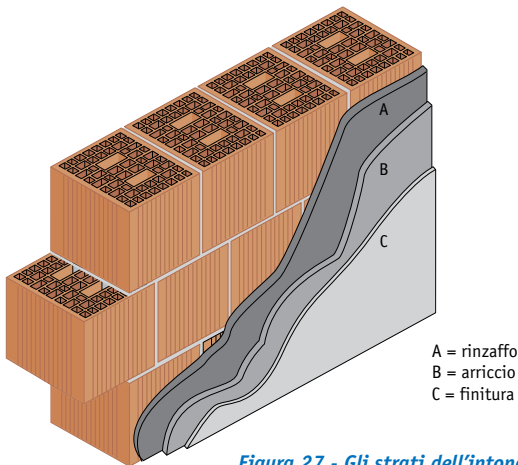
Queste cure devono essere applicate con una attenzione ancora maggiore quando si è in presenza di laterizio caratterizzato da un elevato assorbimento d'acqua.

In sintesi, quindi, per avere una parete ben intonacata è necessario:

- costruire la muratura con giunti di malta verticali e orizzontali ben costipati, senza vuoti o rientranze rispetto agli elementi in laterizio;
- bagnare il supporto in muratura;
- realizzare un intonaco a due o meglio a tre strati;

- porre particolare attenzione alle condizioni ambientali evitando di operare con temperature troppo elevate o troppo basse, vento, aria ambiente molto asciutta (le condizioni ideali possono variare fra i 5 e i 20°C, con una umidità relativa pari al 50% circa);
- consentire la maturazione del *rinzafo* prima di posare gli strati successivi;
- mantenere bagnato l'intonaco per alcuni giorni;
- tinteggiare solo a indurimento avvenuto.

Queste attenzioni devono essere applicate anche alle pareti realizzate con elementi in laterizio alleggerito in pasta, in quanto quest'ultimo può avere valori di assorbimento d'acqua superiori di qualche punto percentuale rispetto a quelli del laterizio normale.



A = rinzafo
B = arriccio
C = finitura

Figura 27 - Gli strati dell'intonaco.

Nel caso in cui si usi un intonaco premiscelato da stendere in un solo strato, è possibile concentrare in un'unica soluzione più prestazioni, riducendo, anche notevolmente, i tempi di esecuzione. E' necessario, pertanto, richiedere al produttore le specifiche indicazioni di posa in opera. Tuttavia, anche per i premiscelati, è ormai consuetudine realizzare prima un *rinzaffo*, a mano o a macchina, e successivamente un intonaco di sottofondo con trattamento di *finitura* superficiale. Non va poi dimenticato che la muratura in laterizio "respira", ossia è facilmente attraversata dal vapore che migra dall'interno verso l'esterno dell'ambiente abitato, come già si è detto in precedenza. Bisogna, quindi, evitare nel modo più assoluto l'impiego di strati superficiali caratterizzati da bassa permeabilità al vapore, i quali, bloccandone la migrazione, creerebbero pericolosi ristagni di vapore. Inconvenienti prevedibili possono essere la formazione di bolle e distacchi dell'intonaco o, in periodo invernale, la formazione di acqua e di ghiaccio, con le conseguenze facilmente immaginabili per la durabilità della *finitura* esterna.

Rivestimento con listelli faccia a vista

Le murature possono essere rivestite, in alternativa all'intonaco, con listelli in laterizio faccia a vista, sia estrusi che in pasta molle. Questi sono caratterizzati dal sottile spessore, in genere 2 ÷ 3 cm fino ad un massimo di 6 cm (mezzo mattone). Tali rivestimenti si prestano per la protezione e la finitura estetica delle murature, in interventi nuovi o di recupero, assicurando lunga durata ed assenza di manutenzione. I listelli possono presentare sulle facce interne nervature o dentelli a coda di rondine per migliorarne l'ancoraggio al supporto murario, che può avvenire tramite posa con malta o colla. La gamma è completata dai listelli angolari che danno alle murature lo stesso aspetto di quelle costruite con mattoni interi. Si consiglia di pulire il rivestimento mano a mano che si realizza intervenendo



Figura 28 - Rivestimento con listelli faccia a vista.

sugli eventuali schizzi (o colature) quando ancora sono freschi.

In ogni caso, la posa in opera verrà eseguita attenendosi alle specifiche indicazioni dei produttori.

Quando e come abitare una casa in laterizio

Per poter assicurare il comfort ottimale all'interno di una nuova costruzione, la muratura deve aver smaltito tutta l'umidità in eccesso dovuta alle varie fasi di realizzazione. Appena eseguita, infatti, la muratura contiene una quantità di acqua pari a circa il 15% del proprio peso. Va poi considerata l'acqua portata dall'intonaco, l'acqua meteorica accumulata durante l'esecuzione dell'opera, l'acqua delle tinteggiature, ecc. Pertanto, a copertura finita, bisognerà lasciare l'edificio per qualche tempo in condizioni di massima ventilazione, evitando l'applicazione di materiali che richiedano ambienti o superfici con limitata umidità.

Se non si eseguiranno queste poche e semplici regole, la casa sarà abitata quando ancora le pareti non potranno garantire, per la presenza di umidità, le caratteristiche di isolamento termico richieste dal progetto.



Via A. Torlonia, 15 - 00161 Roma
Tel. 0644236926 - Fax 0644237930
andil@laterizio.it



PRODOTTORE
www.laterizio.it
©2010