

I quaderni del Consorzio Alveolater® **2**

A cura di Giorgio Zanarini

Le murature dall'A alla Z

Tutti i termini sui laterizi e murature,
il loro significato e glossario
in cinque lingue



 **alveolater®**

Denominazione impiegata in passato per definire i laterizi poco cotti, porosi e friabili e con sonorità cupa.

Alleggerimento

Si possono distinguere due modalità di alleggerimento dei prodotti in laterizio:

- l'alleggerimento mediante foratura, che consente di ottenere materiali pieni, semipieni o forati con riferimento alle norme e ai decreti di legge;
- l'alleggerimento mediante miscelazione, alla materia prima di base, di materiali combustibili di varia natura e provenienza allo scopo di ridurre il peso specifico dell'argilla.

L'alleggerimento mediante foratura è applicato a tutti i prodotti in laterizio ad esclusione di tegole, coppi e mattoni pieni tradizionali. E' quindi applicato a blocchi per solaio, per tramezzature, per pareti di tamponamento, per murature portanti ecc.

La riduzione del peso specifico dell'argilla è applicata generalmente a laterizi di grande formato, semipieni o forati. Questi laterizi vengono definiti anche "alveolati" (Uni 8942) o "alleggeriti in pasta" (D.M. 20/11/87) o, genericamente, "porizzati".

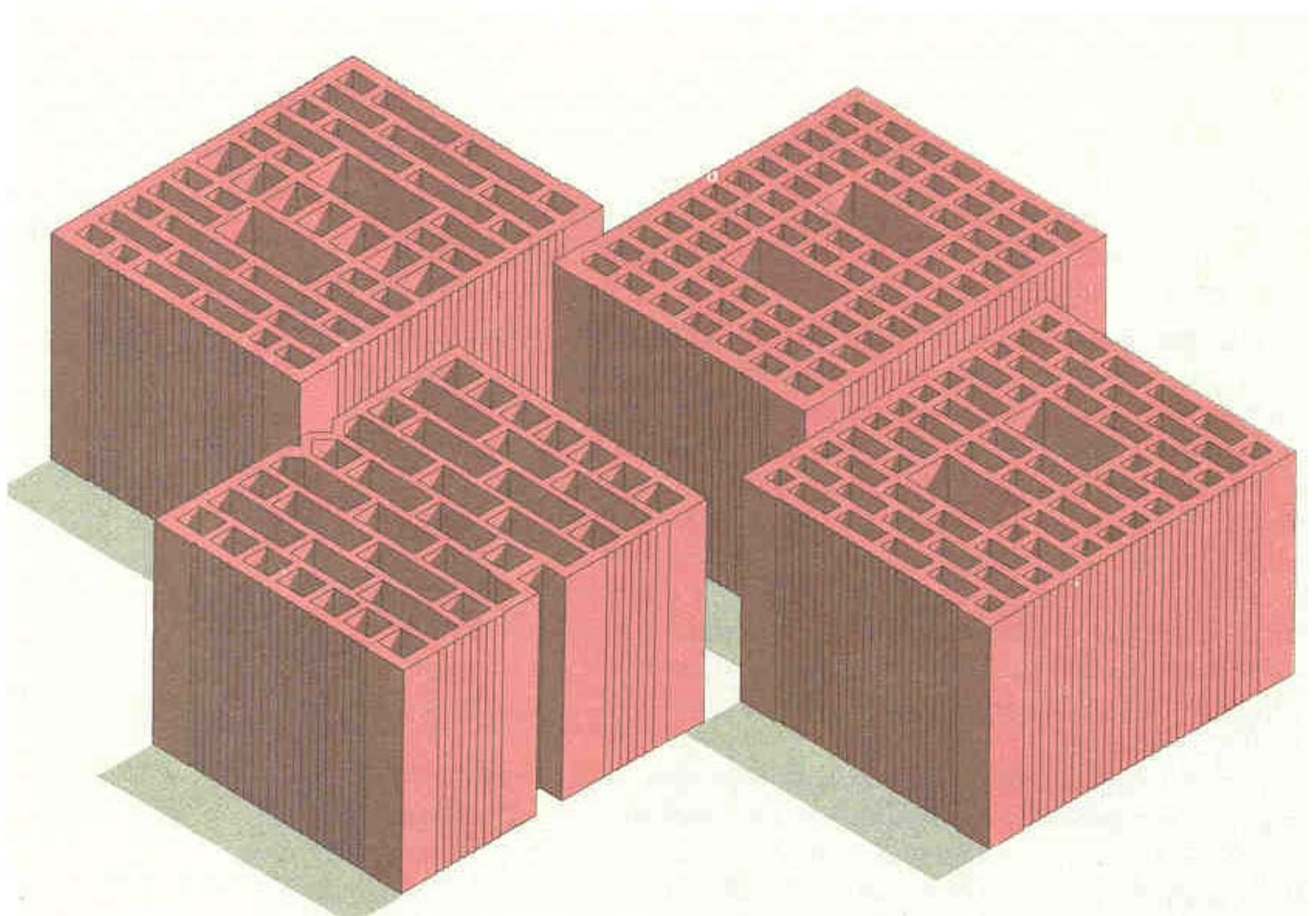
I materiali combustibili (segatura, polistirolo) dopo cottura lasciano cavità (alveoli) vuote, fra loro non comunicanti, che alleggeriscono il manufatto e migliorano le caratteristiche termiche dell'argilla.

E' possibile miscelare all'argilla anche materiali inorganici (ad esempio perlite). In questo caso non si hanno più alveoli, ma inclusioni di materiali leggeri. A questi laterizi innovativi va applicata la definizione di "laterizi alleggeriti in pasta".

Alveolater®

Alveolater® è un sistema completo di elementi in laterizio alveolato che si articola in quattro categorie in funzione della percentuale di foratura del laterizio e del campo di impiego dei blocchi.

- Alveolater® 45: blocchi con percentuale di foratura non superiore al 45%; sono pertanto blocchi artificiali semipieni (secondo il D.M. 20/11/87 e il D.M. 16/1/96) con classificazione BSA 11-31 secondo Uni 8942, idonei per ogni tipo di muratura portante, anche in zona sismica.
- Alveolater® 50: blocchi con percentuale di foratura compresa fra il 45 e il 50 %; sono blocchi artificiali forati (D.M.20/11/87) con classificazione Uni BSB 11-31, idonei per murature portanti in zone non sismiche.



Alcuni esempi di blocchi a disegno unificato delle classi Alveolater® 45, 50, 55 e 60.

- Alveolater° 55: blocchi con percentuale di foratura compresa fra il 50 e il 55 %; hanno ancora classificazione BSB 11-31 e sono idonei sia per muratura portante, nei limiti previsti dal D.M. 20/11/87, sia per muratura di tamponamento con posa in opera a fori verticali.
- Alveolater° 60: blocchi con percentuale di foratura superiore al 55%, fino a un massimo di 70%. Classificazione Uni BF 11-31 (impiego esclusivo per tamponamento, a fori orizzontali) ovvero BF 00-31 (impiego esclusivo per tamponamento, a fori verticali).

Alveolo

Cavità vuota all'interno del laterizio, contenente solo aria, e generata dalla combustione dei materiali di alleggerimento mescolati all'argilla durante la lavorazione. Gli alveoli dovuti alla gasificazione del polistirolo hanno forma sostanzialmente sferica. Gli alveoli prodotti dalla combustione di segatura, sansa di olive, ecc. hanno forma generalmente allungata.

Secondo le norme Uni 8942, è definito prodotto di laterizio alveolato per murature, o prodotto con massa alveolata, un laterizio realizzato con argilla di peso specifico $\leq 1450 \text{ kg/m}^3$ nella quale siano presenti alveoli vuoti non comunicanti fra loro, diffusi uniformemente nella massa, con diametro massimo minore di 2,5 mm. Assumendo quindi una densità apparente di 1450 kg/m^3 la massa volumica dei blocchi varia, in funzione della percentuale di foratura, da 870 kg/m^3 (percentuale di foratura $F/A=40\%$) a 800 kg/m^3 ($F/A=45\%$) a 725 kg/m^3 ($F/A=50\%$) a 580 kg/m^3 ($F/A=60\%$). E' ammessa una tolleranza sulla massa volumica e sulla percentuale di foratura: queste tolleranze devono essere viste congiuntamente, in modo che la densità apparente di 1450 kg/m^3 sia sempre rispettata.

Prendendo a riferimento un blocco $30 \times 25 \times 19$ con il 45 per cento di foratura, con densità di 1450 kg/m^3 , il peso sarà di $[1450 \times 0.25 \times 0.30 \times 0.19 \times (1 - 0.45)] = 11,36 \text{ kg}$. Nel caso la foratura aumenti di 2 punti, passando al 47 per cento, il peso sarà di $10,95$, circa pari all'8 % in meno; se la foratura cala di 5 punti (40 %) il peso crescerà a $12,40$ (+ 8%)

Le definizioni utilizzate, richiamate nella tabella 4 della norma non sono tuttavia corrette, e differiscono dalle definizioni date al punto 7 parte 3°, nel quale è giustamente definita massa volumica il valore 1450 kg/m^3 (peso specifico dell'impasto cotto) e densità apparente il valore vuoto per pieno (vedi anche la voce Massa Volumica).

Il Consorzio Alveolater° ha ritenuto di applicare al peso di 1450 kg/m^3 la tolleranza dell'8% (prevista alla voce massa volumica), per tenere conto della grande variabilità del peso specifico delle argille impiegate per la produzione di laterizio alveolato, lasciando alle certificazioni dei laboratori ufficiali il compito di stabilire le prestazioni meccaniche e termiche del blocco di ogni singolo produttore, che il progettista prenderà a riferimento per le calcolazioni statiche e termoigrometriche.

Ancoraggi *(Collegamenti fra due pareti realizzati con fili metallici)*

Secondo una consuetudine largamente diffusa in Germania, nelle murature a doppia parete con intercapedine, lo strato esterno viene collegato a quello interno mediante ancoraggi costituiti da fili metallici di diametro non inferiore a 3 mm, in acciaio inossidabile.

Il numero di tali collegamenti non deve essere inferiore a 5 (cinque) per m^2 di parete. La distanza in verticale fra i collegamenti non deve essere superiore a 30 cm; in orizzontale non deve superare i 75 cm.

I collegamenti metallici devono avere forma tale da evitare che la condensa, eventualmente formatasi, raggiunga la parete interna. Possono essere impiegate anche graffe rigide o semirigide, realizzate con spessori piuttosto consistenti e annegate nel giunto di malta per almeno 5 cm. In questo caso la distanza in verticale fra i collegamenti non deve essere superiore a 45 cm; in orizzontale non deve superare i 90 cm.

Architrave

Vedi Piattabanda

Argilla

Si indica comunemente con "argilla" la materia prima per la produzione dei laterizi.

In effetti l'argilla è uno dei componenti delle terre per la produzione di laterizi e terrecotte in genere.

Le terre o materiali argillosi sono composti da:

- a) argilla propriamente detta;
- b) scheletro di materiale a dimensione granulometrica più grossolana, che si comporta come inerte;
- c) impurità di varia origine;
- d) sostanze chimiche diverse.
- e) acqua.

Le argille vere e proprie sono costituite da composti complessi di silice, allumina e acqua e sono caratterizzate dalla estrema finezza delle particelle, mai superiori a 20 μ e per la maggior parte inferiori a 2 μ .

Nelle materie prime per laterizi, la frazione $< 2\mu$ è generalmente variabile dal 15 al 30%, eccezionalmente 45% in peso.

Lo scheletro è costituito da:

- **quarzo**, comunemente conosciuto come silice libera SiO_2 o sabbia silicea, in percentuale variabile dal 15 al 30%, con granulometria per la massima parte superiore a 20 μ fino a un massimo di 200 μ . Durante la cottura, sia in fase di riscaldamento che di raffreddamento, a 570 °C circa il quarzo trasforma il reticolo cristallino con sensibile variazione di volume, rispettivamente in aumento e in contrazione;
- **carbonati di calcio e magnesio** CaCO_3 e MgCO_3 . Più frequente è la presenza di carbonati di calcio. I carbonati possono essere presenti in granulometria molto fine, più grossolana (calcinelli) o come resti di fossili. Le percentuali di carbonati variano dal 5 al 25%;
- **ossidi metallici** ferrico (Fe_2O_3) ferroso (FeO) ossidi di sodio e potassio (Na_2O K_2O). All'ossido ferrico è dovuta la particolare colorazione (generalmente rossa - cfr. anche la voce "Colore") dei laterizi;

- **feldspati** (composti a base silico-alluminosa) e **miche**.

Fra le sostanze chimiche diverse sono frequenti i composti facilmente solubili (solfati di sodio, magnesio, potassio, calcio). Le efflorescenze (sottile patina biancastra che compare sulla superficie dei laterizi) sono generalmente dovute a solfati solubili. Eccezionalmente possono essere presenti anche Fluoro e Cloro. Anche l'acqua è un componente essenziale.

Si distinguono:

- l'acqua di impasto o di idratazione, che si elimina durante l'essiccamento (fase che precede la cottura);
- l'acqua di costituzione, che si elimina solo ad alte temperature, in cottura;
- l'acqua zeolitica, racchiusa nei vuoti del reticolo di alcune strutture cristalline;
- l'acqua di cristallizzazione, che fa parte del reticolo cristallino delle particelle argillose. La sua eliminazione costituisce una trasformazione irreversibile.

Aspetto (Prova di -)

La prova di aspetto prevista dalle norme Uni 8942/1986 **per laterizi comuni o con massa alveolata** consiste nel sottoporre a esame visivo 125 elementi prelevati con criterio di casualità dalle giacenze di magazzino (nel caso di controllo di accettazione effettuato alla consegna del materiale) o al termine del ciclo di produzione (nel caso di autocontrollo).

Ai fini dell'accettazione, nei prodotti **a fori verticali**, pieni e semipieni, sono ammesse:

- 1 fessura interna nella direzione dei fori interessante tutta la dimensione dell'elemento per elementi con sezione fino a 700 cm²; due fessure per sezioni maggior di 700 cm²;
- 4 fessure nella direzione dei fori sulle pareti esterne, non maggiori del 20% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa;
- 2 fessure ortogonali alla direzione dei fori sulle pareti e sulle facce esterne, non maggiori del 10% della dimensione dell'elemento misurata secondo la direzione della fessura stessa (due fessure concorrenti in uno spigolo, ai fini del computo, sono da considerarsi come una sola).

In ogni caso il numero totale delle fessure ammesse sulla superficie esterna complessiva dell'elemento non deve superare il valore di 4.

Non sono da considerarsi nel computo lesioni aventi una estensione $\leq 5\%$ della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della lesione stessa.

Nei **prodotti a fori orizzontali**, blocchi semipieni, mattoni e blocchi forati, fessure aventi una estensione $\leq 20\%$ della

lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione della fessura stessa, non costituiscono motivo di rifiuto.

Il numero delle fessure interne di lunghezza maggiore (> 20%) tollerato per ciascun elemento è riportato nel prospetto. Sulla superficie esterna non sono ammesse fessure con estensione maggiore del 20% della lunghezza dell'elemento, misurata secondo la direzione delle fessura stessa.

Setti tagliati da un piano orizzontale ⁽¹⁾	Numero max fessure interne trasversali ⁽²⁾	Numero max fessure interne longitudinali ⁽²⁾	Numero totale max fessure interne ⁽³⁾
2	1	0	1
3	1	1	1
4	1	1	2
5 e più	1	2	3

⁽¹⁾ Due fessure interessanti due facce contigue e concorrenti nello spigolo comune alle due facce, ai fini del computo, sono da considerarsi come una sola.

⁽²⁾ Il numero figurante nella quarta colonna non è necessariamente uguale alla somma dei numeri figuranti nella seconda e nella terza.

⁽³⁾ Per "setti tagliati da un piano orizzontale" si intende il numero di setti che vengono intersecati da un piano ideale parallelo al piano di posa del blocco stesso.

La prima colonna del prospetto III Appendice B delle norme riporta, tra parentesi, anche l'intestazione "numero di file parallele a quello di posa" dove "quello" è da correlare con "piano", e quindi "numero di file di setti parallele al piano di posa del blocco". Evidentemente quindi un blocco con posa in opera a fori orizzontali va esaminato sia per il numero di setti verticali sia per il numero di file di setti orizzontali. Pertanto un blocco con 2 setti verticali e 5 file di setti orizzontali potrà avere al massimo 1 fessura trasversale e 2 fessure longitudinali. Va precisato che si parla soltanto di "setti" e non di "pareti". Non sono poi tollerate, sulla superficie degli elementi, protuberanze o scagliature di diametro medio maggiore di 30 mm; protuberanze e scagliature di diametro minore non devono essere sistematiche.

La prova di aspetto risulta positiva se il numero dei elementi non conformi ammesso globalmente nel campione esaminato, sia per fessure che per scagliature e protuberanze, risulta:

$$NA \leq 21 \quad (NA = \text{numero di accettazione})$$

Per materiali a vista, e per le facce che effettivamente devono rimanere a vista, i difetti superficiali non devono superare i 5 mm (6 mm negli spigoli) o 10 mm (12 mm negli spigoli) rispettivamente per materiali lisci o rigati, sabbiati ecc.

Per questi, il numero di accettazione NA è ridotto a 14.

Assorbimento d'acqua

Rappresenta la quantità di acqua che un blocco in laterizio può assorbire ed è espresso in percentuale sul peso del blocco stesso.

Secondo le norme Uni 8942, il blocco deve essere essiccato fino a massa costante in stufa a temperatura di 105 ± 5 °C e quindi immerso completamente in acqua distillata per 24 ore a temperatura ambiente, asciugato con carta bibula e pesato con bilancia con precisione di 2 g.

Devono essere sottoposti a prova n° 4 provini.

I risultati sono espressi dalla formula

$$100 \frac{P_{\text{umido}} - P_{\text{secco}}}{P_{\text{secco}}}$$

Deve essere calcolata la media di tutte le misure effettuate e la stima dello scarto. I prodotti in laterizio normale, trafiletti, pressati o da rivestimento sono accettati se l'assorbimento è compreso fra 10 e 25%; con massa alveolata se l'assorbimento è compreso fra il 15 e il 40%.

In effetti l'assorbimento del laterizio alveolato non supera generalmente di più di 2-3 punti percentuali l'assorbimento del laterizio normale prodotto con la stessa argilla.

Attraverso la stessa prova è possibile determinare il rischio di gelività (vedi voce Gelività).

Autocontrollo

La serie di controlli che il produttore attua sul ciclo di produzione e sul prodotto finito, direttamente o tramite strutture esterne autorizzate, costituisce l'Autocontrollo.

Le norme Uni 8942, Appendice A, considerano il solo Controllo del Prodotto Finito, basato su prove di Aspetto, Dimensioni, Forma, Inclusioni calcaree, Efflorescenze, Imbibizione, Assorbimento d'acqua, Resistenza a compressione, Resistenza a trazione per taglio, Resistenza a trazione per flessione su listello. Trascurano invece, dichiarandolo espressamente, il Controllo di Processo.

Il Consorzio Alveolater°, al punto 2.3 del Regolamento, stabilisce che l'Autocontrollo deve essere effettuato sia come Controllo di Processo, mediante l'esame della qualità e dei dosaggi delle materie prime utilizzate, la rilevazione di alcuni dati del ciclo produttivo e il controllo dei semilavorati, sia come Controllo sul Prodotto Finito, con riferimento alle norme Uni 8942 e ai valori di riferimento riportati nelle Schede Tecnologiche di Prodotto che ogni produttore associato deve redigere per conoscere in modo approfondito ogni suo prodotto.

Per l'Utilizzatore (Prescrittore, Impresa o Utente finale) può essere considerato Autocontrollo anche il controllo al quale il produttore associato al Consorzio Alveolater° viene sottoposto da parte degli organi tecnici del Consorzio stesso (controllo da parte di un incaricato e ispezione di una commissione tecnica).

Bagnatura del laterizio

Allo scopo di avere buona aderenza fra malta e laterizio e quindi ottenere la migliore impermeabilità della parete in muratura, è necessario che il laterizio, prima della posa in opera, sia bagnato. In caso contrario la malta, al contatto con il laterizio poco bagnato, viene privata dell'acqua necessaria per l'idratazione del cemento. Bisogna tuttavia evitare anche un eccesso di bagnatura. Se la bagnatura è eccessiva, il ristagno di acqua sulla superficie del laterizio impedisce la penetrazione della malta all'interno dei pori: l'aderenza malta-laterizio viene fortemente ridotta.

Il laterizio deve essere quindi saturo di acqua ma a superficie asciutta. Una insufficiente esperienza nella posa può indurre a compensare la scarsa bagnatura del laterizio con l'aumento dell'acqua di impasto della malta. In realtà una malta troppo fluida cola all'interno dei fori o sulla superficie degli elementi con la conseguenza di aumentare inutilmente i consumi. Inoltre può verificarsi che i laterizi del corso inferiore assorbano l'acqua in eccesso, rendendo la malta troppo secca per la posa del corso superiore.

Indicazioni di letteratura consentono di non bagnare il laterizio soltanto qualora l'assorbimento specifico sia inferiore a 20 g/dm^2 al minuto, valutato immergendo l'elemento in acqua per un minuto per un'altezza di un centimetro.

Barriera al vapore

E' utilizzata quando si vuole impedire la penetrazione del vapore all'interno delle pareti o dei solai di una costruzione. E' costituita generalmente da fogli di plastica o metallo (e quindi con resistenza al passaggio del vapore praticamente infinita) o da carte catramate.

In linea di massima, la barriera al vapore si applica sui lati caldi della costruzione (e quindi generalmente sulle superfici interne).

Blocco

Secondo le norme Uni 8942, si definisce "blocco" un prodotto di laterizio per muratura, di forma generalmente parallelepipedica, con volume maggiore di 5500 cm^3

Calpestio

Vedi rumore impattivo

Capacità termica *(di una parete)*

E' una caratteristica fisica che indica la quantità di calore che una parete può immagazzinare. Tanto più la capacità termica è

elevata, tanto meno cambiano le temperature dell'ambiente interno al variare delle temperature esterne, delle variazioni di funzionamento degli impianti e delle attività all'interno.

La capacità termica di una parete si può calcolare con la formula

$$C_p = s \beta c \text{ (kJ /m}^2 \text{ K)}$$

dove:

s = spessore della parete;

β = peso specifico della parete;

c = calore specifico del materiale costituente la parete.

La Capacità termica specifica definisce la quantità di calore necessaria per innalzare di un grado la temperatura di un Kg di materiale e si misura in kJ/kg K

.....
Valori di capacità termica specifica di alcuni materiali

Materiali	Capacità termica specifica (kJ/kg K)
Alluminio	0,80
Laterizio	0,84
Aria	1,00
Laterizio alleggerito	1,00
Fibre tessili	1,30
Plastica ed espansi	1,50
Legno e truciolari	2,10
Acqua	4,20

Carta di controllo

Le carte di controllo, definite nelle Uni 4727 e 4728, consistono in diagrammi nei quali le ascisse sono rappresentative del tempo in cui sono avvenute le osservazioni e le ordinate rappresentano i valori assunti dalle caratteristiche in esame.

L'andamento della curva rappresentativa di una caratteristica permette di cogliere in tempo utile una tendenza e di intervenire per eventuali correzioni.

Una linea orizzontale rappresenta il valore medio della caratteristica che deve essere controllata; una linea superiore e una inferiore (linea superiore e linea inferiore di controllo) delimitano una banda entro la quale devono trovarsi i punti rappresentativi delle osservazioni.

Sono previsti due tipi di carte di controllo:

- per variabili quando la caratteristica sotto controllo può variare con continuità;
- per attributi quando la caratteristica può assumere solo due configurazioni (accettabile o non accettabile).

Secondo la terminologia Alveolater®, i blocchi alveolati si dividono in quattro classi, ciascuna identificata da un numero che rappresenta la percentuale di foratura dell'elemento.

- CLASSE 45: raggruppa tutti i blocchi con percentuale di foratura $\leq 45\%$, portanti anche in zona sismica. In zona non sismica, impiegando blocchi di classe 45, e per costruzioni fino a tre piani fuori terra, è possibile ricorrere al dimensionamento semplificato previsto dal Decreto ministeriale 20 Novembre 1987.
- CLASSE 50: comprende i blocchi con percentuale di foratura $45\% < F/A \leq 50\%$, per costruzioni in zona normale (non sismica), con ricorso al calcolo secondo il Decreto ministeriale 20 Novembre 1987.
- CLASSE 55: per gli elementi con più del 50 per cento di foratura, fino alla massima foratura ammessa per murature portanti in zona non sismica (55%).
- CLASSE 60: per tutti gli elementi per pareti esclusivamente di tamponamento, fino alla percentuale di foratura massima del 70 per cento.

Classificazione e definizioni secondo UNI 8942/86

La norma Uni 8942/86 classifica i laterizi per muratura secondo i seguenti parametri:

Mattoni: prodotti di laterizio per muratura, di forma generalmente parallelepipedica, con volume $\leq 5500 \text{ cm}^3$.

Blocchi: prodotti di laterizio per muratura, di forma generalmente parallelepipedica, con volume $> 5500 \text{ cm}^3$

Mattoni pieni ($F/A \leq 15\%$) sigla MP oppure MPR se per rivestimento;

Mattoni e blocchi semipieni di tipo A ($15\% < F/A \leq 45\%$) sigla MSA o BSA, sigla R se per rivestimento;

Mattoni e blocchi semipieni di tipo B ($45\% < F/A \leq 55\%$) sigla MSB o BSB, sigla R se per rivestimento;

Mattoni e blocchi forati ($F/A > 55\%$) sigla MF o BF; MFR o BFR se per rivestimento;

Mattoni e blocchi con posa in opera a fori verticali, e cioè con foratura ortogonale al piano di posa, sono codificati con la sigla 11. Mattoni e blocchi con posa in opera a fori orizzontali, e quindi con foratura parallela al piano di posa, sono codificati con la sigla 00. In funzione della **tecnologia di produzione** si distinguono prodotti **estrusi** con massa normale (sigla 21) e con massa alveolata (sigla 31); **pressati** in pasta (sigla 41) o in polvere (sigla 51).

I prodotti **formati a mano** sono classificati con sigla 91.

Se rettificati o calibrati avranno rispettivamente la sigla R o C.

Un blocco Alveolater° 45, formato 30 x 25 x 19, posa in opera a fori verticali, sarà classificato BSA 11 31

Nota: la qualifica di "forato" secondo la norma Uni differisce dalla qualifica "forato" prevista dal Decreto ministeriale 20 novembre 1987. Il Decreto infatti classifica "forati" i laterizi con percentuale di foratura $45\% \frac{3}{4}F/A \frac{3}{4} 55\%$.

Clinker

Il Clinker è un particolare laterizio cotto a temperature superiori ai 1000 °C e dotato di bassissimo assorbimento d'acqua (0,5 - 1% in peso).

Il peso specifico dell'argilla cotta deve essere superiore a 1900 kg/m³ mentre la resistenza al gelo, caratteristica di questi materiali, deve essere provata sperimentalmente.

Coefficienti di adduzione (o coefficienti liminari)

All'interno di un ambiente, lo scambio di calore fra l'aria e la faccia interna della parete esterna è regolato dalla relazione

$$Q = \alpha_i S(t_i - t_{si})$$

La faccia esterna della parete esterna cede calore all'aria esterna secondo la relazione

$$Q = \alpha_e S(t_{se} - t_e)$$

α_i è detto Coefficiente di adduzione interno, ed esprime la quantità di calore ceduto dall'aria interna nell'unità di tempo all'unità di superficie della parete per ogni grado di differenza di temperatura, ed è espresso in W/m²K o in kcal/hm²°C.

α_e è il Coefficiente di adduzione esterno, ed esprime la quantità di calore ceduto all'aria esterna nell'unità di tempo dall'unità di superficie della parete per ogni grado di differenza di temperatura, ed è espresso in W/m²K o in kcal/hm²°C.

I coefficienti di adduzione sono influenzati dalle caratteristiche superficiali della parete e dalla velocità dell'aria.

A titolo di riferimento si possono assumere i valori standard seguenti.

	α_i		α_e	
	W/m ² K	kcal/hm ² °C	W/m ² K	kcal/hm ² °C
Pareti verticali	8	7	23	20
Pareti orizzontali, flusso ascendente	9	8	23	20
Pareti orizzontali, flusso discendente	6	5	16	14

Negli angoli, il valore α_i può scendere a 4 kcal/hm²°C, mentre con vento molto forte α_e può raggiungere un valore pari a 100 kcal/hm²°C.

Collaudo di accettazione

Le Norme Uni 8942/86 prevedono la possibilità di un collaudo di accettazione da effettuare presso lo stabilimento di produzione al momento della consegna dei prodotti.

Le prove sono le stesse previste per l'autocontrollo, e vanno eseguite sostanzialmente sullo stesso numero di provini.

Deve essere assicurata la casualità del prelievo. Tale casualità può essere ottenuta suddividendo la fornitura in parti uguali al numero di provini da prelevare, con prelievo casuale di un provino da ogni parte di fornitura così ottenuta.

Lo spessore dei setti e delle pareti, la percentuale di foratura e le dimensioni dei blocchi (spessore del muro in opera) vanno esaminati anche alla luce dei decreti ministeriali vigenti per le costruzioni in zona normale e in zona sismica.

Alcuni parametri (ad esempio peso specifico apparente, peso dell'impasto cotto, resistenza a trazione per taglio, resistenza a flessione per taglio, resistenza meccanica, spessore delle pareti e dei setti nel caso di elementi in laterizio alveolato per tamponamento) possono essere stabiliti in accordo con il produttore.

Il controllo di accettazione deve naturalmente prevedere l'esame delle certificazioni ufficiali, quando siano obbligatorie per legge.

Colore (dei laterizi)

I laterizi possono presentare una grande varietà di tinte, dovute prevalentemente ai composti ferrosi e alle sostanze carboniose presenti nelle argille.

Anche la quantità di aria di combustione, e quindi di ossigeno, e il tipo di combustibile impiegato possono influire sulla colorazione del cotto.

Nelle argille si può avere ferro sotto forma di

- ossido ferrico Fe_2O_3
- ossido ferroso FeO
- idrato di ferro $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- carbonato di ferro FeCO_3
- solfuro di ferro FeS_2
- fosfato di ferro $\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

che può dare origine a tutte le sfumature di colore comprese fra il giallo, il rosso e il bruno.

Elevate quantità di carbonato di calcio, poiché la calce forma con il ferro un silicato doppio di ferro e calcio di colore biancastro, porteranno a tonalità chiare.

Analogamente una cottura troppo rapida in ambiente scarsamente ossidante daranno origine a cotti di colore rosato. Se manca ossido ferrico, o se sono presenti alte percentuali di titanio, si avranno laterizi di colore giallo.

Il colore dei laterizi può essere modificato introducendo nell'argilla ossidi metallici.

Il biossido di manganese dà colori bruni; l'ossido di ferro colorazioni rosse; l'ossido di cromo colorazioni verdi.

Condensa (*Formazione di -*)

La condensazione del vapore contenuto nell'aria (condensa) può avvenire sia sulla superficie interna di una parete esterna sia all'interno della parete stessa.

Nel primo caso si hanno danneggiamenti degli strati superficiali di finitura con formazione di depositi di polvere per elettroforesi; nel secondo caso si ha degradamento delle caratteristiche di isolamento dei materiali interessati, particolarmente se si tratta di isolanti puri.

Condensazione superficiale: si ha condensa quando la temperatura della superficie interna della parete esterna scende al di sotto della temperatura di rugiada, ovvero al di sotto del valore della temperatura per la quale, in quelle condizioni di temperatura e di umidità dell'aria ambiente, si ha condensazione del vapore. Le cause quindi non sono mai da imputare al materiale (spesso si sentono affermazioni del tipo: "Quel materiale fa condensa") ma esclusivamente a errate previsioni termoigrometriche della vita del fabbricato. Questo naturalmente purché il materiale fornito abbia le caratteristiche richieste e promesse.

Condensazione negli strati interni del muro: si ha quando le pressioni relative di vapore raggiungono le pressioni di saturazione.

Anche in questo caso si sono commessi errori di stima delle condizioni termoigrometriche o delle caratteristiche dei materiali usati o nella collocazione di tali materiali.

Conducibilità termica

Per conducibilità o conduttività di un materiale omogeneo si intende la quantità di calore che, in regime stazionario, si trasmette nell'unità di tempo attraverso 1 m^2 di superficie di uno strato del materiale in esame, di spessore 1 m , quando la temperatura fra le due superfici opposte piane e parallele dello strato differisce di 1°C .

Il valore della conducibilità, espresso in $\text{W/m}^\circ\text{C}$ e indicato dalla lettera λ (lambda) è sensibilmente influenzato dal tenore di umidità presente nel materiale e aumenta con l'aumentare dello

stesso. Nel caso dei laterizi, con umidità dell'1%, si possono adottare i seguenti valori:

Densità (kg/m ³)	λ (W/mK)
600	0,15
800	0,22
1000	0,28
1200	0,35
1400	0,44
1600	0,57
1800	0,72

Questi valori, piuttosto prudenziali e superiori a quelli sperimentali generalmente adottati, coincidono con i valori indicati dalle Uni 7357 e 10351.

Conduttanza termica

La conduttanza esprime la quantità di calore che si trasmette in un'ora attraverso 1 m² di superficie per una differenza di temperatura di 1 °C tra le facce opposte e parallele di una parete di materiale omogeneo con spessore s e conduttività λ

$$C = \lambda / s$$

Conduzione

Vedi Trasmissione del Calore

Controllo di qualità

In passato il controllo di qualità aveva esclusivamente il significato di controllo della rispondenza del prodotto finito alle specifiche di progetto. Oggi si tende a dare a questa attività un significato più ampio, coinvolgendo non solo il prodotto, verificandone la rispondenza alle norme nazionali o comunitarie vigenti, ma anche il processo di produzione e l'organizzazione aziendale.

La direttiva Cee 89/106, recentemente recepita fra le norme italiane dal D.P.R. n° 246 del 21 aprile 1993 "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/Cee relativa ai prodotti da costruzione", e le norme Uni En 9000 costituiscono il riferimento fondamentale.

La norma Uni 9002, al punto 4.1, parla espressamente di "Politica della qualità", indicando che la Direzione dell'azienda produttrice deve definire e documentare gli obiettivi e gli impegni previsti per la qualità, assicurando che questa impostazione sia compresa, recepita, attuata e sostenuta a tutti i livelli aziendali.

La norma Cee 89/106 parla dei requisiti essenziali che i prodotti devono avere (resistenza meccanica e stabilità; sicurezza in caso di incendio; igiene, salute e ambiente; sicurezza di impiego; protezione dal rumore; risparmio energetico e ritenzione del

calore) per poter circolare all'interno della Comunità con il marchio CE. Recenti documenti interpretativi stabiliscono che, pur con le procedure meno onerose compatibilmente con la sicurezza, prodotti o famiglie di prodotti possano avere l'attestazione di conformità CE soltanto se preventivamente sottoposti a prova. Nel caso di cicli di produzione complessi, anche la fabbrica deve essere preventivamente ispezionata e tenuta sotto controllo. Dalla attenta valutazione di questi dettati normativi usciranno le linee guida che ogni produttore di laterizi dovrà seguire per rispondere alla crescente attesa di qualità.

Convezione

Vedi Trasmissione del Calore

Cordolo

Il D.M. 20/11/87 prescrive che tutti i muri portanti siano collegati a livello delle fondazioni e dei solai mediante cordoli, generalmente in cemento armato.

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli devono avere larghezza pari ad almeno $\frac{2}{3}$ dello spessore della muratura sottostante e comunque mai minore di 12 cm, mentre l'altezza deve essere almeno pari a quella del solaio e mai inferiore alla metà dello spessore del muro. Al punto 1.3.1.1. sono indicate anche le armature minime, il valore minimo dei diametri dei ferri correnti e delle staffe (in funzione dell'altezza del fabbricato), e l'interasse delle staffe.

Lo stesso argomento viene ripreso nella circolare illustrativa 30787 del 1989.

Prescrizioni analoghe sono riportate al punto C.5.1 comma d) del D.M. 16/1/96 per le costruzioni in zona sismica.

Alla circolare e ai decreti citati si rimanda per una più esauriente informazione.

Cottura

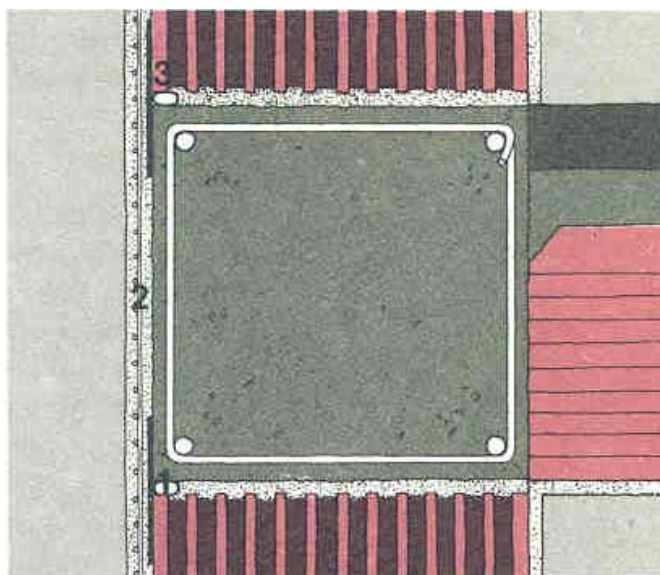
La cottura, o stabilizzazione ad alta temperatura, trasforma la miscela argillosa in laterizio, attraverso variazioni fisiche e reazioni chimiche dei minerali presenti.

Fino a circa 100 °C si elimina l'acqua che residua dall'essiccazione; intorno ai 200-250 °C si ha l'eliminazione dell'acqua zeolitica;

dai 400 ai 650 °C si ha la decomposizione della caolinite, la trasformazione del quarzo con aumento di volume e il completamento della combustione delle sostanze organiche; a 800

Cordolo in cemento armato di collegamento tra muro e solaio.

Per eliminare eventuali cavillature esterne è necessario inserire un cordone di elastometro [1] tra solaio e muro, una rete metallica fine (maglia 1÷2 cm) nell'intonaco in corrispondenza del cordolo [2], un foglio di distacco tra cordolo e intonaco [3].



°C si decompone il calcare con eliminazione di anidride carbonica che termina a 950 °C circa.

Dopo la permanenza di alcune ore alla temperatura di 950 °C, ha inizio la fase di raffreddamento.

Proseguendo nel riscaldamento si avrebbe dapprima (1000 °C) il rammollimento, quindi a 1050 - 1100 °C la fusione con formazione di pasta di vetro.

Cuore nero

La presenza di sostanze organiche nell'argilla e soprattutto di sostanze carboniose può causare colorazioni nerastre all'interno del corpo ceramico se la vetrificazione superficiale della massa ha inizio prima che il carbonio presente abbia potuto completare la combustione. Questo fatto si verifica tanto più facilmente quanto più è rapido l'innalzamento della temperatura nel forno, ed è facilitato da un ambiente non sufficientemente ossidante.

Dichiarazione di conformità

La norma UNI 8942/86, al punto 5, parte 2°, prescrive che ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del produttore attestante la rispondenza della fornitura stessa ai limiti di accettazione previsti dalla norma.

Poiché il Decreto ministeriale 20 novembre 1987 ha introdotto l'obbligatorietà del calcolo, semplificato o esteso, delle strutture in muratura, è essenziale che il Direttore dei lavori e l'Impresa abbiano certezza delle caratteristiche dei laterizi impiegati e abbiano tutte le informazioni necessarie sulle modalità di posa.

La "Dichiarazione di Conformità" rilasciata dalle fornaci aderenti al Consorzio Alveolater° assicura al Prescrittore, al Direttore dei lavori e all'Impresa una fornitura di qualità nel rispetto delle norme e ricorda, in modo semplice e chiaro, il tipo di posa in opera (a fori verticali o a fori orizzontali) e il campo di impiego dei blocchi forniti (per murature portanti o di tamponamento).

Diffusione del vapore

In funzione della temperatura, l'aria è in grado di assorbire differenti quantità di vapore d'acqua. Aumentando la temperatura, aumenta la quantità massima di acqua che può essere contenuta nell'aria. Indipendentemente dalla pressione dell'aria, il vapore contenuto nell'aria possiede una pressione parziale di vapore legata alla temperatura.

Se si dividono due ambienti, con diverse pressioni parziali di vapore, mediante una parete porosa, le due pressioni parziali tenderanno a compensarsi e pertanto le molecole d'acqua si muoveranno verso l'ambiente con pressione parziale bassa; mentre le molecole d'aria si muoveranno in senso inverso.

Normalmente la pressione complessiva, somma di pressione parziale di vapore e pressione parziale dell'aria, è uniforme da entrambi i lati delle pareti divisorie.

Il vapore si diffonde sempre verso l'ambiente in cui c'è minore pressione di vapore e sempre verso l'ambiente più asciutto.

Dilatazione all'umidità

E' definita anche post-dilatazione all'umidità o espansione o rigonfiamento per umidità e indica la variazione dimensionale che un materiale subisce per assorbimento di umidità.

Per il laterizio si possono individuare due fasi: una fase reversibile, che si può rilevare effettuando cicli di bagnatura e di essiccamento, e una fase irreversibile dovuta all'assorbimento di vapore d'acqua da parte dell'argilla cotta dopo l'uscita dal forno.

La componente reversibile è di modesta entità ($< 0,02$ % della dimensione dell'elemento) mentre la componente irreversibile è più elevata, può raggiungere il valore $0,2$ %, si esplica in aria ambiente in tempi lunghi ed è quasi certamente dovuta al tenore di minerali micacei contenuti nell'argilla. Una efficace bagnatura del laterizio prima della posa in opera fa avvenire, ed esaurisce, la fase irreversibile dell'espansione.

Il Decreto ministeriale 14 Febbraio 1992, al punto 7 relativo ai solai in laterizio, indica in $400 \mu/m$ il limite massimo ammesso.

Vedi anche Rigonfiamento.

Dilatazione termica

E' la variazione dimensionale che un materiale subisce per effetto della temperatura. Il coefficiente α di dilatazione termica quantifica questa variazione ma, dipendendo dalla temperatura, può variare a seconda dell'intervallo di temperatura considerato.

Per i laterizi da solaio, il Decreto ministeriale 14 Febbraio 1992 prescrive che il coefficiente α sia $= 6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, in modo che sia il più possibile simile al valore del calcestruzzo ($1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$), valutato in fase di raffreddamento, fra le temperature di 70 e 20 $^\circ\text{C}$, in ambiente con umidità relativa U_r 25% a 70 $^\circ\text{C}$.

Dilavamento

L'acqua piovana, agendo sui giunti delle murature, può portare in superficie la calce ancora libera, che si combina con il CO_2 dell'aria e forma carbonato di calcio insolubile, assumendo un aspetto simile alle efflorescenze.

Dimensionamento semplificato

Vedi Normativa

Disposizione dei mattoni e dei blocchi

Le più tradizionali disposizioni dei laterizi, fondamentali nella realizzazione di murature a faccia a vista, sono:

- la disposizione "di punta", in cui rimane in vista la dimensione minore (detta "testa" o "punta"), mentre lo spessore del muro è pari alla dimensione massima dell'elemento (detta "lista");
- la disposizione "a blocco", che presenta un corso di mattoni di testa e il corso successivo di lista;
- la disposizione "di croce", simile alla precedente, ma con gli elementi di lista sfalsati di una testa;
- la disposizione "gotica", in cui in ogni corso si alternano elementi di lista e di punta;
- la disposizione "fiamminga", che alterna a un filare con elementi di punta e lista un filare con solo elementi di punta;
- la disposizione "in spessore" in cui gli elementi presentano soltanto la lista in ogni corso (caso tipico delle murature di rivestimento a vista, di spessore cm 12);
- la disposizione "in foglio" o "in taglio", in cui il mattone presenta in vista la faccia mentre la lista costituisce lo spessore del muro.

Efflorescenza

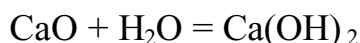
L'efflorescenza (ossia la comparsa sulla superficie dei laterizi di una patina generalmente biancastra e polverosa) può essere originata sia dalla presenza nel laterizio di sali e/o ossidi solubili che migrano sulla superficie, sia dall'apporto esterno di sali (ad esempio contenuti nelle malte, nelle acque di risalita capillare ecc.).

L'efflorescenza più diffusa è dovuta a depositi di carbonato di calcio insolubile.

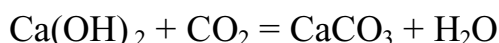
In fase di cottura del laterizio infatti, il Carbonato di Calcio CaCO_3 presente nell'argilla subisce la trasformazione reversibile



L'ossido di calcio, in presenza di umidità atmosferica, si idrata secondo la relazione



L'idrato di calcio, trasportato dall'acqua che evapora, si deposita sulla superficie, reagisce con l'anidride carbonica dell'aria e forma carbonato di calcio insolubile



Le efflorescenze causate da carbonato di calcio possono essere eliminate lavando le superfici con soluzioni diluite (5 - 10%) di acido cloridrico e risciacquando abbondantemente con acqua pulita.

Altre efflorescenze possono essere causate da solfati di Magnesio, Sodio, Potassio, Calcio, sia contenuti nella materia prima sia originati nella fase di cottura del laterizio per ossidazione delle piriti (fra 400 e 900 °C), per dissociazione dei solfati (sopra gli 850 °C), sia per la presenza di zolfo nei combustibili impiegati nel forno.

La norma Uni 8942 classifica l'efflorescenza in:

efflorescenza nulla = nessun apprezzabile deposito di sali in superficie;

efflorescenza leggera = apparizione di una sottile patina bianca distribuita non uniformemente;

efflorescenza media = apparizione di una patina sottile uniforme;

efflorescenza forte = apparizione di un grosso strato di sale, di spessore e distribuzione uniformi, con cristallizzazioni superficiali che si staccano facilmente.

L'efflorescenza forte non è mai accettabile.

La prova per la determinazione del grado di efflorescenza è rapida (quattro giorni) e semplice (immersione di tre campioni fino a un quarto dell'altezza in acqua distillata e con i fori, se presenti, in direzione verticale). Eseguita come prova di accettazione della fornitura può sollevare da successivi imprevisti e onerosi interventi di pulizia.

Essiccazione

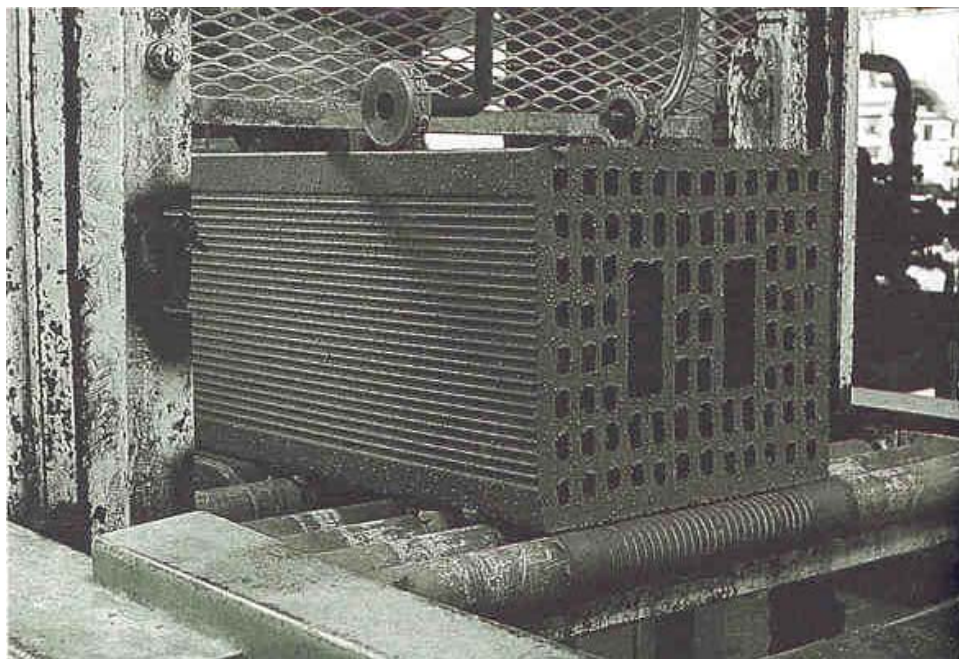
All'atto della trafilatura o della formatura, la terra per laterizi contiene una percentuale d'acqua compresa fra il 18 e il 30 per cento. L'essiccazione, e cioè l'evaporazione di tutta l'acqua di impasto o di idratazione contenuta nella terra, avviene in due fasi. Nella prima fase si ha essiccazione con diminuzione di volume (ritiro) rilevante e pari mediamente al 5 - 7 per cento, con punte massime per alcune terre fino al 12 per cento. Il ritiro termina quando è stato espulso dal 40 al 60 per cento dell'acqua di impasto. Ha quindi inizio la seconda fase in cui si ha essiccazione a volume costante. L'essiccazione deve avvenire con gradualità, evitando che gli strati più esterni si secchino, e quindi si ritirino e si induriscano, troppo rapidamente rispetto alla massa più interna, ancora di volume pari a quello iniziale. Se infatti la velocità di evaporazione dell'acqua all'esterno è molto elevata, diventano sensibili anche le differenze di ritiro fra strato e strato, facendo insorgere delle tensioni che, se risultano superiori alle forze di coesione dell'impasto, rompono il prodotto a partire dalle superfici esterne.

Estrusione

Estrusione (o trafilatura) è la tecnologia usata per la produzione della totalità dei prodotti laterizi forati e semipieni. Consiste nel

far passare attraverso una forma (filiera) l'argilla preparata in mattoniera (estrusore).

Nella produzione dei mattoni pieni, oltre all'estrusione, può essere utilizzata la tecnologia cosiddetta "in pasta molle", che simula la tradizionale produzione dei mattoni fatti a mano e che consiste nel far cadere l'argilla molto umida in casseforme di dimensioni opportune. In questo caso si ha "formatura", non si ha la compattazione prodotta dalla spinta e dal degasaggio che si verifica in mattoniera, ma l'assestamento dell'argilla avviene in modo naturale o, al più, favorita da una modesta pressatura.



Ferrigni

Definizione, ormai in disuso, per indicare mattoni troppo cotti, duri, fragili e dal suono metallico.

Fessure - Fessurazioni

Le fessurazioni sono causate da spostamenti (deformazioni) che non possono essere evitati e ai quali la struttura si adegua.

Sono state proposte diverse classificazioni in funzione della larghezza. A titolo di esempio si riporta la classificazione di Rainer:

- fessure molto sottili fino a 1 mm
- sottili da 1 a 5 mm
- moderate da 5 a 15 mm
- gravi oltre 15 mm

Le fessure particolarmente sottili vengono anche chiamate "cavillature".

Fessure di larghezza pari o inferiore a 0,1 mm non causano infiltrazioni di acqua in quanto 0,1 mm è la minima ampiezza attraverso la quale può penetrare la pioggia battente.

Le fessure possono avere origine da movimenti o cedimenti delle fondazioni, da deformazione eccessiva delle strutture portanti, da variazioni dell'umidità contenuta nei materiali da costruzione, da difetti di esecuzione, da diverso comportamento dei materiali usati, da variazioni di temperatura, da vibrazioni di qualsiasi natura (traffico, sisma ecc.).

Ogni causa genera un quadro fessurativo abbastanza definito e interpretabile.

Fonoassorbente

Vedi Rumore

Fonoisolante

Vedi Rumore

Forato

Vedi Foratura

Foratura

La percentuale di foratura è il dato che maggiormente caratterizza i prodotti in laterizio.

Ne individua infatti i campi di impiego; inoltre la giacitura dei fori, in opera, ne determina la classificazione.

Il Decreto ministeriale 20 novembre 1987 suddivide i **laterizi per murature portanti** a seconda della percentuale di foratura, in:

- **pieni**, quando la percentuale di foratura F/A è $\leq 15\%$
- **semipieni**, quando $15\% < F/A \leq 45\%$
- **forati**, quando $45\% < F/A \leq 55\%$

Il Decreto ministeriale 16 gennaio 1996 classifica allo stesso modo gli elementi pieni e semipieni, ignorando i forati, non ammessi in zona sismica.

La classificazione dei Decreti ministeriali differisce da quella prevista dalla norma Uni 8942/86 (vedi voce Classificazione).

I laterizi per murature di tamponamento, generalmente a fori orizzontali con percentuale di foratura superiore al 55%, non hanno una suddivisione secondo norme o decreti: sono indicati genericamente con il nome di forati e hanno nomi commerciali del tipo:

tavella, per spessori di 4 - 6 cm

tramezza, per spessori di 8 - 10 cm

foratone, per spessori di 12 - 14 cm

Le norme Uni 8942/86 definiscono **Percentuale di foratura** il rapporto $100 F/A$, dove

A = area della superficie del blocco o mattone ortogonale alla direzione dei fori e delimitata dal suo perimetro

F = somma delle aree dei fori compresi nell'area A , passanti e non passanti.

A seconda dell'orientamento dei fori in opera, i mattoni e i blocchi possono anche suddividersi in:

Blocchi perforati quando la posa in opera è prevista a fori verticali (perpendicolari al piano di posa)

Blocchi forati quando la posa è prevista a fori orizzontali (paralleli al piano di posa)

Gelività

La valutazione della gelività viene generalmente effettuato, in prima approssimazione, attraverso la prova di assorbimento d'acqua, riportando quindi i valori sul diagramma "assorbimento percentuale-coefficiente di saturazione" previsto dalle norme Uni 8942. Tanto più è basso il coefficiente di saturazione, definito come $s = (P_{umido} - P_{secco}) / (P_{saturo} - P_{secco})$, tanto più numerosi sono i pori che rimangono pieni d'aria. Il diagramma suddivide il campo in tre zone: campo ad elevato rischio di gelività, a basso rischio di gelività e zona di incertezza.

Nel caso il prodotto esaminato si trovi nel campo di incertezza, bisognerà operare con metodi di rilevamento più accurati.

Il metodo più conosciuto è il metodo dei **cicli di gelo e disgelo**: il prodotto viene sottoposto a una serie di 20 cicli fra -15°C e $+15^{\circ}\text{C}$ secondo Uni 8635/11 e si verifica successivamente sia la presenza di difettosità attribuibili al gelo sia la riduzione di resistenza meccanica. La prova tuttavia non sempre dà risultati conformi con l'effettivo comportamento in opera del materiale.

Si può ricorrere alla determinazione del **diametro critico di gelività**. Con un porosimetro a mercurio, a pressione, basandosi sul fatto che tanto più sono piccoli i pori, tanto più si oppongono alla penetrazione del mercurio, è possibile stabilire il diametro critico di gelività, ovvero (secondo Uni 8942/3, punto 15.5) il maggior diametro dei capillari, espresso in μm , che corrisponde al 90% della porosità totale. Diametri critici superiori a $1,8 \mu$ individuano materiali non gelivi. L'assorbimento d'acqua infatti si ha nei pori che hanno diametro uguale o superiore a quello delle molecole d'acqua, nei quali l'acqua non può gelare.

Anche la temperatura di cottura influenza il comportamento al gelo: elevate temperature riducono notevolmente la porosità globale e fanno comparire pori di elevato diametro, che influenzano positivamente il comportamento del materiale.

Giunti di dilatazione

Per consentire alle strutture di esplicitare senza danno i naturali movimenti dovuti alle variazioni delle condizioni termoigrometriche ambientali, è necessario introdurre giunti di

dilatazione piuttosto frequenti.

I giunti sono indispensabili poiché i movimenti delle murature, oltre a causare fessurazioni, possono generare sollecitazioni di notevole rilievo.

Supponiamo che un muro in laterizio:

- sia stato messo in opera a temperatura di +10 °C, raggiunga la temperatura di +35 °C e abbia un coefficiente di dilatazione termica di $5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;

- abbia un tasso di rigonfiamento per umidità (irreversibile) di $200 \cdot 10^{-6} \text{ m}$;

- abbia un ritiro per essiccazione (irreversibile) di $50 \cdot 10^{-6} \text{ m}$;

- sia lungo 10 m, alto 2,70 m, e sia confinato ai due lati da una struttura di telaio;

La variazione dimensionale in orizzontale per effetto termico è:

$$\Delta l_t = (35 - 10) \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 = +0,125 \text{ cm}$$

per effetto del ritiro per essiccazione è

$$\Delta l_e = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 = -0,05 \text{ cm}$$

per rigonfiamento è

$$\Delta l_r = 200 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 = +0,2 \text{ cm}$$

La variazione dimensionale totale è:

$$\Delta l_{\text{tot}} = +0,125 + 0,2 - 0,05 = +0,275 \text{ cm}$$

Se la muratura è confinata da un telaio in cemento armato, per uno spessore di 30 cm, la forza messa in atto risulta:

$$F = E_{\text{muro}} \cdot A_{\text{muro}} \cdot \Delta l_{\text{tot}} / l$$

$$\text{con } E_{\text{muro}} = 50000 \text{ daN/cm}^2$$

$$A_{\text{muro}} = 30 \cdot 270 = 8100 \text{ cm}^2$$

da cui

$$F = 50000 \cdot 8100 \cdot 0,275 / 1000 = 111375 \text{ daN}$$

Bisognerà poi tenere conto dei ritiri della struttura in calcestruzzo e dei suoi spostamenti elastici.

A titolo indicativo, la frequenza dei giunti può essere la seguente.

Condizioni ambientali	Strutture in muratura	Murature di tamponamento
Forti escursioni termiche ($> 50 \text{ } ^\circ\text{C}$)	8÷10 m	6÷10 m
Medie escursioni termiche ($\sim 25 \text{ } ^\circ\text{C}$)	12÷20 m	10÷18 m
Basse escursioni termiche ($< 10 \text{ } ^\circ\text{C}$)	20÷30 m	18÷25 m

Questi valori presumono regolarità di pianta e di sezione dell'edificio.

In presenza di irregolarità (non allineamento in pianta e/o in sezione verticale dei muri, accostamento a strutture molto rigide o molto elastiche, possibilità di esposizioni differenziate da zona a

zona al sole e/o agli agenti atmosferici) si devono "opportunamente" ridurre i valori tabellati.

Giunti di malta

Come si è detto alla voce Murature, nella muratura portante tradizionale il giunto di malta deve essere continuo, sia in verticale che in orizzontale; deve cioè ricoprire completamente la superficie sia della faccia verticale del blocco, sia della faccia orizzontale, interrompendosi naturalmente in corrispondenza dei fori di presa. In questo modo, con giunti di spessore di 5 - 15 mm, limiti di spessore previsti dal D.M. 20 novembre 1987, si ha la certezza di un efficace collegamento di tutti gli elementi e una corretta ripartizione degli sforzi agenti sul muro. Sono comunque possibili e frequenti murature

- a giunti interrotti verticali e orizzontali
- con giunto verticale a incastro
- con giunti a colla.

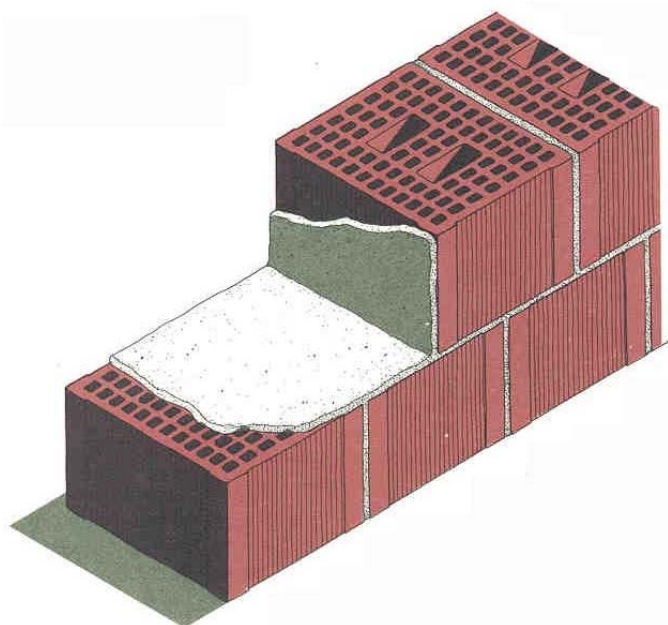
Le murature a giunti interrotti si ottengono stendendo due cordoni di malta, lasciando la parte mediana vuota. Con questa tecnica, che deve comunque essere applicata con particolare attenzione per evitare concentrazioni di tensioni e insufficiente continuità strutturale della parete, si ottiene l'interruzione del ponte termico nel giunto di malta e, poiché la conducibilità delle malte è generalmente superiore a quella del blocco in laterizio, in particolare del laterizio alveolato, si ha un valido contributo alla riduzione della trasmittanza termica della parete.

Un ulteriore incremento della resistenza termica della parete si può avere inserendo, fra i due cordoni di malta del giunto interrotto, una banda di isolante specifico. I giunti interrotti sono consigliabili nelle murature di tamponamento, scarsamente sollecitate. I blocchi per questo tipo di murature hanno generalmente posa a fori orizzontali e presentano spesso sulla faccia inferiore e superiore un incavo che individua la zona di interruzione del giunto.

I giunti verticali a incastro riducono le dispersioni termiche e consentono risparmi sui tempi di esecuzione e sui consumi di malta.

Nelle murature portanti, operando con giunti interrotti e con giunti a incastro, è necessario, indipendentemente dalla percentuale di foratura dei blocchi, disporre di prove di laboratorio su muretti, soprattutto per valutare l'influenza della minore resistenza a taglio rispetto ad una muratura tradizionale.

Blocchi posti in opera con giunti di malta verticali e orizzontali continui.



I giunti a colla non hanno diffusione sul nostro territorio mentre sono in fase di sviluppo in Germania.

Richiedono blocchi a superfici rettificate. La posa è rapida e, riducendosi notevolmente lo spessore dei giunti, si migliorano le caratteristiche termiche.

Le norme tedesche Din 4172 regolano lo spessore dei giunti in funzione della dimensione dei blocchi.

Granulometria (*Analisi o prova granulometrica*)

Come si è visto alla voce Argilla, esistono, nelle terre per fornace, componenti con dimensioni variabili, dalle più fini alle grossolane. La composizione granulometrica influisce profondamente sul ciclo di produzione. L'essiccazione infatti è agevolata dalla presenza di componenti di dimensione $\gg 20 \mu$ che consentono la formazione di percorsi di uscita per l'acqua di impasto.

Una elevata presenza di parti fini (comprese fra 2μ e 20μ o anche $< 2 \mu$) caratterizzano invece terre di difficile lavorabilità ma destinate a prodotti di elevate caratteristiche qualitative.

Per rappresentare graficamente le caratteristiche granulometriche di un campione si usa il diagramma ternario di Winkler. Sulla base del triangolo equilatero viene riportata in percentuale la frazione $> 20 \mu$; sul cateto di destra la frazione $< 2 \mu$; a sinistra la frazione compresa fra 2 e 20μ .

Sul grafico sono riportate le fasce di più opportuna destinazione delle terre in funzione della loro granulometria:

- alta percentuale di parti fini = tegole, coppi e materiali di elevata qualità;
- media percentuale di parti fini = solai e forati in genere;
- bassa percentuale di parti fini = mattoni pieni e semipieni.

Effettuata una analisi granulometrica e riportati i valori sul grafico, si può immediatamente individuare il campo di impiego ottimale per la terra esaminata.

Imbibizione

Esprime la capacità di un laterizio di assorbire acqua. Per determinare il valore dell'imbibizione è sufficiente porre il provino, precedentemente essiccato fino a massa costante, in un recipiente a fondo piano contenente acqua distillata per una altezza costante di 10 mm, estrarlo dopo 60 secondi, lasciarlo sgocciolare per 45 secondi e pesarlo con precisione di 2 grammi.

Detto G'' = peso finale; G' = peso iniziale; F = superficie di appoggio, il rapporto $(G'' - G')/F$ esprime l'assorbimento specifico o imbibizione.

Le modalità di prova e di espressione dei risultati sono indicate nella norma Uni 8942/86.

Inclusioni calcaree

Nell'argilla possono essere presenti impurità, generalmente costituite da granuli di ossido di calcio formatosi dalla decomposizione dei carbonati in fase di cottura. Questi granuli, a contatto con l'umidità ambientale, aumentano di volume e possono provocare distacchi di piccole porzioni di laterizio, negativi soprattutto nel caso di murature a faccia vista. Le norme Uni 8942/86 fissano le dimensioni massime ammissibili dei "crateri" originati dalle inclusioni calcaree (calcinelli o calcinaroli).

Nei materiali normali non sono ammessi crateri di diametro medio superiore a 15 mm. Sono ammessi al massimo 3 crateri per ogni dm² di superficie, con diametro compreso fra 7 e 15 mm. Nel caso di materiali per rivestimento il diametro massimo ammesso è di 5 mm ed è consentito un solo cratere di diametro compreso fra 3 e 5 mm. Crateri con diametro minore non costituiscono difettosità. Per ridurre la presenza di calce libera nel cotto è necessario aumentare sia la temperatura di cottura sia la durata della stessa e anche immergere in acqua per circa due minuti il materiale all'uscita dal forno.

L'industria dei laterizi in Italia

Al gennaio 1998 erano attivi in Italia circa 285 stabilimenti dislocati su tutto il territorio nazionale, con un totale approssimativo di 17.500 addetti. Il numero di stabilimenti in passato ha in pratica coinciso con il numero delle società operanti nel settore. Oggi sono in corso unificazioni e fusioni che stanno modificando profondamente l'organizzazione del settore.

La produzione è da sempre caratterizzata da un andamento ciclico: nel periodo 1962-1996, il valore massimo è stato di 24 milioni di tonnellate (1962) e il minimo di 15,2 milioni di tonnellate (1995).

La produzione 1992 è stata di 21,5 milioni di tonnellate. Nel 1996 si sono prodotti 18 milioni di tonnellate, nel 1997 16,5 milioni di tonnellate; nel 1998 16,25 milioni di tonnellate.

La produzione media per stabilimento, che nel 1962 era di 18.000 ton/anno, è oggi di 60.000 ton/anno circa.

Salvo lievi oscillazioni, il 38 per cento della produzione è destinato alle murature portanti, il 24 per cento al tamponamento e ai laterizi per divisori, il 28 per cento ai laterizi per solaio e ai tavelloni; il 10 per cento ai materiali per copertura.

La tendenza rilevata in Italia è confermata anche in ambito europeo: negli ultimi 12 anni il numero di stabilimenti è passato da 2950 a 1870; il numero di addetti è sceso da 116.000 nel 1980 a 73.000 nel 1991; mentre è aumentata la produttività per addetto e la produzione per stabilimento.

Inerzia termica

Una parete esterna è soggetta a una temperatura variabile, assimilabile a un'onda sinusoidale.

Se quindi

$$T_e = A_e \sin \omega t$$

è l'oscillazione termica sinusoidale esterna,

$$T_i = A_i \sin (\omega t - \Phi)$$

sarà l'oscillazione all'interno dell'ambiente abitato, con ampiezza ridotta A_i e sfasamento Φ .

Si definisce Attenuazione termica il rapporto

$$\tau = A_e / A_i$$

Il rapporto fra sfasamento Φ e pulsazione ω , espresso in ore, rappresenta il ritardo con il quale la parete trasferisce all'ambiente le variazioni della temperatura esterna, attenuate, e si indica con R:

$$R = \Phi / \omega$$

Il prodotto $G = \tau \Phi$ è detto Indice di inerzia termica.

Una parete pesante, a elevata inerzia termica, risente poco, e con ritardo, delle variazioni della temperatura esterna. Una parete leggera, anche ben isolata, ne risente invece immediatamente.

Valori sperimentali su pareti in laterizio Alveolater^o

Classe Alveolater	Peso parete (Kg/m ²)	G	R (ore)	τ	Φ
45	340	68	9,5	27	2,5
50	290	59	9	25	2,3
55	270	52	8,75	23	2,2
60	245	46	8	22	2,1

Intonaco

L'intonaco ha due compiti fondamentali:

- proteggere la muratura dagli agenti atmosferici (soprattutto dalla pioggia battente);
- regolarizzare le superfici.

Non deve invece assolutamente assumere il ruolo di "copertura" per mascherare gli errori costruttivi (giunti troppo larghi, laterizio mal posizionato o di qualità non idonea ecc.).

Deve avere elevata permeabilità al vapore, in modo da non ostacolare la migrazione di vapore dall'interno all'esterno delle abitazioni.

Oggi si è orientati alla realizzazione di intonaci ad un solo strato, a base cementizia.

L'esecuzione dovrebbe, di norma, prevedere un fondo ad assorbimento costante, ottenuto mediante un rinzafo coprente e strati successivi (generalmente due) di resistenza decrescente verso l'esterno. I singoli strati devono esaurire le relative tensioni di ritiro prima di ricevere lo strato successivo.

Per l'importanza che riveste, in Germania l'esecuzione dell'intonaco è regolamentata dalla norma Din 18550.

Irraggiamento

Vedi Trasmissione del calore

Malta

La composizione delle malte per muratura e la loro resistenza sono regolate dal Decreto ministeriale 20 novembre 1987.

Sono individuati 4 tipi di malta, classificati M1 M2 M3 M4, la cui composizione in volume risulta:

Classe	Tipo	Cemento	Calce aerea	Calce idraul.	Sabbia	Pozzolana
M4	idraulica	-	-	1	3	-
M 4	pozzolanica	-	1	-	-	3
M 4	bastarda	1	-	2	9	-
M 3	bastarda	1	-	1	5	-
M 2	cementizia	1	-	0,5	4	-
M 1	cementizia	1	-	-	3	-

Il decreto specifica anche che è possibile aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Alle malte, anche di diversa composizione, è possibile associare le seguenti resistenze:

120 kgf/cm ² = 12 N/mm ²	per l'equivalenza alla malta M 1	
80 "	8 "	M 2
50 "	5 "	M 3
25 "	2,5 "	M 4

Le malte M1 e M2, cementizie, sono le sole malte ammesse per costruzioni in muratura in zona sismica.

Oltre alle malte cementizie e alle malte bastarde, ricordate dalla norma, le malte più usuali sono le malte di calce idrata (calce spenta), le malte di gesso, le malte idrauliche (confezionate con calci eminentemente idrauliche), impiegabili tuttavia soltanto per murature poco sollecitate o, meglio, per intonaci.

Le malte possono anche essere additivate con additivi plastificanti (per migliorarne la lavorabilità e l'adesività), impermeabilizzanti, antigelo, acceleranti, ritardanti, espandenti, alleggerenti. L'Eurocodice 6 classifica le malte secondo la resistenza minima a compressione a 28 giorni e la loro composizione secondo la tabella che segue.

Tipo	Resistenza minima (N/mm ²)	Cemento	Composizione calce Idraulica	Sabbia
M20	20	-	-	-
M15	15	1	0-0,25	3
M10	10	1	0,25-0,5	4-4,5
M5	5	1	0,5-1,25	5-6
M2	2	1	1,25-2,5	8-9

Malta termica Alveolater®

La malta termica premiscelata Alveolater° è una malta equivalente M2 la cui composizione è tale da assicurare elevate prestazioni termiche. La bassa conducibilità, pari a 0,30 W/m °C, fa sì che la trasmittanza K di una parete di 30 cm di spessore, senza intonaco, migliori fino al 10 %

Altri vantaggi della malta termica Alveolater° si riassumono in:

- prestazioni (resistenza meccanica, modulo elastico, resistenza termica ecc.) costanti per tutta la durata del cantiere;
- estrema facilità d'uso;
- migliore organizzazione del cantiere;
- omogeneità termica dei componenti della muratura, e quindi assenza di ponti termici.

E' composta da cemento Portland R 425 in percentuale del 50% circa, da perlite e da carbonato di calcio (al posto della sabbia silicea), additivi aeranti e ritentori d'acqua.

Il peso allo stato fresco è di 1200 Kg/m³, il peso allo stato secco è di 1000 Kg/m³ circa.

Il prodotto è fornito in sacchi da 30 Kg. Il contenuto di un sacco va miscelato con 10 litri di acqua; la durata di miscelazione in betoniera è di 2 minuti.

Con un quintale di malta Alveolater° si ottengono circa 103 litri di malta, resa impastata.

Massa frontale

Si definisce massa frontale di una parete in laterizio la massa di 1 m² della parete stessa, comprensiva di intonaco e malta.

Un metro quadrato di parete realizzata con laterizio alveolato di dimensioni cm 30 x 25 x 19, con percentuale di foratura pari al 45% e peso specifico apparente di 800 kg/m³ avrà massa frontale pari a:

- laterizio pezzi/m² 19,2 x kg/cad. 11,5 = kg/m² 221

- malta litri/m² 12,4 x kg/l 1,85 = kg/m² 23

- intonaco

esterno cm 1,5 = kg/m² 28

interno cm 1 = kg/m² 18

tot = kg/m² 290

Massa volumica e densità apparente

La Massa Volumica del laterizio è definita come rapporto tra la massa dell'elemento essiccato a massa costante e il volume netto, esclusi cioè i vuoti, e rappresenta quindi il peso dell'argilla cotta. Per un laterizio normale, la massa volumica può variare da 1800 a 1600 kg/m³.

Per un laterizio alleggerito in pasta, il valore scende a circa 1450 - 1500 kg/m³.

La Densità Apparente, o Massa Volumica Apparente, è invece il rapporto tra la massa e il volume lordo (vuoto per pieno) e varia, a parità di massa volumica, per ogni tipo di laterizio in funzione della percentuale di foratura.

A questo proposito va rilevata una inesattezza contenuta nella tabella pag. 4 delle Uni 8942/2, nella quale la densità apparente per il laterizio alveolato è indicata con 1450 kg/m³, valore che invece va letto alla riga "Massa volumica".

Un blocco Alveolater° 45 (F/A = 45%) avrà:

Massa volumica = 1450 kg/m³

Densità apparente = $1450 (1 - F/A) = 1450 \times 0,55 = 800 \text{ kg/m}^3$.

Analogamente la classe 50 avrà densità apparente di circa 700 kg/m³, la classe 55 di 650 kg/m³, la classe 60 di 450-600 kg/m³ circa in funzione della percentuale di foratura.

Le tolleranze ammesse dal Consorzio Alveolater° sono riportate alla voce Alveolato.

Mattone

Si definisce MATTONE un prodotto di laterizio per murature di forma generalmente parallelepipedica, con volume minore o uguale a 5500 cm³ (ad esempio cm 14 x 28 x 14).

Secondo la norma Uni 8942, possono essere PIENI, se hanno percentuale di foratura $F/A < 15 \%$; SEMIPIENI di tipo A se $15\% < F/A \leq 45 \%$; SEMIPIENI di tipo B se $45\% < F/A \leq 55\%$.

La definizione Uni differisce pertanto dalla definizione del Decreto ministeriale 20 novembre 1987, secondo la quale si definiscono Forati i mattoni con $45\% < F/A \leq 55\%$

La Norma Uni classifica poi i mattoni (come pure i blocchi), oltre che in funzione della percentuale di foratura, anche secondo la giacitura in opera e la tecnologia di produzione.

Un mattone pieno comune, con massa normale, estruso con $F/A < 15\%$ sarà classificato come

MP 11 21

Lo stesso mattone, da rivestimento, sarà

MPR 11 21

Un mattone in pasta molle, pieno, sarà

MPR 11 41 MP 11 41

Per maggiori informazioni sulla classificazione, vedi la voce Classificazione e definizioni secondo UNI 8942/86.

Mazzetta

Le porzioni di muro che delimitano lateralmente il vano di porte o finestre sono dette piedritti. La forma particolare che i piedritti assumono per consentire l'alloggiamento degli infissi è chiamata mazzetta.

All'estero (soprattutto in Germania), ma anche in Italia, sono prodotti pezzi speciali, la cui forma consente di eseguire correttamente il piedritto, e di realizzare nel contempo la mazzetta per la posa del controtelaio o del telaio del serramento.

Mezzani

Mezzani o forti erano un tempo definiti i mattoni ben cotti, compatti, di buona resistenza, dal suono chiaro e squillante. Albasi e ferrigni rispettivamente i mattoni poco e troppo cotti.

Modulo elastico

Se non si oltrepassa il limite di proporzionalità fra sforzi e deformazioni, in un corpo sottoposto ad un carico la deformazione è proporzionale alla tensione che la provoca. Il fattore di proporzionalità E vale quindi

$$E = \sigma / \varepsilon$$

ed è chiamato Modulo elastico normale o secante (Modulo di Young)

Poiché la ε è una variazione di lunghezza misurata nella direzione della sollecitazione ($\Delta l/l$) e quindi è un numero puro, il modulo elastico E ha le stesse dimensioni della sollecitazione σ e quindi si misura in kg/cm^2 o N/mm^2 .

Il modulo elastico secante E è legato al modulo di elasticità tangenziale G dalla relazione

$$G = \frac{m}{2(m+1)} E$$

$1/m$ è detto coefficiente di Poisson.

Secondo il Decreto 20 novembre 1987, nella muratura i moduli elastici E e G sono legati dalla relazione

$$G = 0,4 E$$

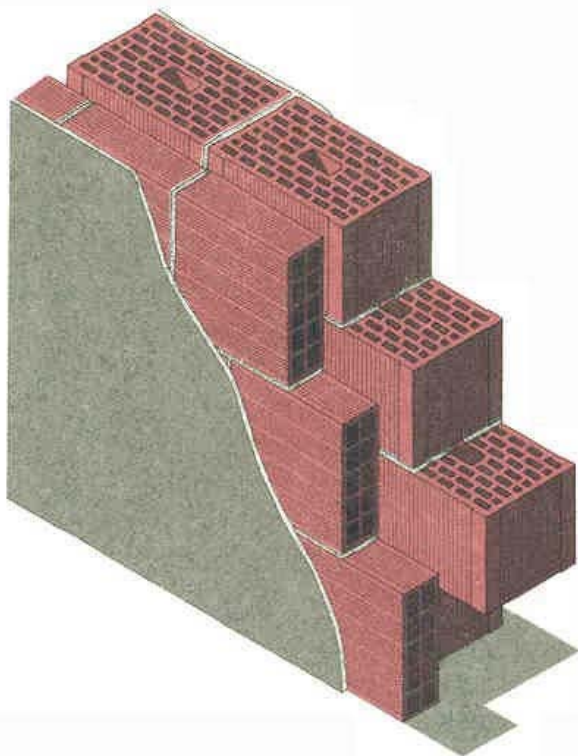
Il Decreto ministeriale 9 gennaio 1996 prescrive che il modulo elastico dei blocchi in laterizio per solaio non superi il valore di 25 kN/mm^2 (250.000 kg/cm^2).

Muratura

Il Decreto ministeriale 20 novembre 1987, al punto 1.2.2, (Muratura costituita da elementi resistenti artificiali) riporta:

"La muratura è costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera a strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta."

Analogamente al punto 1.2.3. (Muratura costituita da elementi resistenti naturali) conferma: "La muratura è costituita da elementi in pietra legati tra loro tramite malta". La stessa norma, ai punti 2.3.1. e 3.3.1., limita la validità delle tabelle per la determinazione delle caratteristiche della muratura alle sole murature aventi giunti verticali e orizzontali riempiti di malta, di spessore compreso fra 5 e 15 mm.



Muratura a doppia parete in blocchi Alveolater® e tramezze di laterizio normale con intercapedine verso l'interno. La parete interna ha prevalenti funzioni di protezione termica e finitura.

La Circolare illustrativa 30396 del 4 gennaio 1988 ribadisce che la norma ha valore per muri costituiti da elementi resistenti, naturali o artificiali, collegati da malta, con esclusione dei muri a secco.

Una definizione di muratura potrebbe essere pertanto: "Struttura realizzata dall'unione di elementi resistenti, di forma generalmente parallelepipedica, posti in opera mediante giunti continui di malta verticali e orizzontali di spessore compreso fra 5 e 15 mm, con giunti di malta verticali opportunamente sfalsati".

Murature realizzate a giunti interrotti verticali e orizzontali o con soli giunti orizzontali o con giunti verticali a incastro, o realizzate con leganti diversi dalle malte possono certamente essere considerate murature, ma le loro caratteristiche devono essere comprovate

sperimentalmente secondo le modalità dell'Allegato 2 del Decreto citato indipendentemente dalle caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi resistenti.

Muratura a cortina

La muratura a cortina è una muratura di chiusura d'ambito esterno, generalmente a vista e di modesto spessore, realizzata su strutture intelaiate, in cemento armato o in acciaio.

Muratura a doppia parete

E' una muratura costituita da due pareti distanziate e, di solito, fra loro collegate con ancoraggi metallici o in laterizio. L'intercapedine può alloggiare pannelli isolanti, costituire una semplice camera d'aria o, nelle murature tecnologicamente più avanzate, costituire l'intercapedine della cosiddetta "parete ventilata".

Generalmente soltanto una delle due pareti svolge le funzioni strutturali.

Nel caso le due pareti siano realizzate a stretto contatto, si parla più propriamente di muratura mista.

Muratura a faccia a vista

La muratura a faccia a vista, ovvero la muratura per la quale non è previsto l'intonaco esterno, richiede materiali di elevata qualità e cure particolari sia nella posa che nelle successive operazioni di finitura.

Allo scopo di avere la migliore impermeabilità della parete, è necessario che i mattoni, prima della posa in opera, siano bagnati in funzione della loro capacità di assorbimento d'acqua, affinché la malta, al contatto del laterizio, non risulti "bruciata", ossia privata della necessaria acqua di idratazione del cemento; ovvero non si abbia ristagno di acqua sulla superficie del laterizio, in modo che possa essere assicurata la penetrazione della malta all'interno dei pori.

Lo spessore dei giunti deve essere il più possibile uniforme, sia in verticale che in orizzontale; l'allineamento deve essere regolare; deve essere usata sabbia di granulometria differente in funzione dello spessore dei giunti (massimo 2 mm per giunti di spessore di 5 mm; massimo 3 mm per giunti di spessore compreso fra 5 e 15; massimo 5 mm per giunti di spessore superiore a 15 mm). I giunti devono essere rifiniti o mediante costipazione (ovvero ripassando il giunto, a malta ancora tenera, con un ferro sagomato) ovvero mediante rigiuntaggio (asportazione della malta di allettamento per una profondità di circa 1,5 cm, riempimento con malta grassa di cemento e sabbia e successiva costipazione con ferri sagomati). La forma dei ferri può dare origine a giunti cosiddetti a sguincio, ad angolo, rotondo, quadrato.

Altrettanto importante è la pulizia della parete, per asportare con una spazzola tenera o con una spugna, e con abbondante acqua pulita, la malta eventualmente caduta sui mattoni.

Muratura armata

La normativa italiana parla per la prima volta di muratura armata nel Decreto ministeriale 19 giugno 1984 "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche"; muratura armata intesa comunque come "sistema costruttivo a pannelli portanti prefabbricati o costruiti in opera".

Il Decreto ministeriale 24 gennaio 1986 ripropose esattamente lo stesso orientamento e pertanto il sistema "muratura armata" richiese l'omologazione da parte della Presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici, da rinnovare ogni tre anni. Oggi, con il Decreto 16 gennaio 1996, la muratura armata è considerata

metodo costruttivo al pari delle strutture intelaiate, in legno e in laterizio normale e quindi non necessita di omologazione.

La definizione di muratura armata, ricavata da alcuni passi del punto C.5.3.1. del decreto, è:

"Per muratura armata si intende una muratura costituita da elementi resistenti aventi le caratteristiche di cui al punto 1.2.2. del Decreto ministeriale 20 novembre 1987, e collegati esclusivamente mediante malta cementizia M2, M1, con armature metalliche verticali e orizzontali che le conferiscono continuità e resistenza a trazione"

Il richiamo al punto 1.2.2. del Decreto ministeriale 20 novembre 1987 stabilisce che gli elementi resistenti devono essere elementi resistenti artificiali, in laterizio normale o alleggerito e in calcestruzzo normale o alleggerito.

Le Regole Generali (C.5.1., punto a) stabiliscono l'impiego di elementi semipieni (percentuale di foratura massima $F/A=45\%$).

La resistenza caratteristica richiesta è molto bassa (70 kg/cm^2 per i pieni e 50 kg/cm^2 per i semipieni).

Inoltre sono richiesti 15 kg/cm^2 per i semipieni nel piano della muratura, in direzione ortogonale ai carichi verticali.

Le altezze realizzabili in zona sismica, con struttura in muratura armata, sono le seguenti:

S=6	S=9	S=12
25 m	19 m	13 m

(Si rammenta che con muratura ordinaria i vincoli sono rispettivamente di 16 m, 11 m e 7,5 m).

Con il nuovo decreto sono possibili due metodi di calcolo:

- dimensionamento semplificato
- analisi statica come struttura intelaiata

Il dimensionamento semplificato si può applicare rispettando specifiche prescrizioni (evidenziate anche muratura ordinaria), con interessanti agevolazioni sulle percentuali di muratura e sul coefficiente riduttivo dell'area della muratura di piano; mentre il calcolo a struttura intelaiata va fatto in tutti gli altri casi.

Lo spessore minimo ammesso è il maggiore fra:

- $1/14$ dell'altezza fra due diaframmi orizzontali (altezza fra l'interasse dei solai)
- cm 24

Il calcolo statico (ma anche quello termico!) può naturalmente richiedere spessori maggiori.

L'armatura verticale (4 cm^2) va posta all'estremità del pannello murario e comunque a interasse non superiore a m 5,0.

L'armatura orizzontale, per interpiani minori di m 4,0, coinciderà con l'armatura dei cordoli di solaio (8 cm^2 , ϕ min. 16, st. ϕ 6/25"). Per interpiani superiori andrà aggiunta armatura orizzontale localizzata (4 cm^2).

L'armatura orizzontale andrà integrata con ferri ϕ 5 ogni 60 cm.

Al punto C.5.3.3.4. sono indicate le prescrizioni sulle armature diffuse, anche verticali, richieste per i fabbricati con coefficiente di importanza $I > 1$.

Il decreto stabilisce che la muratura armata può sopportare **tensioni doppie** rispetto a quelle ammissibili nella muratura ordinaria.

Muratura cava

Nelle murature a più teste, disponendo opportunamente i mattoni, si possono ottenere cavità che contribuiscono a migliorare l'isolamento termico. Naturalmente le cavità possono essere riempite con materiali isolanti sfusi o, qualora si voglia aumentare la resistenza meccanica, con calcestruzzo normale o leggero.

Muratura di tamponamento

La muratura di tamponamento (o di tompagno) è una muratura di chiusura d'ambito esterno di strutture intelaiate, in cemento armato o in acciaio, generalmente intonacata. Può essere eseguita sia in monostrato che a doppio strato, con intercapedine vuota o riempita di materiale isolante.

Muratura listata

Per migliorare le prestazioni statiche delle murature di pietrame (pietra naturale non squadrata), a intervalli di circa 80÷100 cm vengono inseriti due o tre corsi orizzontali di mattoni, allo scopo di ricreare superfici piane.

Molto spesso anche gli spigoli sono realizzati in mattoni, per aumentarne la resistenza e l'affidabilità.

In zona sismica, e per gli edifici con non più di due piani fuori terra, la muratura di pietrame è ammessa solo se listata, con interasse delle listature non superiore a 1,5 m, con impiego di malta cementizia.

Muratura mista

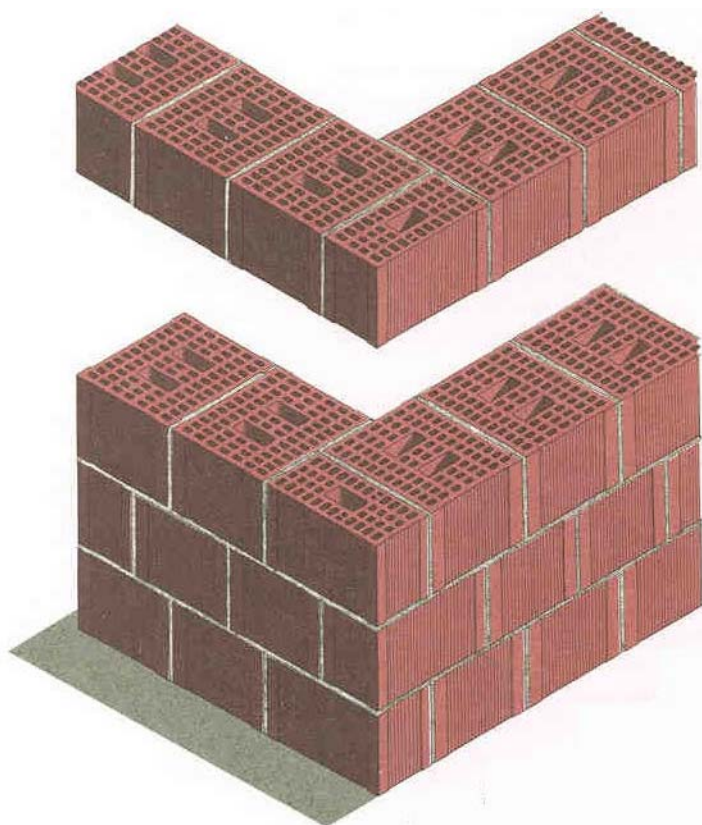
E' una muratura realizzata con due o più tipi di laterizio. Solitamente si realizza con due pareti verticali accoppiate, fra loro ammorsate, senza camera d'aria.

Per avere un comportamento omogeneo sotto carico, è bene che i laterizi impiegati siano simili per resistenza meccanica, modulo elastico, coefficiente di variazione.

Muratura monostrato

E' una muratura realizzata con blocchi a tutto spessore di muro. I blocchi impiegati devono assumere contemporaneamente le funzioni statiche e termiche.

Questo tipo di muratura ha avuto un particolare sviluppo in seguito alla produzione di laterizio alleggerito in pasta, di grande formato.



Soluzione d'angolo di una muratura monostrato in blocchi Alveolater® con l'impiego del mezzo blocco coordinato.

Normativa

Le norme che regolano le costruzioni in muratura portante sono:

- Legge n° 64 del 2 febbraio 1974
- Decreto ministeriale 20 novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Decreto ministeriale 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche";
- Decreto ministeriale 2 luglio 1981 "Norme per le riparazioni e il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia"

I decreti del 1986 e 1987 sono l'emanazione delle norme tecniche previste dalla legge 64.

Va ricordata anche la Circolare illustrativa 30787, a commento del Decreto ministeriale 20 novembre 1987.

Si può quindi affermare che dopo un lungo periodo di assenza di norme (in precedenza l'unico riferimento era il Regio decreto del 1939) si è avuta una notevole produzione normativa.

Ai nostri fini è sufficiente ricordare che il Decreto ministeriale 20 novembre 1987 prevede un calcolo basato sullo schema dell'articolazione, ipotizzando cioè che i nodi della struttura siano fissi e non consentano la trasmissione di azioni di tipo flettente e quindi si comportino come cerniere.

I singoli pannelli (o maschi) murari si comportano come pilastri incernierati alle estremità e soggetti ad un carico eccentrico (eccentricità dovuta sia ad esempio all'appoggio dei solai, sia a problemi esecutivi).

La norma comunque consente l'impiego anche di schemi statici diversi, ".....purché si tenga adeguatamente conto delle caratteristiche tecniche strutturali del nodo muro-solaio e della parzializzazione delle sezioni".

Ma la norma prevede anche un **dimensionamento semplificato**, che consente di evitare il calcolo quando il fabbricato presenta caratteristiche consolidate dalla pratica costruttiva, ed esattamente quando:

- l'edificio non abbia più di tre piani in muratura entro e fuori terra (due piani fuori terra più un piano interrato se di sola muratura; tre piani fuori terra nel caso di fondazioni in calcestruzzo)
- il rettangolo che circoscrive l'edificio presenti un rapporto fra lato minore e lato maggiore non superiore a 1/3;
- le murature abbiano snellezza minore o al massimo uguale a 12;
- l'area della sezione della muratura sia pari o superiore al 4% dell'area totale in pianta dell'edificio (in entrambe le direzioni principali, considerando i soli muri di lunghezza superiore a 50 cm ed escludendo dal computo dell'area le parti in aggetto, quali balconi e scale);
- la tensione media alla base del piano più basso non superi la tensione ammissibile

$$\sigma = N/(0,65 A) \leq \sigma_m$$

dove N = peso totale dell'edificio (alla base del piano più basso)

A = area totale dei muri portanti (allo stesso piano)

σ_m = tensione ammissibile nella muratura (definita nella tabella A e al punto 2.4.1. della norma)

- si impieghino **elementi artificiali pieni o semipieni** ($F/A \leq 45\%$)

Si riportano anche gli estremi di altre norme che, in modo diretto o indiretto, hanno attinenza con le costruzioni in laterizio.

In campo acustico:

- Circolare 1769 del 30 aprile 1966 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie".
- Circolare 3150 del 22 maggio 1967 "Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici".
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991 (G. U. 8 marzo 1991 n° 57) "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- Legge 26 ottobre 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 (G.U. 22 dicembre 1997 n° 297) "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Per i carichi e sovraccarichi:

- Decreto ministeriale 16 gennaio 1996 (Suppl. n° 19 alla G.U. n° 29 del 5 febbraio 1996) "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circolare 4 luglio 1996 n° 156AA.GG./STC Ministero LL.PP. del 24 maggio 1982 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai carichi, ai sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
- Decreto ministeriale 11 marzo 1988 - Supplemento G.U. n. 127 del 1/6/1988 n.47 "Norme tecniche riguardanti le indagini

sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Per gli aspetti energetici:

- Decreto ministeriale 30 luglio 1986 - G.U. n. 244 del 20/10/1986 "Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici".
- Legge 9 gennaio 1991 n° 10 "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- Decreto 2 aprile 1998 "Certificazione energetica degli edifici"

Per la responsabilità del produttore:

- D.P.R. n. 203 del 24 maggio 1988 "Responsabilità del produttore"

Per l'edilizia scolastica:

- Decreto ministeriale 18 dicembre 1975 - G.U. n. 29 del 2/2/1976 e D.M. 13 settembre 1977 - G.U. n. 338 del 13/12/1977 "Aggiornamento delle norme per edilizia scolastica".

Per il comportamento al fuoco:

- Circolare n. 91 Ministero dell'Interno - 14 settembre 1961 "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile".

Le norme Uni (vedi voce U.N.I.) sono invece fondamentali per l'esatta definizione delle caratteristiche dei prodotti.

Pasta molle

Vedi Processo di produzione del laterizio

Perlater°

Il blocco Perlater° è un blocco in laterizio nel quale le caratteristiche termiche sono ottenute non più miscelando all'argilla sfere di polistirolo o di materiali combustibili, ma grani di perlite espansa. A differenza dei materiali combustibili, la perlite rimane inglobata nella matrice argillosa: la struttura è quindi compatta, senza cavità e, cosa veramente nuova nei laterizi ad alte prestazioni termiche, i blocchi si presentano privi di fori superficiali.

Le prestazioni termiche non differiscono sostanzialmente da quelle dei tradizionali laterizi Alveolater°: la trasmittanza di un muro di spessore di 30 cm, privo di intonaco, realizzato con blocchi con il 45 per cento di foratura è pari a 0,78 W/m²K, contro il valore di 0,72 W/m²K di un blocco di uguale disegno, prodotto con la stessa argilla, alleggerito con polistirolo.

Cresce invece notevolmente la resistenza meccanica caratteristica, che passa da 160 kg/cm² a 260 kg/cm².

A pieno titolo quindi il blocco Perlater^o rientra nel Sistema Alveolater^o in quanto consente l'impiego del laterizio termoisolante anche in strutture particolarmente sollecitate.

Perlater^o è un marchio registrato del Consorzio Alveolater^o



Perlater è un blocco ad alte prestazioni termiche e meccaniche dovute alla presenza uniforme nella massa di un grande numero di granuli di perlite.

Perlite

La perlite è un minerale a basso peso specifico ottenuto da una roccia vulcanica effusiva che, macinata e portata alla temperatura di circa 1000 °C, espande e aumenta fino al 20% il proprio volume, acquistando una estrema leggerezza. Il peso specifico (o densità apparente) in mucchio varia infatti da 30 a 150 kg/m³. La composizione chimica è prevalentemente basata su silice SiO₂ (67% circa) e ossidi di alluminio sotto forma di Al₂O₃ (13% circa), di sodio e di potassio, mentre è assente lo zolfo e quindi è molto simile alla composizione dell'argilla. In edilizia la perlite viene usata sciolta come materiale termoisolante, come inerte nelle malte termoisolanti per la posa dei laterizi o per intonaco e come alleggerimento nella produzione di laterizi alleggeriti.

Viene usata anche in agricoltura, nell'alimentazione animale nell'industria farmaceutica e nella filtrazione dei liquidi (vini, oli vegetali ecc.).

Permeabilità al vapore

In regime invernale, l'aria interna è più calda di quella esterna e quindi può contenere una maggiore quantità di vapore. Si ha così una differenza di pressione, maggiore all'interno e minore all'esterno.

La differenza di pressione instaura un flusso di vapore, dall'interno all'esterno, che si diffonde attraverso le porosità dei materiali costituenti il diaframma di separazione fra i due ambienti.

Per la legge di Fick, la quantità di vapore che attraversa una parete, fra due facce piane e parallele di materiale omogeneo per unità di superficie e di tempo, è proporzionale alla differenza di pressione fra i due piani e inversamente proporzionale alla distanza fra gli stessi, a condizione che in questo intervallo non si verifichi condensa.

Se il diaframma è costituito da un solo materiale omogeneo, in genere al suo interno non si verificano fenomeni di condensa. Se invece il diaframma è costituito da pareti multistrato con differenti caratteristiche termiche, il rischio di condensa è alto.

Il coefficiente di proporzionalità prende il nome di **Permeabilità al Vapore δ_v** e rappresenta la quantità di vapore che passa nell'unità di tempo attraverso una sezione unitaria di una parete di spessore unitario sotto una determinata differenza di pressione.

Le unità di misura della permeabilità sono:

Sistema internazionale S.I. g/s m Pa (grammo/ secondo metro Pascal)

Sistema tecnico S.T. g/h m mmHg (grammo / ora metro mm di mercurio)

La relazione fra le due unità di misura è:

$$\delta_v \text{ SI} = 2,0835 \cdot 10^{-6} \delta_v \text{ ST}$$

Spesso si fa ricorso al fattore di resistenza μ , rapporto fra la permeabilità dell'aria e la permeabilità del materiale. E' un numero adimensionale, sempre > 1 in quanto la permeabilità dell'aria è la massima possibile.

$$\mu = 190 \cdot 10^{-9} / \delta_v$$

Prove sperimentali condotte dal Consorzio Alveolater° presso laboratori ufficiali, secondo la norma UNI 9233, hanno fornito i seguenti valori:

Massa volumica (kg/m ³)	Fattore di resistenza μ	Permeabilità δ_v S.I.	Permeabilità δ_v S.T.
1600 (trafilato, alleggerito con perlite)	12	$1,59 \cdot 10^{-8}$	$0,76 \cdot 10^{-2}$
1630 (confezionato a mano)	10	$1,94 \cdot 10^{-8}$	$0,93 \cdot 10^{-2}$
1610 (trafilato)	9	$2,16 \cdot 10^{-8}$	$1,04 \cdot 10^{-2}$
1580 (trafilato, alleggerito con polistirolo)	8	$2,38 \cdot 10^{-8}$	$1,14 \cdot 10^{-2}$
1390 (confezionato a mano, alleggerito con polistirolo)	6	$3,23 \cdot 10^{-8}$	$1,55 \cdot 10^{-2}$

Permeanza

Se uno strato di permeabilità δ_v ha uno spessore s , il rapporto δ_v/s esprime la permeanza (come il rapporto λ/s esprime la conduttanza termica).

L'inverso s/δ_v esprime la resistenza alla diffusione del vapore (come s/λ esprime la resistenza termica).
La permeanza si esprime in $10^{-9} \text{ g/s m}^2 \text{ Pa}$.

Peso (della parete in muratura)

Il peso di una parete è determinato dalla somma dei pesi dei componenti ed esattamente dai pesi del laterizio, della malta che costituisce i giunti e dell'eventuale intonaco.

A titolo di riferimento si riportano alcuni dati per materiali normali e alveolati (pareti non intonacate).

Tipo di laterizio	Spessore parete (cm)	Peso laterizio (kg)	Malta (l)	Peso totale (kg)
Mattone Uni pieno cm 5,5x12x25	12	155	45	250
Mattone Uni pieno cm 5,5x12x25	25	310	90	500
Tramezza cm 8x25x25	8	46	3	52
Foratoni cm 12x25x25	12	65	4,5	73
Alveolater® 45 cm 12x30x19	12	100	11	118
Alveolater® 45 cm 25x30x19	30	220	29	280
Alveolater® 50 cm 25x30x19	30	190	29	250
Alveolater® 55 cm 25x30x19	30	175	29	235
Alveolater® 60 cm 25x30x19	30	160	20	200

Piattabanda

Si definisce piattabanda o architrave un elemento strutturale posto al di sopra delle aperture per porte e finestre. La piattabanda trasferisce il carico della muratura, sovrastante le aperture, sopra le "spalle" delle aperture stesse. L'architrave deve appoggiare sulle murature per una lunghezza tale da assicurare una buona distribuzione dei carichi, indicativamente non meno di $10 \div 20 \text{ cm}$ ovvero di $2/3$ dello spessore del muro.

I decreti vigenti non affrontano il problema dei carichi concentrati dovuti agli architravi.

Le norme britanniche BS 5628 ammettono sforzi locali maggiorati rispetto alle tensioni ammesse nella muratura e variabili da $1,25 f_k/c$ a $2f_k/c$ (dove f_k è la resistenza caratteristica della muratura e c il coefficiente di sicurezza) in funzione delle soluzioni adottate.

Pieno

Secondo le norme UNI 8942 e i Decreti ministeriali 164 gennaio 1996 e 20 novembre 1987, si definisce pieno un elemento con percentuale di foratura $\leq 15\%$

Ponte termico

Con ponte termico si indica una zona del fabbricato o della singola parete nella quale si concentra il passaggio del calore.

Esempi caratteristici di ponte termico in una costruzione sono:

- i cordoli in calcestruzzo,
- gli architravi delle porte e delle finestre
- le strutture portanti in cemento armato (nel caso di strutture intelaiate)
- gli angoli dei muri perimetrali.

E' certamente interessante poter quantificare le dispersioni dovute ai ponti termici, ai fini del calcolo termico dei fabbricati secondo le norme vigenti; ma ancora più importante è la conoscenza dell'ubicazione delle isoterme $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Infatti a queste temperature, con umidità relativa interna pari o superiore al 70% si innescano muffe e macchie di umidità dovute alla formazione di condensa. Naturalmente è importante anche l'andamento dell'isoterma $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, che indica se c'è possibilità di formazione di ghiaccio all'interno della parete.

Se ad esempio in un nodo solaio-parete le isoterme $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ arretrano all'interno dello spessore del muro senza però incontrare il solaio, non si avranno condense superficiali. Viceversa se le isoterme $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ intersecano il solaio si avrà, in quella zona, formazione di condensa, deposito di pulviscolo e formazioni di muffe.

Pressione parziale di vapore

La pressione parziale di vapore è la pressione che eserciterebbe una quantità di vapore sulle pareti di un ambiente chiuso senza presenza d'aria.

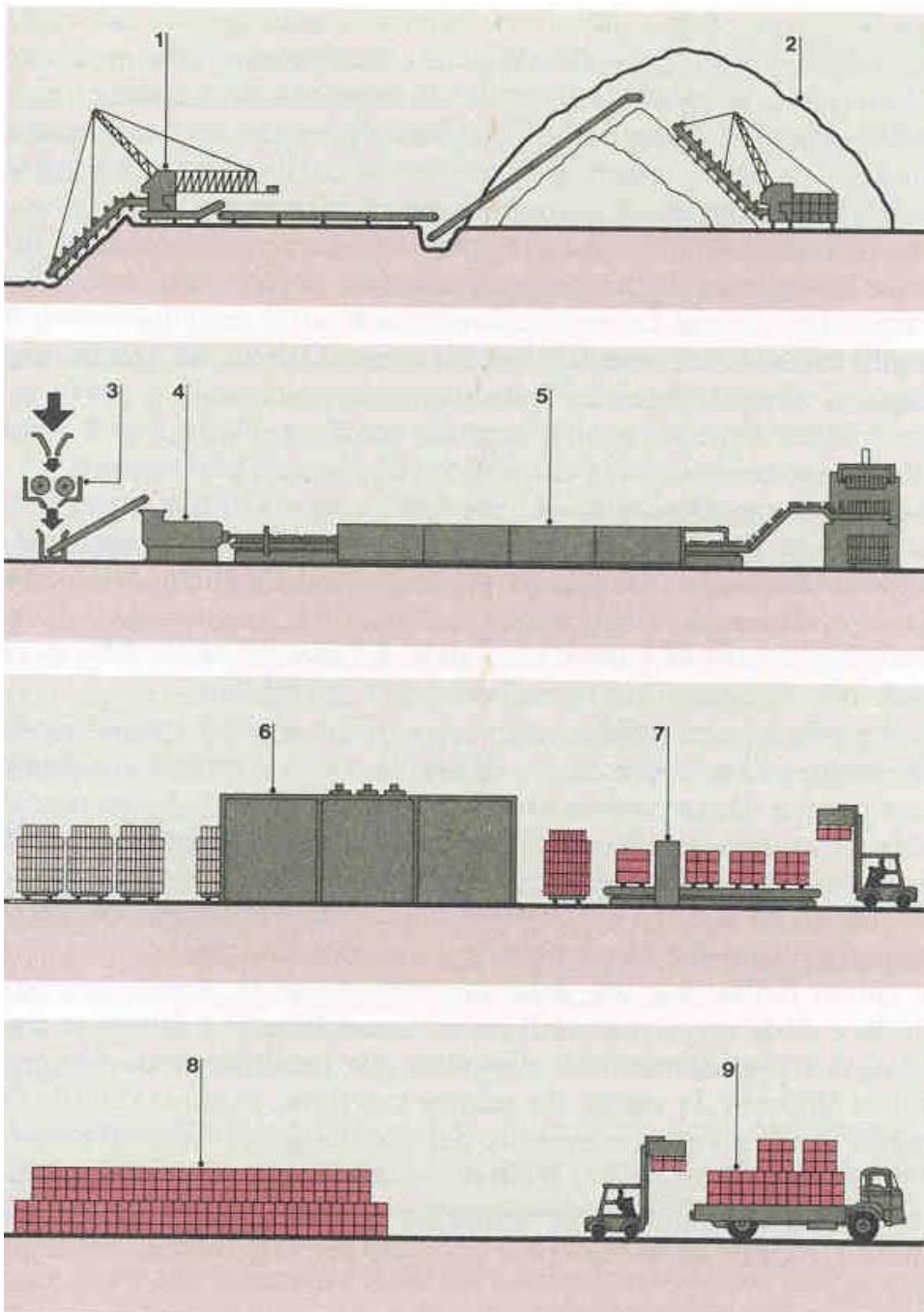
La pressione parziale di vapore dipende dalla temperatura e si misura in Pascal.

Processo di produzione del laterizio

Per ogni fase del ciclo di produzione si possono individuare alcune macchine o impianti fondamentali.

Per l'**escavazione** si fa ricorso a escavatori meccanici a tazze, a escavatori drag-line o a tradizionali macchine per il movimento terra.

La **formazione del cumulo** avviene con l'impiego di autocarri e ruspe.



Ciclo di produzione del laterizio:

- 1.escavazione
- 2.formazione del cumulo e stagionatura dell'argilla
- 3.prelavorazione dell'argilla
- 4.formatura
- 5.essiccazione
- 6.cottura
- 7.imballaggio
- 8.stoccaggio
- 9.carico e spedizione.

Generalmente il cumulo ha una dimensione tale da garantire il quantitativo di argilla necessario per la produzione di un anno.

Il prelievo dal cumulo viene fatto con pale meccaniche che alimentano, direttamente o tramite autocarri, le prime macchine del ciclo, ovvero i cassoni alimentatori.

Superati i cassoni, ha inizio la fase di **prelavorazione**. L'argilla passa attraverso un bagnatore-filtro, nel quale, se necessario, viene aggiunta acqua e vengono comunque tolte le eventuali impurità grossolane (radici, sassi ecc.). Segue quindi il laminatoio, costituito da due cilindri controrotanti, fra loro a distanza di circa un millimetro, che schiacciano, rendendole innocue, le impurità denominate calcinelli (vedi voce Argilla). I laminatoi possono anche essere in numero superiore a uno, generalmente due, il primo con funzione di laminatoio sgrossatore, il secondo di finitore.

Si passa quindi alla **formatura**, che può avvenire secondo due diverse tecnologie: formatura propriamente detta, e trafilatura.

La formatura avviene facendo cadere quantitativi predeterminati di argilla entro forme, metalliche o di legno. Questa sistema di produzione viene anche detto "**produzione in pasta molle**", per la caratteristica consistenza dell'impasto acqua-argilla, e non è altro che la meccanizzazione delle antiche tecniche di produzione.

La **trafilatura** consiste invece nel far passare l'argilla attraverso una filiera. La filiera è posta all'estremità (o bocca) di una mattoniera (estrusore). L'argilla avanza spinta dalle eliche della mattoniera, ovvero da alberi orizzontali paralleli controrotanti dotati sul perimetro di profili elicoidali. I "tasselli" della filiera, se presenti, realizzeranno i vuoti del laterizio trafilato.

Nella prima parte della mattoniera avviene anche l'operazione di degasaggio: l'aria presente nell'argilla viene sottratta mediante una pompa (detta comunemente pompa del vuoto). Aumenta così la compattezza della pasta e quindi la resistenza meccanica del prodotto finito.

Sempre in mattoniera vengono eventualmente introdotti gli additivi per realizzare il laterizio alleggerito in pasta (segatura, sansa di olive, polistirolo, perlite ecc.).

E' chiara la destinazione delle due tecnologie: la tecnica in pasta molle è dedicata ai materiali pieni, generalmente mattoni; la trafilatura è prevalentemente destinata alla produzione di elementi forati (blocchi da muro, da solaio, tavelloni, coppi trafilati).

Le tegole vengono invece prodotte per stampaggio, mediante presse. Prima viene prodotto per trafilatura un elemento pieno, di piccolo spessore, chiamato comunemente galletta. La galletta viene quindi inserita nello stampo e pressata per raggiungere la forma voluta.

Dopo la formatura si passa all'**essiccazione**, un tempo esclusivamente naturale mentre oggi è eseguita in modo artificiale mediante essiccatoi. Gli essiccatoi possono essere del tipo statico (se il materiale rimane fermo nelle camere di essiccazione fino al completamento dell'essiccazione stessa) o continuo, se il materiale da essiccare viene introdotto mediante scaffali in locali detti "gallerie". Quando uno scaffale di materiale cosiddetto "verde" entra, uno scaffale di materiale secco esce.

La soluzione intermedia fra le due dà origine all'essiccatoio semicontinuo.

In funzione della tecnica adottata, la durata di essiccazione può variare da un minimo di 16-18 ore a un massimo di 72 ore. Esistono poi essiccatoi "rapidi", dedicati ai materiali trafilati ad elevata percentuale di foratura, che possono essiccare anche in meno di un'ora. La struttura dell'essiccatoio è completamente diversa: il materiale corre su rulli all'interno di tunnel di essiccazione.

La **cottura** avviene, nella quasi totalità dei casi, in forni a tunnel. Il materiale, caricato sui cosiddetti "carri del forno" in forma di pacchi, per una altezza anche di due metri, ne percorre tutta la lunghezza attraversando le zone di preriscaldamento, cottura, raffreddamento.

Esistono due ulteriori tecniche di cottura: con forno Hoffmann e con forno a cottura rapida.

Nel forno Hoffmann il materiale è fermo mentre i bruciatori, posti sulla volta del forno, vengono progressivamente spostati. Nel forno rapido i singoli blocchi corrono su rulli e percorrono tutta la lunghezza del forno.

A seconda delle tecnologie e dei prodotti, i tempi di cottura variano indicativamente dalle 40 ore dell'Hoffmann alle 2 ore del forno rapido.

L'**imballaggio** può essere realizzato con o senza pedana in legno. Il materiale può essere avvolto con fogli o "cappucci" in materiale plastico termoretraibile, con pellicola plastica estensibile o con reggette metalliche o di plastica. Si usano quindi macchine imballatrici con forno di retrazione, macchine avvolgitrici o macchine reggiatrici.

Le operazioni di **stoccaggio e carico** sono eseguite con carrelli elevatori.

Il forno Hoffmann risale al 1858; la prima applicazione del forno a tunnel in Italia è del 1960.

I primi essiccatoi artificiali sono del 1895.

Gli studi per le prime mattoniere risalgono al 1800; le prime applicazioni pratiche sono degli anni 1850-1870.

La mattoniera progettata secondo i criteri attuali è del 1930.

Qualità

La qualità di un prodotto è data dal rispetto delle caratteristiche prestazionali e delle caratteristiche geometriche fissate dalle norme.

Si può quindi definire una "**qualità prestazionale**", e cioè la capacità del prodotto di rispondere a requisiti e prestazioni prefissate indipendentemente dalle caratteristiche geometriche; e una "**qualità geometrica**", ossia la rispondenza del prodotto a standard di progetto dai quali è lecito presumere determinate qualità del prodotto.

Esempi di qualità prestazionale sono le indicazioni del Decreto ministeriale 16 gennaio 1996 (Norme sulle costruzioni in zona sismica) sulla resistenza caratteristica minima a compressione dei blocchi artificiali semipieni (50 kg/cm^2 a carico verticale, $1,5 \text{ kg/cm}^2$ nel piano della muratura); le indicazioni del Decreto ministeriale 20 novembre 1987 (Norme sulle costruzioni in muratura in zona non sismica) riportate alla prima riga della tabella A, dalla quale è possibile presumere una resistenza

caratteristica minima f_k degli elementi pieni e semipieni di 20 kg/cm² e analogamente dalla tabella B una resistenza caratteristica a taglio in assenza dei carichi verticali f_{vko} di 2 kg/cm².

Le indicazioni geometriche sono ugualmente importanti perchè solo attraverso le prescrizioni geometriche è possibile, in cantiere, verificare l'immediata rispondenza alle norme in vigore e presumere, con ampi margini di attendibilità legati alle numerosissime esperienze di laboratorio, le caratteristiche prestazionali richieste.

Fra le prescrizioni geometriche ci sono le indicazioni sugli spessori minimi delle pareti e dei setti, la limitazione sulle percentuali di foratura e sulla dimensione massima dei fori, le tolleranze dimensionali, la numerosità e la posizione delle eventuali fessurazioni, indicazioni previste dalle Uni 8942 e, nel caso di materiali alveolati, i limiti di peso specifico apparente e di peso dell'argilla cotta alleggerita .

La normativa Cee 89/106 prescrive che i prodotti da costruzione diano garanzie in termini di resistenza meccanica e stabilità, di sicurezza in caso di incendio, di protezione contro il rumore, di risparmio energetico e ritenzione del calore, di igiene e protezione dell'ambiente, di sicurezza nell'impiego.

Il D.P.R. 246 del 21 aprile 1993 ne è il regolamento di attuazione in Italia, e quindi i prodotti da costruzione dovranno obbligatoriamente portare il marchio CE. Basta qui ricordare che il marchio CE può essere posto solo su prodotti per i quali il fabbricante possa rilasciare un "Attestato di Conformità" che presuppone un sistema di controllo della produzione che permetta di stabilirne la rispondenza alle specifiche tecniche. Sono previste diverse procedure e metodi di controllo della conformità, che prevedono anche il controllo interno permanente della produzione in fabbrica.

Una delle ipotesi, certamente la più qualificante, prevede una ispezione della fabbrica da parte di un organismo ufficialmente riconosciuto, allo scopo di valutarne l'idoneità (ossia la capacità di tenere sotto controllo il processo produttivo mediante procedure interne di carattere organizzativo), basandosi sulle norme Uni EN 29000 (cfr. voce Controllo di Qualità).

Reazione al fuoco

Il Decreto ministero degli interni 14 gennaio 1985 fissa 5 classi di reazione al fuoco, con valore crescente da 1 a 5. Tali classi individuano la partecipazione del materiale alla propagazione dell'incendio.

Esiste poi la Classe 0, attribuita ai materiali che non contribuiscono alla propagazione dell'incendio. Il laterizio, avendo come materia prima l'argilla, e quindi un materiale composto da ossidi, solfati, carbonati, silice e silicati, risponde ai requisiti richiesti dal decreto citato per i materiali di classe 0. Ad esso quindi va attribuita la **"Classe di reazione al fuoco 0"** senza la necessità di sottoporlo alla prova di non combustibilità secondo ISO DIS 1182.2.

Materiali aggiunti per motivi tecnologici, quali polistirolo, segatura, sansa di olive, polvere di carbone ecc., avendo subito un ciclo di cottura con permanenza di alcune ore alla temperatura di 900 - 1000 °C, non lasciano traccia di incombusti nel prodotto finito e non ne modificano il comportamento al fuoco, dato che tali sostanze vengono completamente eliminate in fase di cottura e non possono essere pertanto considerate componenti del prodotto finito.

Resistenza a compressione

Secondo il Decreto ministeriale 20 novembre 1987, la resistenza caratteristica a compressione di una muratura si determina per via sperimentale su almeno sei campioni di muro costituiti da non meno di tre corsi di elementi resistenti. La lunghezza del campione deve essere pari ad almeno due lunghezze di blocco e il rapporto altezza/spessore deve variare tra 2,4 e 5.

La resistenza caratteristica è data dalla relazione

$$f_k = f_m - ks$$

con f_m = resistenza media

s = stima dello scarto

k = coefficiente dato dalla tabella

Numero campioni	6	8	10	12	20
k	2,33	2,19	2,10	2,05	1,93

Per murature in elementi artificiali pieni e semipieni, la resistenza può essere valutata anche in funzione delle proprietà dei componenti ricorrendo alla tabella A inserita nel testo di legge.

Il Consiglio superiore dei Lavori pubblici, con delibera n. 404 del 28 settembre 1989, ha stabilito che la prova di compressione su muretti può essere realizzata soltanto per la qualificazione iniziale dei blocchi forati, e quindi effettuata "una tantum", potendosi poi effettuare successivamente, a cadenza annuale, le sole prove sui blocchi. Questo naturalmente purché le caratteristiche geometriche e meccaniche dei blocchi non risultino variate.

A parità di malta, la resistenza a compressione di una muratura realizzata con laterizio alveolato è certamente più bassa della resistenza che si ha con un laterizio non alveolato di uguali caratteristiche geometriche.

Secondo la tabella A del Decreto citato, la riduzione però non è proporzionale alla riduzione di resistenza del blocco. Supponiamo infatti di avere blocchi semipieni non alveolati con resistenza caratteristica di 40 N/mm^2 , blocchi semipieni alveolati di uguale disegno con resistenza caratteristica di 10 N/mm^2 , e malta M1. Dalla tabella A, nel primo caso si avrà una resistenza caratteristica di $14,3 \text{ N/mm}^2$ e nel secondo caso di $6,2 \text{ N/mm}^2$.

In sostanza, dal rapporto 1:4 della resistenza dei blocchi si passa a un rapporto 1:2,3 della resistenza del muro.

Impiegando malta M3 il rapporto passa a 1:2,2.

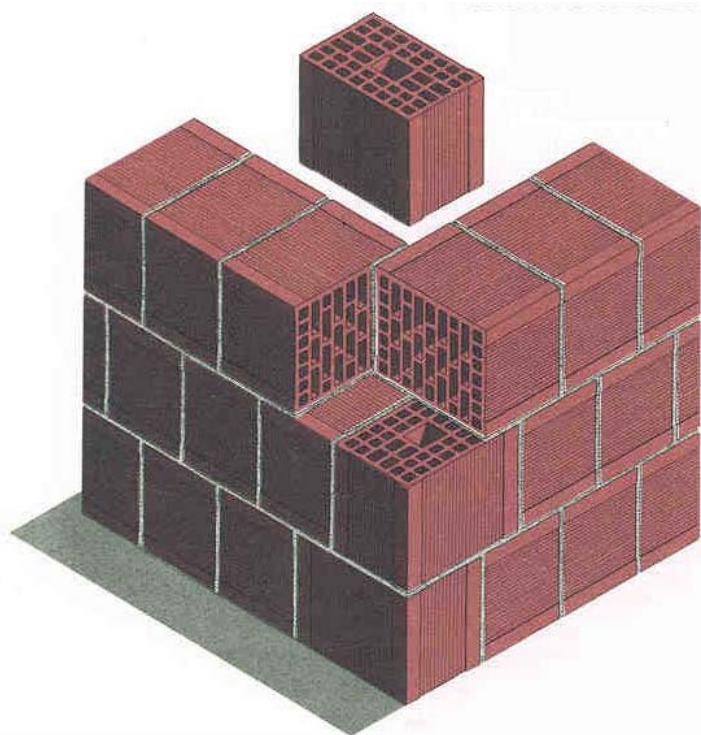
Resistenza a taglio

Il Decreto ministeriale 20 novembre 1987 prescrive che la determinazione della resistenza a taglio della muratura f_{vko} in assenza di carichi verticali venga effettuata mediante prove di compressione diagonale su sei muretti e la resistenza caratteristica sia ricavata dalla resistenza media secondo la relazione

$$f_{vko} = 0,7 f_{vm}$$

Analogamente alla determinazione della resistenza a compressione, i muretti di prova devono essere costituiti da non meno di tre corsi di elementi resistenti. La lunghezza del campione deve essere pari ad almeno due lunghezze di blocco e il rapporto altezza/spessore deve variare tra 2,4 e 5.

Per murature in elementi artificiali pieni e semipieni, la resistenza a taglio può essere valutata anche in funzione delle proprietà dei componenti ricorrendo alla tabella B inserita nel testo di legge.



Muratura in blocchi Alveolater® portanti a fori orizzontali. Gli elementi coordinati terminali devono essere posti in opera a fori verticali.

Resistenza al fuoco (e qualifica R.E.I.)

La Circolare 91/1961 del Ministero degli Interni fissa, per i fabbricati civili con struttura di acciaio, 7 classi:

Classe 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180.

Il numero indicativo di ogni classe esprime il carico di incendio virtuale, in kg/m^2 di legna standard. Detto numero indicativo esprime anche in minuti primi la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alla struttura o all'elemento costruttivo in esame.

La Classe si determina in base alla formula

$$C = k q$$

in cui

C è il numero indicativo della classe

q è il carico di incendio dichiarato (in kg di legna /m²)

K è un coefficiente di riduzione che tiene conto delle condizioni reali di incendio del locale o del piano nel complesso dell'edificio.

Le sigle **R**, **E**, **I**, associate al numero indicativo della classe, rappresentano la capacità di **R**esistenza meccanica, **T**enuta ai fumi e **I**solamento termico della struttura in esame.

Classi e sigle valgono attualmente per tutti i tipi di strutture.

Prove sperimentali eseguite su strutture intonacate realizzate con laterizi Alveolater^o hanno fornito i seguenti risultati:

Laterizio classe Alveolater®	Spessore parete (cm)	Classe R.E.I.	Certificato Ist. Giordano
60	10+3	90	14561/1987
60	12,5+3	120	38770/0043/90
60	15+3	180	11605/1987
55	25+3	180	38771/0044/90
45	12+3	180	14242/1987
Solaio Alveolater (non inton.)	20+4	60	61677/1063RF/92

Resistenza termica

Si definisce Resistenza termica l'inverso della trasmittanza K (vedi Trasmittanza) depurata dei coefficienti liminari. E' espressa dalla relazione

$$R = \frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}$$

La parete si oppone al flusso termico con una resistenza R che è la somma delle resistenze interne ($\sum s/\lambda$) messe in serie. Infatti, nel caso la parete di superficie S sia costituita da più strati di materiale di diversa conduttività di spessore s_i , paralleli fra loro e perpendicolari al flusso di calore, si avrà

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{s_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_e}$$

Rinzaffo

Il rinzaffo è un pre-trattamento della parete da intonacare (necessario soprattutto nel caso di supporto non omogeneo) fatto allo scopo di ottenere un fondo con uniforme capacità assorbente.

Il fondo uniforme garantisce una uniforme asciugatura dell'intonaco, riducendo il pericolo di formazione di cavillature o crepe.

Va realizzato con sabbia grossa e applicato a spessore il più possibile costante.

Secondo le norme tedesche Din 18550, prima di effettuare il primo strato di intonaco vero e proprio bisogna aspettare almeno 12 ore. Si raccomanda tuttavia di fare intercorrere almeno una settimana.

Rumore (Protezione dal rumore aereo).

La protezione dal rumore aereo si ottiene attraverso l'isolamento e l'assorbimento acustico.

Isolamento acustico: si riferisce all'attraversamento di una struttura (solaio, parete..) da parte dell'energia sonora che incide su di essa. Il grado di isolamento sarà tanto migliore quanto più piccola sarà la quota di energia sonora che attraversa la struttura stessa.

Il livello di isolamento acustico si verifica sperimentalmente in opera secondo la norma ISO 140/4.

Il potere fonoisolante di un materiale si verifica in laboratorio secondo la norma ISO 140/3

L'isolamento acustico, misurato in opera, è sempre minore del potere fonoisolante, misurato in laboratorio. La differenza fra le due misure può essere anche piuttosto sensibile, dell'ordine di 5 dB e, in condizioni particolarmente sfavorevoli, anche di 10 dB ed è dovuta ai cammini di fiancheggiamento o ponti acustici sempre presenti nelle costruzioni.

Nel caso di pareti omogenee, il potere fonoisolante (e l'isolamento acustico) è funzione della massa della parete (Legge di Massa); nel caso di pareti pluristrato il potere fonoisolante è legato alla risonanza.

Per proteggersi quindi dai rumori aerei bisogna fare ricorso o a pareti monostrato di elevato peso o a pareti pluristrato realizzate in modo che le strutture che le compongono abbiano diversi spessori e pesi e quindi diverse frequenze di risonanza.

Per una parete semplice, se la massa raddoppia, il potere fonoisolante medio aumenta di 4 dB; se la frequenza raddoppia, a parità di massa, il potere fonoisolante aumenta di 4 dB.

In laboratorio, su pareti intonacate monostrato in laterizio Alveolater°, si sono ottenuti i seguenti risultati:

Laterizio classe Alveolater®	Spessore parete (cm)	Potere fonoisolante (dB a 500 Hz)	Certificato Ist. Giordano
60	10+3	40	13801/1987
60	15+3	41	13803/1987
60	20+3	42	4353/1983
60	37+3	45	14404/1987
45	12+3	41	13727/1987
45	30+3	44	13728/1987

Altre prove, organizzate dall'Andil, Associazione Nazionale Industriali dei Laterizi, e realizzate dall'Università di Parma, hanno dato i risultati, ancora più positivi, di seguito riportati.

Laterizio tipo	Spessore parete (cm)	Potere fonoisolante (dB a 500 Hz)
Tramezza	8+3	42,5
Semipieno	25	38
Semipieno	25+3	51,5
Mattone a due teste	25+3	51
Mattone a tre teste	37,5+3	52,5
Mattone semipieno a due teste	25+3	51
Semipieno alveolato	30+3	46,5
Tramezza cm 8+4+12	24+4,5	47,5
Tramezza con lana di vetro	24+4,5	51,5

Assorbimento acustico: è la quantità di energia sonora prodotta in un ambiente che viene dissipata all'interno dell'ambiente stesso. E' necessario ricorrere all'assorbimento acustico quando il livello sonoro interno è troppo elevato (lavorazioni rumorose) o quando si hanno disturbi nell'ascolto (sale di spettacolo, di riunione).

L'assorbimento acustico di un ambiente può essere modificato applicando materiali ad elevato assorbimento.

Il coefficiente di assorbimento acustico viene determinato in camera riverberante secondo ISO 354. La valutazione è effettuata misurando il tempo di riverberazione della camera con e senza materiale fonoassorbente.

Il coefficiente di assorbimento α è definito dal rapporto fra l'energia sonora assorbita E_a e l'energia sonora incidente E_i .

$$\alpha = E_a / E_i$$

Rumore (Protezione dal rumore di calpestio o impattivo)

La protezione dal rumore impattivo, prevalentemente dovuto al calpestio sui solai di civile abitazione, si ottiene evitando la trasmissione del rumore attraverso le strutture portanti

dell'edificio, ricorrendo quindi a pavimenti galleggianti, staccati dalle strutture e posti in opera su strati ammortizzanti (sughero, polistirolo estruso ecc.), evitando che i tramezzi vengano forzati sotto i solai ma siano separati mediante una banda di materiale comprimibile, staccando i battiscopa dal pavimento, montando le tubazioni mediante manicotti elastici, montando gli impianti su culle galleggianti staccate dal pavimento.

Rumore aereo

Rumore che si propaga all'interno di una struttura esclusivamente per via aerea (ad esempio, rumore da traffico stradale all'interno di una abitazione)

Rumore impattivo

Rumore generato dalla percussione su di una struttura (ad esempio, rumore di calpestio sui solai di una abitazione). Viene simulato in laboratorio attraverso un generatore meccanico normalizzato. Le norme ISO prevedono due tipi di prova:

ISO 140 parte VI per l'esame di un solaio completo

ISO 140 parte VIII per l'esame di un rivestimento di pavimento da allestire su solaio standard.

Semipieno

Secondo i Decreti ministeriali 20 novembre 1987 e 16 gennaio 1996, si definiscono Semipieni i mattoni e i blocchi con percentuale di foratura $15\% < F/A \leq 45\%$

Diversa è la classificazione secondo Uni 8942/86 (vedi voce Classificazione).

Sfalsamento dei giunti (*Legatura del muro*)

Allo scopo di distribuire uniformemente carichi e forze nel corpo murario, il muro va legato, ossia i giunti verticali devono essere sfalsati. La misura dello sfalsamento è, di norma, pari alla metà della lunghezza del mattone o del blocco. Norme tedesche stabiliscono che lo sfalsamento minimo debba essere assunto come il maggiore fra i due valori

$$s = 0,4 h$$

$$s = 4,5 \text{ cm}$$

con h = altezza del mattone o del blocco

e che l'altezza del blocco non possa superare la sua larghezza.

Lo sfasamento definisce il tempo che l'onda termica impiega per passare dal lato esterno al lato interno di una parete d'ambito esterno di una costruzione.

Per le pareti esterne di fabbricati destinati a residenza generalmente vengono raccomandati i seguenti valori minimi:

- pareti a est, nord-est e nord-ovest 6 - 8 ore
- pareti a sud e sud-est 8 ore
- pareti a ovest e sud-ovest 8 - 10 ore

Un muro in laterizio alveolato, di 30 cm di spessore, intonacato da entrambi i lati, ha uno sfasamento di circa 12 ore.

Tagliafuoco

Viene definita tagliafuoco una parete destinata a realizzare, all'interno di un fabbricato e in caso di incendio, un comparto particolarmente protetto dall'azione del fuoco.

Generalmente tali pareti devono avere una qualifica R.E.I. non inferiore a 120.

Vedi a questo proposito anche la voce Resistenza al fuoco e qualifica R.E.I.

Tagliola o traccia *(per l'inserimento di impianti)*

Le normative italiane non parlano espressamente di modalità di esecuzione e di dimensione massima delle tracce o tagliole per l'alloggiamento degli impianti. Certamente però vanno eseguite con cautela e in modo strettamente legato allo spessore del muro interessato. Le norme tedesche Din 1073 regolano con molta attenzione questo fatto e consentono la realizzazione di tracce nelle murature portanti soltanto se lo spessore del muro è pari o superiore a 24 cm. In questo caso la profondità non può superare 3 cm e la larghezza 6 cm. Nei muri di spessore pari o superiore a cm 36,5 si possono realizzare tracce fino alla dimensione massima di cm 6 x 6.

In ogni caso, se le tracce non sono state realizzate mediante una opportuna disposizione dei pezzi durante la costruzione del muro, possono essere eseguite soltanto con operazioni di fresatura e non a scalpello.

Analogamente è normata la dimensione dei vani per l'alloggiamento delle apparecchiature (ad esempio dei corpi scaldanti).

Delle tracce parla diffusamente anche l'Eurocodice 6 (vedi Quaderno n° 5)

Temperatura delle superfici interne delle pareti

Per esigenze fisiologiche, la temperatura della superficie di una parete che delimita un ambiente deve essere funzione della temperatura dell'aria dell'ambiente stesso e compresa entro limiti piuttosto ristretti. Indicativamente lo scarto massimo fra aria ambiente e temperatura superficiale deve essere di 2 - 3 gradi al massimo.

La parete andrà quindi progettata in modo che la trasmittanza sia tale da assicurare le temperature superficiali richieste.

Rapporto fra la temperatura superficiale della parete e dell'aria ambiente

Temp. aria (°C)	Parete confortevole (°C)	Parete troppo calda (°C)	Parete troppo fredda (°C)
14	26	34	19
16	22	27	16
18	20	24	14
20	17	21	12
22	14	18	10

Tessitura del muro

La dimensione dei mattoni, il loro colore, le dimensioni e il colore dei giunti di malta, le soluzioni adottate per risolvere i punti singolari (angoli, sporgenze, piattabande ecc.) determinano la tessitura del muro. La parola "tessitura" definisce quindi gli effetti cromatici ed estetici delle pareti in laterizio a faccia a vista.

La stessa parola può anche indicare soltanto la disposizione dei mattoni nel corpo della muratura (cfr. Disposizione dei mattoni).

Tolleranze dimensionali

Secondo la norma Uni 8942, la tolleranza sulle dimensioni dichiarate risulta:

Dimensioni	Prodotti con massa normale	Prodotti con massa alveolata
Lunghezza nel senso dei fori	± 4% (max ± 8 mm)	± 4% (max ± 8 mm)
Altre dimensioni	± 3% (max ± 6 mm)	± 3% (max ± 6 mm)
Spessore pareti		
esterne	7 mm min	10 mm min
interne	6 mm min	7 mm min
	Prodotti da rivestimento	Prodotti rettificati, calibrati, pressati
Lunghezza nel senso dei fori	± 3% (max ± 3 mm)	± 1% (max ± 5 mm)
Altre dimensioni	± 2% (max ± 5 mm)	± 1% (max ± 1 mm)
Spessore pareti		
esterne	15 mm min	Stessi limiti a seconda se
interne	6 mm min	comuni o da rivestimento

Le norme Uni non distinguono fra laterizi portanti o per tamponamento e si trovano quindi in contrasto con il Decreto ministeriale 20 novembre 1987. Il decreto fissa in 8 mm lo spessore dei setti interni e in 10 mm lo spessore delle pareti esterne dei blocchi portanti; ammette una tolleranza del 10% sullo spessore dei setti interni, ma tale tolleranza è prevista esclusivamente per tenere conto di eventuali deformazioni del blocco o della filiera in fase di trafilatura. Lo spessore dei setti deve quindi essere di 8 mm; uno o più setti di una stessa fila, orizzontale o verticale, possono avere spessore inferiore a 8 mm, fino a un minimo di 7,2 mm, purché la media dello spessore dei setti della fila in esame sia non inferiore a 8 mm.

Le norme Uni sono in contrasto anche con il Decreto per le costruzioni in zona sismica, che fissa in 12 mm lo spessore delle pareti esterne.

In entrambi i casi i decreti non ammettono tolleranza sullo spessore minimo dei muri, al netto degli intonaci, e quindi dei blocchi (nel caso di pareti monostrato), tolleranza prevista invece dalle norme (3%, max ± 3 mm; 4%; max ± 8 mm per la lunghezza nel senso dei fori).

Il regolamento tecnico del Consorzio Alveolater^o recepisce integralmente le indicazioni dei decreti ministeriali per i materiali portanti.

Tenendo poi conto che la norma Uni non distingue tra materiali portanti e di tamponamento, ha ritenuto di portare a 8 mm e a 6 mm lo spessore minimo rispettivamente per pareti perimetrali e per setti interni dei prodotti di classe 60, ad esclusivo uso di tamponamento.

Trafilato - Trafilatura

Vedi Processo di produzione del laterizio

Tramezzatura

Per tramezzatura si intende ogni chiusura d'ambito interno, non portante.

Le tramezzature in laterizio, o divisori in laterizio, vengono generalmente realizzate con elementi forati di modesto spessore (8÷10 cm), posti in opera a fori orizzontali. Sono da qualche tempo in commercio anche elementi in laterizio alveolato, sempre di spessore 8 o 10 cm, a bassa percentuale di foratura (45% circa) con posa in opera prevalentemente a fori verticali (non mancano tuttavia esempi di posa a fori orizzontali).

Da esperienze condotte dall'Andil, Associazione nazionale degli industriali dei laterizi, la tramezzatura in laterizio alveolato a bassa percentuale di foratura consente un leggero miglioramento del comportamento acustico.

A sostanziale parità di potere fonoisolante a 500 Hz (circa 42 dB), la parete in laterizio alveolato ha un migliore potere fonoisolante nelle frequenze comprese fra 100 e 250 Hz, tipiche delle voce umana.

Qualora si voglia aumentare in modo rilevante l'isolamento acustico, si dovranno prevedere tramezzature in doppio strato, costituite da due tavolati, meglio se di diverso spessore in modo da evitare fenomeni di risonanza. Pareti di cm 8 e di cm 12, con intercapedine di cm 4, hanno un potere fonoisolante di 47,5 dB, che può aumentare fino a 51,5 dB inserendo nell'intercapedine un materassino di lana di roccia di 4 cm.

Volendo poi evitare la trasmissione del rumore attraverso i solai, la tramezzatura dovrà appoggiare su di una base elastica. Analogamente alla sommità dei tramezzi sarà vantaggioso utilizzare un elemento elastico di raccordo con il soffitto. Con questa soluzione si evita inoltre che la tramezzatura costituisca un vincolo non previsto nel regime statico del solaio. Si elimina così il rischio di sforzi secondari.

Trasmissione del calore

La trasmissione del calore può avvenire in tre modi distinti ed esattamente:

- per conduzione o conduttività
- per convezione o trasporto materiale
- per irraggiamento o radiazione.

La trasmissione per conduzione è un fenomeno interamente molecolare, senza alcun trasporto di materia o movimento visibile. E' il caso ad esempio di un'asta metallica riscaldata ad una estremità. Il calore si trasporta all'interno dell'asta, gradualmente, fino all'altra estremità.

La trasmissione per convezione si verifica invece per trasporto materiale. E' quello che avviene riscaldando un liquido contenuto in un recipiente. Si crea una corrente ascendente di liquido caldo ed una corrente discendente di liquido freddo.

La trasmissione per irraggiamento è del tutto simile alla trasmissione del calore solare: avvicinandosi ad una sorgente a più elevata temperatura, un corpo ne assorbe l'energia radiante e la trasforma integralmente in calore proprio. Il trasporto di energia si ha senza alcun intermediario materiale e quindi può avvenire anche nel vuoto.

Trasmittanza (in regime stazionario)

Il flusso di calore che attraversa una parete a facce piane parallele, costituita da materiale omogeneo e isotropo, posta fra due ambienti a temperatura diversa è dato dalla formula generale:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} (t_i - t_e) s$$

posto

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e} \right)^{-1}$$

si ha

$$Q = K(t_i - t_e) s$$

dove K è detto Trasmittanza, ed esprime la quantità di calore che si propaga in un'ora in regime stazionario attraverso 1 m² di parete quando la differenza di temperatura dell'aria a contatto con le due facce delimitanti la parete stessa è di 1 °C. L'unità di misura è kcal /hm²°C oppure W/m²K.

Umidità dell'aria

L'aria è in grado di assumere umidità sotto forma di vapore. Aumentando la temperatura dell'aria, aumenta anche la quantità di umidità che può essere assorbita. Se il contenuto di vapore dell'aria umida è inferiore alla quantità massima possibile per quelle condizioni di temperatura (il quantitativo massimo è detto "di saturazione") la pressione parziale di vapore è proporzionalmente inferiore alla tensione di saturazione.

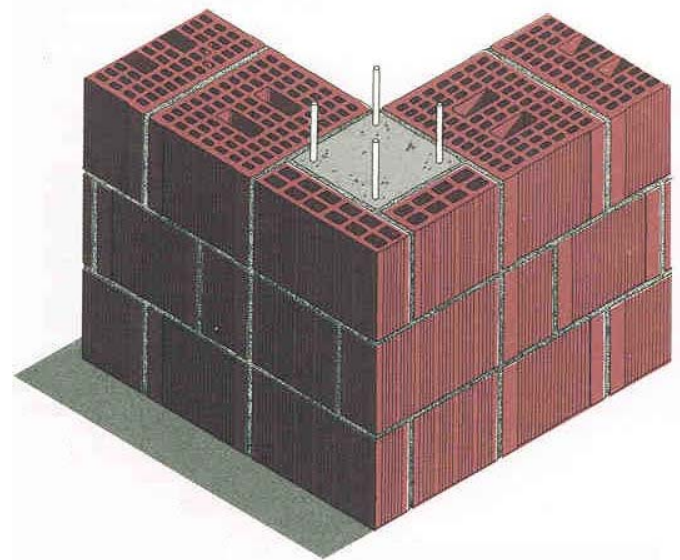
Il rapporto fra pressione parziale di vapore e tensione di saturazione di vapore è detto "umidità relativa dell'aria".

C'è differenza fra umidità relativa e umidità assoluta dell'aria. L'umidità assoluta infatti è il contenuto effettivo di acqua presente in un metrocubo di aria, espresso in grammi. Aria a 20 °C e 40% di umidità relativa ha una umidità assoluta di 6,9 g/m³; aria a -5 °C e 95% di umidità relativa ha una umidità assoluta di 3 g/m³.

Pertanto, sebbene l'umidità relativa dell'aria a 20 °C sia meno della metà di quella dell'aria a -5 °C, il suo tenore di umidità assoluta è più del doppio.

Molto semplicemente: l'aria fredda è più asciutta dell'aria calda.

Muratura in blocchi Alveolater® e tavole in laterizio Alveolater® per l'attenuazione del ponte termico in corrispondenza di cordoli verticali o di pilastri d'angolo.



Umidità di costruzione

Si definisce umidità di costruzione l'umidità accumulata dai singoli componenti durante la costruzione del manufatto edile (muro, solaio ecc.).

Può essere suddivisa in umidità voluta e umidità non voluta.

- Umidità voluta. E' l'umidità che si accumula dovuta all'acqua delle malte, della bagnatura dei laterizi, dei massetti, delle solette in calcestruzzo, dell'intonaco ecc.

- Umidità non voluta. E' l'umidità dovuta all'acqua piovana, che può penetrare in componenti edilizi non protetti (ad esempio, all'interno delle murature o all'interno di solai con elementi forati in laterizio, legno ecc.

L'umidità dovrà evaporare fino a raggiungere l'equilibrio con l'ambiente.

Il fenomeno della asciugatura delle murature è legato alla superficie di contatto con l'aria e alla permeabilità interna del materiale.

Con la formula di Cadiergues sono calcolabili i tempi di essiccazione di una parete che abbia tutte e due le facce a contatto con l'aria esterna (è anche il caso di un edificio con finestre aperte).

La formula orientativa è la seguente:

$$t = c \times d^2$$

dove

t = tempo

c = coefficiente dipendente dal materiale

d = spessore della parete

I coefficienti di tempo risultano dalla tabella.

Materiali	Coefficienti di tempo (c)
Malta di calce aerea	0,24 – 0,26
Laterizio alveolato (*)	0,22 – 0,30
Laterizio	0,28 – 1,20
Calcestruzzo leggero	1,10 – 1,30
Malta bastarda	1,00 – 1,10
Calcestruzzo normale	1,50 – 1,80
Malta di cemento	2,00 – 2,50

(*) La variabilità del coefficiente è in funzione della densità apparente degli elementi e diminuisce al diminuire di questa.

I tempi di essiccazione di una parete in laterizio alveolato intonacato con malta bastarda con spessore di circa 1 cm, e in contatto con l'aria esterna nelle due facce sono mediamente di 350-400 giorni, mentre una parete in calcestruzzo di uguale spessore essicca in tempo quattro volte superiore.

I materiali da costruzione, posti in opera, non sono mai del tutto asciutti anche dopo avere smaltito l'umidità di costruzione, ma conservano un grado di umidità che varia con il variare dell'umidità relativa dell'aria. Questa è appunto l'umidità di equilibrio.

Per i laterizi questo fenomeno è di dimensioni molto modeste e certamente minore rispetto all'umidità di equilibrio di tutti gli altri materiali da costruzione.

La tabella può fornire utili dati di riferimento.

.....

Tenore di umidità dei materiali espressa in % del volume

U _r Aria	Legno (%)	Cls.Normale (%)	Cls.Leggero (%)	Malta cemento (%)	Mattone (%)
20%	2	1,5	1	1,8	0,25
40%	3	2,25	1,5	2,75	0,5
60%	4,5	3,25	1,8	4,25	0,75
80%	7	4,5	3	6,25	1

U.N.I.

L'Uni, ente nazionale italiano di unificazione, ha emanato numerose norme a tutela della qualità e delle caratteristiche dei laterizi. Si riportano le norme di interesse del settore laterizi:

Uni 8942/ 1986 Prodotti in laterizio per murature;

9730/ 1990 Elementi di laterizio per solai

8089

8090

8091

8626

8635

sulla Definizione, Classificazione, Caratteristiche, Requisiti e metodi di prova dei laterizi per coperture.

Sono tuttora in vigore le:

Uni 2105 Tavelle: tipi e dimensioni

2106 Tavelloni "" ""

2107 Tavelle tavelloni: requisiti e prove

Sono ormai superate le:

2619 Tegole piane: dimensioni

2620 Tegole curve (coppi)

2621 Tegole piane e curve: requisiti e prove

2720 Tavelle sottotegola

5628/ 1965 Mattoni pieni: tipi e dimensioni

5629/ 1965 Mattoni semipieni: " "

5630/ 1965 Blocchi forati: " "

5631/ 1965 Blocchi forati per solai: "

5632/ 1965 Blocchi per murature: requisiti e prove

5633/ 1965 "" "" : requisiti e prove

5967 Mattoni forati: dimensioni

Queste Norme non hanno forza di legge, ma diventano vincolanti nel caso siano inserite, e accettate, nei contratti e nei capitolati di appalto.

Unità di misura

Con Decreto del Ministero dell'Industria del 30 dicembre 1989 è stata recepita la Direttiva Cee 89/617/CEE sull'impiego delle unità di misura del sistema internazionale S.I.

Nel Sistema Internazionale l'unità di forza è denominata Newton (N). Il Newton rappresenta la forza che comunica all'unità di massa di 1 kg l'accelerazione unitaria di 1 m/s². Nel campo gravitazionale $a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$ e quindi

$$1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N}$$

Nei calcoli tecnici si usa tuttavia l'equivalenza $1 \text{ kgf} = 10 \text{ N}$, commettendo un errore del 2% circa.

Nel Sistema Internazionale si usano le unità di seguito elencate. La tabella mostra le equivalenze con il Sistema Tecnico.

Grandezza	Nome	Simbolo	Equivalenza al S.T.
Modulo elastico			
Tensioni di compressione	Pascal	Pa	$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$
trazione e taglio	(N/m ²)		(MegaPascal) = 10kgf/cm
Pressione	bar	bar	$1 \text{ mm H}_2\text{O} = 9,81 \text{ Pa}$
	(10 ⁵ Pa)		$1 \text{ mm Hg} = 133,3 \text{ Pa}$
Momento, Lavoro	newton · metro		$1 \text{ kgf.m} = 10 \text{ Nm} = 10 \text{ J}$
Energia	joule	J	$1 \text{ kcal} = 4,186 \cdot 10^3 \text{ J}$
Quantità di calore	(N.m)		$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$
Potenza	watt	W	$1 \text{ kcal/h} = 1,163 \text{ W}$
Flusso di calore	(J/s)		$1 \text{ W} = 0,86 \text{ kcal/h}$
			$1 \text{ c.v.} = 735,5 \text{ W}$
Conduttività termica	watt per metro e kelvin	W/mK	$1 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C} = 1,163 \text{ W/mK}$
Trasmittanza	watt per m ² kelvin	W/m ² K	$1 \text{ kcal/hm}^2\text{C} = 1,163 \text{ W/m}^2\text{K}$
			$1 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,86 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$

Cambiando le unità di misura cambiano anche i valori numerici ai quali da tempo si era abituati.

Questo fatto non va sottovalutato soprattutto quando si esaminano le certificazioni relative ai materiali e in particolar modo quando si confrontano ad esempio le prestazioni termiche di due pareti in muratura. Se non si presta attenzione alle unità di misura e si confrontano i soli valori numerici, si penalizza la parete con le prestazioni migliori.

Infatti, supponendo che due pareti abbiano, a parità di altre condizioni e soprattutto a parità di coefficienti liminari, valori di trasmittanza rispettivamente di $0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ e di $0,68 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$, scegliendo la seconda parete si sceglie in realtà il prodotto di minori prestazioni ($0,68 \times 1,163 = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Zona sismica

Il territorio italiano è suddiviso in zone in funzione del rischio sismico, ed esattamente:

- prima categoria: zone ad elevato rischio di sismicità
- seconda categoria: zone a medio rischio di sismicità
- terza categoria: zone a basso rischio di sismicità

Esistono anche zone non classificate, per le quali è da intendersi un rischio sismico nullo.

Le zone possono essere suddivise anche in funzione del grado di sismicità S (sempre maggiore di 2).

Si ha allora una classificazione del tipo:

- zone con $S = 12$, corrispondenti alla prima categoria
- zone con $S = 9$, corrispondenti alla seconda categoria
- zone con $S = 6$, corrispondenti alla terza categoria

Il grado di sismicità delle diverse zone, da assumere per la determinazione delle azioni sismiche, risulta da numerosi decreti Interministeriali.

Dai dati Istat, elaborati dal Servizio Sismico in data 1986, si rileva che, su di un totale di 8083 comuni, 2958 sono classificati sismici, di cui 369 in zona di sismicità $S=12$, 2490 in $S=9$, 99 in $S=6$.

Complessivamente le aree interessate sono di 14450 km^2 in zona $S=12$, 118421 km^2 in $S=9$, 3421 km^2 in $S=6$.

Il 45% del territorio Italiano è pertanto classificato sismico; tale classificazione interessa il 40% circa della popolazione italiana.

Documentazione tecnica Andil - Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi

Documentazione tecnica Consorzio Klimaton

Documentazione Deutsche Perlite

Manualetto R.D.B.

Raffellini, Rabitti, Zambonelli, Marchegiani, Munari, Pagliarini: "Analisi conoscitiva del microclima dei componenti edilizi generatori del ponte termico" Ed. C.C.C. Bologna, 1987

Claudio Modena, Lorenzo Bari, Gianfranco Righetti: "Esame comparativo della normativa Europea e della normativa Italiana sulle strutture in muratura portante" Andil - Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi, Ed. Lambda, Padova 1992

Norberto Tubi: "La realizzazione di murature in laterizio" Ed. Laterconsult Roma, 1986

Norberto Tubi - Giorgio Zanmarini: "Le murature in laterizio alveolato" Ed. Consorzio Alveolater Bologna, 1987

Norberto Tubi - Giorgio Zanmarini: "Costruire in laterizio alveolato: criteri progettuali e codici di pratica" Ed. Centro ceramico Bologna, 1989

Glossario

Italiano

- Inglese
- Francese
- Tedesco
- Spagnolo

A

Albasi

- Insufficiently fired brick
- Brique cuite
isuffisamment
- Gering gebrannter Ziegel
- Ladrillo insufficientemente
cocido

Alleggerimento

- Lightening
- Allégement
- Gewichtsverminderung
- Aligeramiento

Alveolatero

Alveolo

- Pit
- Alvéole
- Wabe
- Alvéolo

Alveolato

- Porous brick
- Brique poreuse
- Porenziegel
- Ladrillo poroso

Ancoraggi (Collegamenti fra due pareti realizzati con fili metallici)

- Wire anchorages
- Ancrages en fil de fer
- Drahtanker
- Anclajes en hilo de hierro

Architrave

- Lintel
- Architrave
- Tragbalken
- Dintel

Argilla

- Clay
- Argile
- Ton
- Arcilla

Aspetto

- Aspect
- Aspect
- Aussehen
- Aspecto

Assorbimento d'acqua

- Water absorption
- Absorbtion
- Wasserabsorption
- Absorción de agua

Autocontrollo

- Self-control
- Auto-contrôle
- Selbstkontrolle
- Auto-control

B

Bagnatura

- Steeping
- Trempage
- Benetzung
- Humectamiento

Barriera al vapore

- Vapour barrier
- Barrière à vapeur
- Dampfsperren
- Barrera al vapor

Blocco

- Block
- Bloc
- Blockziegel
- Bloque

C

Calpestio

- Trampling
- Piétinement
- Trittschall
- Ruido de pasos

Capacità termica

- Thermal capacity
- Capacité thermique
- Wärmekapazität
- Capacidad térmica

Carta di controllo

- Check list
- Plan de contrôle
- Kontrollliste
- Lista de control

Classe

- Class
- Catégorie
- Klasse
- Categoría

Classificazione secondo UNI 8942/86

- Classification according to UNI 8942/86
- Classification selon UNI 8942/86
- UNI 8942/86 Klassifikation
- Clasificación según UNI 8942/86.

Clinker

- Clinker
- Clinker
- Klinker
- Clinker

Coefficiente di adduzione

- Surface conductance coefficient
- Coefficient de cheminement thermique
- Wärmekonduktanzzahl;
- Coeficiente de difusión térmica

Collaudo di accettazione

- Acceptance test
- Essai de réception
- Abnahmeprüfung
- Prueba de recepción

Colore

- Colour
- Couleur
- Farbe
- Color

Condensa

- Condensate
- Condensat
- Kondensat
- Condensado

Conducibilità termica

- Heat conductivity
- Conducibilité thermique
- Wärmeleitfähigkeit
- Conductibilidad térmica

Conduttanza termica

- Thermal conductance
- Conductance thermique
- Thermokonduktanz
- Conductancia térmica

Conduzione

- (Thermal) conduction
- Conduction (thermique)
- Wärmeleitung
- Conducción (del calor)

Controllo di qualità

- Quality control
- Contrôle de qualité
- Güteprüfung
- Control de calidad

Convezione

- Convection
- Convection
- Konvection
- Convección

Cordolo

- Kerb
- Cordon
- Randeinfassung
- Bordillo

Cottura

- Burning
- Cuisson
- Brennen
- Cocción

Cuore nero

- Black core
- Coeur noir
- Schwarzer Kern
- Cuesco negro

Dimensionamento semplificato

- Simplified calculation
- Dimensionnement simplifié
- Vereinfachte Bemessung
- Dimensionamiento simplificado

Disposizione dei mattoni

- Bond brickwork
- Appareillage des briques
- Ziegelverlegung
- Aparejo de los ladrillos

D

Dichiarazione di conformità

- Conformity statement
- Déclaration de conformité
- Konformitätserklärung
- Declaración de conformidad

Diffusione del vapore

- Vapour diffusion
- Diffusion du vapeur
- Wasserdampfdiffusion
- Difusión de vapor

Dilatazione termica

- Thermal expansion
- Dilatation thermique
- Wärmeausdehnung
- Dilatación térmica

Dilatazione all'umidità

(vedi anche rigonfiamento)

- Moisture expansion (also: swelling)
- Dilatation à l'humidité (aussi: gonflement)
- Feuchtigkeitsexpansion (auch: Quellen)
- Dilatación a la humedad (también: hinchamiento).

Dilavamento (lisciviazione)

- Lixiviation
- Délavage
- Auslaugung
- Lixiviación

E

Efflorescenza

- Scum
- Efflorescence
- Ausblühung
- Eflorescencia

Essiccazione

- Drying
- Séchage
- Trocknung
- Desecación

Estrusione

- Extrusion
- Façonnage à la filière
- Strangziehen
- Estiramiento

F

Ferrigni

- Hard burnt bricks
- Briques trop cuites
- Hartbrandziegel
- Ladrillos de cochura dura

Fessure - Fessurazioni

- Cracks
- Fissures - Fissurations
- Risse - Rißbildung
- Grietas - Fisuraciones

Fonoassorbente

- Deadening
- Absorbant phonique

- Schallabsorbens
- Absorbedor del sonido

Fonoisolante

- Soundproof
- Isolant phonique
- Schallschutz
- Protección contra el sonido

Forato

- Hollow brick
- Brique creuse
- Hohlziegel
- Ladrillo hueco

Foratura

- Perforation
- Creusage
- Lochung
- Perforación

G

Gelività (Resistenza al gelo)

- Frost-resistance
- Gelivité
- Frostbeständigkeit
- Resistencia al hielo

Giunto di malta

- Mortar joint
- Joint de mortier
- Mörtelfuge
- Junta de mortero.

Giunto di dilatazione

- Expansion joint
- Joint de dilatation
- Dehnungsfugen
- Junta de dilatación

Granulometría

- Measure of grain size
- Granulométrie
- Körnigkeitsmessung
- Granulometría

I

Imbibizione

- Soaking
- Imbibition

- Durchtränkung
- Imbibición

Inclusioni calcaree

- Chalk inclusions
- Inclusions calcaires
- Kalkeinschlüsse
- Impureza calcárea

Industria (L') dei laterizi

- (The) brick and tile industry in Italy
- (L') industrie des briques en Italie
- (Die) Ziegelindustrie im Italien
- (La) industria ladrillera

Inerzia termica

- Thermic inertia
- Inertie thermique
- Wärmeträgheit
- Inercia térmica

Intonaco esterno

- External plaster
- Enduit extérieur
- Außenputz
- Revoque de exteriores

Irraggiamento

Radiation

Rayonnement

Strahlung

Irradiación

M

Malta

- Mortar
- Mortier
- Mörtel
- Mortero

Malta termica Alveolater°

- Alveolater° insulating mortar
- Mortier thermique Alveolater°
- Alveolater° Wärmedämmörtel
- Mortero de aislación térmica Alveolater°

Massa frontale

- Frontal mass
- Masse frontale
- Flächenbezogene Masse
- Masa frontal

Massa volumica

- Mass volume
- Masse volumique
- Schüttdichte
- Masa volúmica

Mattone

- Brick
- Brique
- Ziegel
- Ladrillo

Mazzetta

- Reveal
- Feuillure
- Maueranschlag
- Mocheta

Mezzani

- Correctly burnt brick
- Brique bien cuite
- Hochgebrannter Ziegel
- Ladrillo bien cocido.

Modulo elastico o Modulo di Young

- Modulus of elasticity
- Module d'élasticité
- Elastizitätsmodul
- Módulo de elasticidad

Muratura

- Masonry
- Maçonnerie
- Mauerwerk
- Mampostería

Muratura armata

- Reinforced masonry
- Maçonnerie armée
- Bewehrtes Mauerwerk
- Mampostería armada

Muratura a cortina

- Curtain facework
- Maçonnerie à rideau

- Verblendmauerwerk
- Mampostería a cortina

Muratura a doppia parete

- Double leaf wall
- Maçonnerie à deux parois
- Doppelwandmauerwerk
- Mampostería a doble pared

Muratura a faccia vista

- Facework
- Maçonnerie de parement
- Sichtmauerwerk
- Mampostería cara vista

Muratura cava

- Cavity wall
- Maçonnerie creuse
- Hohlmauerwerk
- Mampostería hueca

Muratura di tamponamento

- Not load bearing wall
- Maçonnerie non portante
- Ausfachendes Mauerwerk
- Mampostería no portante

Muratura listata

- Brick reinforced stone masonry
- Maçonnerie de pierraille renforcée par des briques
- Ziegelverstärktes Steinmauerwerk
- Albarrada reforzada con ladrillos

Muratura mista

- Mixed masonry
- Maçonnerie mixte
- Mischmauerwerk
- Mampostería mixta

Muratura monostrato

- One leaf masonry
- Maçonnerie à une couche
- Einsteinmauerwerk
- Mampostería a un estrato

N

Normativa

- Standards
- Règlements
- Vorschrift
- Normas

P

Pasta molle

- Soft mud
- Pâte molle
- Weichmasse
- Pasta blanda

Perlater°

- Perlater°

Perlite

- Perlite
- Perlite
- Perlite
- Perlita

Permeabilità al vapore

- Vapour permeability
- Perméabilité au vapeur
- Wasserdampfdurchlässigkeit
- it
- Permeabilidad al vapor

Permeanza

- Permeance
- Perméance
- Wasserdampfschichtdicke
- Permeancia

Peso della parete

- Weight of the wall
- Poids de la paroi
- Mauergewicht
- Peso de la pared

Piattabanda

- Flat arch
- Plate-bande
- Sturz
- Dintel

Pieno

- Solid brick
- Brique pleine

- Vollziegel
- Ladrillo macizo

Ponte termico

- Thermic link
- Pont thermique
- Wärmebrücke
- Puente térmico

Pressione parziale di vapore

- Partial vapour pression
- Pression partiiale de vapeur
- Wasserdampfdruck
- Presión parcial de vapor

Processo di produzione del laterizio

- Brick production
- Production de briques
- Ziegelproduktion
- Producción ladrillera

Q

Qualità

- Quality
- Qualité
- Qualität
- Cualidad

R

Reazione al fuoco

- Fire reaction
- Réaction au feu
- Feuerreaktion
- Reacción al fuego

Resistenza a compressione

- Compressive strength
- Résistance à la compression
- Druckfestigkeit
- Resistencia a la compresión

Resistenza a taglio

- Shearing resistance
- Résistance au cisaillement
- Scherfestigkeit
- Esfuerzo cortante

-

Resistenza al fuoco (e qualifica R.E.I.)

- Fire resistance and
- Résistance au feu
- Feuerfestigkeit
- Resistencia al fuego

Resistenza termica

- Thermal resistance
- Résistance thermique
- Wärmedurchgangswiderstand
- Resistencia térmica

Rinzaffo

- Rough cast
- Crépissure
- Rauputz
- Enlucido aspero

Rumore

- Noise
- Bruit
- Schall
- Sonido

Rumore aereo

- Aerean noise
- Bruit aérien
- Luftschall
- Ruido aéreo

Rumore impattivo

- Trampling
- Bruit de piétinement
- Trittschall
- Ruido de pisoteo

S

Semipieno

- Perforated brick
- Brique perforée
- Lochziegel
- Ladrillo perforado

Sfalsamento dei giunti

(Legatura del muro)

- Staggering of the joints
- Décalage des joints
- Fugenverschiebung
- Desviación de las juntas

Sfasamento

- Phase displacement
- Déphasage
- Phasenverschiebung
- Desfasamiento

T

Tagliafuoco

- Fire proof masonry
- Maçonnerie de coup-feu
- Brandmauer
- Muro de fuegos

Tagliola o traccia

- Chase
- Cannelure
- Rille
- Ranura

Temperatura della superficie interna

- Internal surface temperature
- Température de la surface intérieure
- Innere Wandtemperaturen
- Temperatura de la superficie interior

Tessitura del muro

- Wall texture
- Tissage de la maçonnerie
- Mauergewebe
- Tejido del muro

Tolleranze dimensionali

- Dimensional tolerances
- Tolérances dimensionnelles
- Maßtoleranzen
- Tolerancias de las medidas

Trafilatura

- Extrusion
- Etirage
- Ziehen - Austritt
- Extrusión - Molde

Tramezzatura

- Partition wall
- Mur de refend
- Zwischenwand
- Tabique

Unità di misura

- Measure unit
- Unité de mesure
- Maßeinheit
- Unidad de medida

Trasmissione del calore

- Heat transmission
- Transmission de chaleur
- Wärmeübertragung
- Transmisión de calor

Trasmittanza

- Transmittance
- Facteur de transmission thermique
- Wärmerdurchgang
- Transmitancia

Z

Zona sismica

- Seismic zone
- Zone sismique
- Erdbebenzone
- Zona sísmica.

U

Umidità di costruzione

- Construction humidity
- Humidité de construction
- Baufeuchtigkeit
- Humedad de construcción.

Umidità di equilibrio

- Humidity contents
- Humidité d'équilibre
- Feuchtigkeitsgehalt
- Humedad de equilibrio.

Umidità dell'aria

- Air humidity
- Humidité de l'air
- Luftfeuchtigkeit
- Humedad del aire

U.N.I.

- U.N.I. Italian Standard Institute
- U.N.I. Institute Normes Italiennes
- U.N.I. Vereinigung für Vereinheitlichung in der italienischen Industrie
- U.N.I. Unificación Normas Italianas