

Metodi di prova per malte per opere murarie con apparecchiatura disponibile in un Paese in Via di Sviluppo e resoconti di prova del plaspaper

Plaspaper has been created to be used mainly by slum dwellers, but it is important to compare its two versions (clay and lime plaspaper) with the characteristics of other standard plasters. It is always significant to test the plaster versions self-produced by applying international normative that give scientific results starting from the same conditions. The European Standards (EN) have been used to propose new normatives simplified for developing countries concerning mortar, illustrated and described in English such as a manual and used to test plaspapers' characteristics.

3.4.1 Norme tecniche per i paesi in via di sviluppo

La European Committee for Standardization (CEN) venne creata nel 1975 a Bruxelles con l'obiettivo di standardizzare i settori industriali, del commercio e del terziario, ripetendo a livello europeo le iniziative che l'International Organization for Standardization (ISO) portava avanti a livello internazionale dal 1947.

Dal 1° gennaio 2013 è entrato in funzione il nuovo quadro giuridico entro il quale il CEN opera, con l'obiettivo di armonizzare maggiormente le norme nazionali di 33 paesi e di oltre 600 milioni di

cittadini¹.

Le norme tecniche che queste organizzazioni pubblicano sono importanti perché colmano vuoti legislativi, intervenendo sia a difesa dei produttori sia dei consumatori attraverso riferimenti certi che rendono confrontabili a livello prestazionale (e quindi in competizione) la qualità dei prodotti e dei loro processi produttivi.

In Italia le norme EN vengono recepite dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), fondato nel 1921, che ne predispone una traduzione in italiano. Qualora la traduzione non sia ancora stata approntata, si ricorre all'uso delle

3.4.1 Le norme tecniche servono a garantire la qualità dei prodotti e a dare la possibilità di confrontarne i requisiti prestazionali

¹ CEN, 2012

3.4.1 Le norme EN 1015, recepite dall'UNI, forniscono le indicazioni necessarie per effettuare test prestazionali sulle malte

corrispettive norme in lingua inglese².

Una serie di queste norme sono state create per testare la malta per intonaci e determinarne in modo univoco le caratteristiche, alcune delle quali – per legge – devono essere adeguatamente pubblicizzate dal produttore della malta (o di un suo componente) all'atto della vendita.

I metodi di prova vengono descritti approfonditamente, a partire dai principi su cui si basa la sperimentazione, alle caratteristiche che deve avere il provino (e quindi anche il confezionamento dello stesso, con quali strumenti e in quale ambiente controllato debba essere stato preparato, come debba essere conservato), descrivendo l'apparecchiatura utile per la prova e la procedura di prova fino all'espressione dei risultati.

Per rendere replicabili in maniera precisa queste prove, vengono fornite indicazioni molto precise che danno uguali condizioni di partenza ai laboratori che effettuano i test. Ecco per esempio che viene segnalato il numero di colpi del pestello da dare alla malta per preparare il campione di prova, o la tipologia di acciaio delle piastre di appoggio (al carburo di tungsteno, con indicato un preciso valore di durezza superficiale), o quale particolare materiale sigillante adoperare. Ovviamente queste prescrizioni sono necessarie, ma potrebbero rendere problematica l'esecuzione delle prove qualora non si disponesse della strumentazione necessaria, non si avesse accesso ai laboratori adatti o – più banalmente – non si potessero pagare né l'una, né gli altri.

Il plaspaper è stato immaginato per un'applicazione nei paesi a basso sviluppo umano e per essere

messo in opera da chiunque abbia a disposizione i materiali-base necessari. La numerosità delle varianti possibili dimostra come la scelta della quantità di cellulosa da impiegare significhi addentrarsi in un territorio vasto e qui solo parzialmente esplorato, essendo stati considerati solo gli aspetti generici più importanti.

Si è visto come, a seconda della disponibilità, si possa aumentare il quantitativo di cellulosa – entro certi limiti – per migliorare le capacità isolanti, oppure si possano diminuire ulteriormente i costi di realizzazione con quantitativi maggiori di sabbia e, qualora il costo sia accettabile, usare il cemento, o il gesso, o la calce disponibile. Anche la qualità dei materiali (dei leganti prodotti industrialmente, artigianalmente e persino dell'argilla) può variare notevolmente a seconda delle regioni del mondo e dunque richiedere un dosaggio diverso dei singoli ingredienti: i due plaspaper che sono stati scelti come tipologie più interessanti non sono perciò gli unici possibili e non si pretende che la loro composizione acquisisca un valore assoluto e invariabile.

Questa malta è stata studiata per essere usata principalmente dagli abitanti di uno slum, ma questo non deve diventare un potenziale limite: sarebbe importante che una nuova versione eventualmente predisposta possa essere sempre confrontabile con quelle di clay plaspaper e lime plaspaper qui introdotte, e contestualmente verificare le differenze con gli intonaci più comuni localmente in commercio.

Insostanza servirebbe testare sempre la versione di intonaco autoprodotta, applicando delle vere e proprie norme tecniche di sperimentazione che diano a chiunque le stesse

3.4.1 Le prescrizioni delle norme sugli strumenti da usare per i test sono molto precise e non facilmente replicabili, soprattutto nei PVS

² UNI, 2012

condizioni di partenza.

È ovviamente impossibile che queste norme siano le European Standard, che pure sono una base fondamentale per chi vuole verificare un prodotto in maniera corretta avendone un risultato scientifico.

Per questo si è deciso di analizzare le caratteristiche di questi intonaci approntando una sorta di normativa per i paesi in via di sviluppo riguardante le malte, illustrata e descritta in inglese alla stregua di un manuale.

3.4.2 Determinazione della massa volumica apparente della malta indurita essiccata

La norma europea EN 1015-10:2007 *Methods of test for mortar for masonry - Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar* specifica un metodo per determinare la massa volumica apparente delle malte indurite. Il principio, molto semplicemente, è quello di determinare la massa volumica apparente come il rapporto tra la massa della malta indurita dopo asciugatura in forno e il volume che occupa.

Rispetto alla richiesta di asciugare il campione in un forno ventilato, in grado di mantenere una temperatura di 70 ± 5 °C o 60 ± 5 °C, si è scelto di indicare più genericamente un'asciugatura in linea con l'ambiente e allo strumento per pesare non viene più richiesta un'accuratezza fino allo 0,1% della

massa globale del campione.

Gli stampi non debbono più seguire la EN 1015-11 (che richiedeva pareti divisorie metalliche di almeno 8 mm, fissaggi con viti di ritegno o un morsetto su fondo in lastra di vetro e rigide prescrizioni in fatto di dimensioni, planarità, ortogonalità, parallelismo e rugosità superficiale), ma essere più genericamente degli stampi metallici o di altro materiale liscio, di dimensione 40 x 160 mm e di profondità 40 mm (come da norma EN) con facce tra loro perpendicolari e parallele.

Nella norma per i paesi in via di sviluppo non vi sono altre prescrizioni riguardanti il campionamento, la preparazione e la conservazione dei campioni di prova, ma solo la richiesta che siano tre e preparati in altrettanti stampi uguali.

Dopo l'essiccazione fino al raggiungimento della massa costante da parte del campione - quando, dopo due pesate successive, la massa non differisce di una percentuale in peso maggiore dello 0,5% - si può procedere con il calcolo della massa volumica apparente di ciascun campione di malta (come rapporto tra la massa $m_{s,dry}$ e il volume V_s , che varia in base alle dimensioni dello stampo utilizzato) e calcolare infine il valore medio dai singoli valori di ciascuno dei tre campione di malta, arrotondando ogni valore ai 10 kg/m³ più vicini, per avere il risultato finale.

3.4.2 La densità di un intonaco può essere calcolata in maniera semplice come il rapporto tra il peso e il volume di un campione

The dry bulk density of a given specimen of hardened mortar is determined as the quotient of its mass dried at room temperature, and the volume which it occupies

3.4.3 A manual with a method to self determinate of dry bulk density of mortar

This is a method for low and medium Human Development countries – and/or for any other place or situation where the correspondent European Standard is not applicable – to determinate the dry bulk density of hardened mortars. It is applicable to lightweight and general purpose and thin layer.

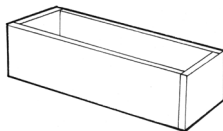
Notes

The surface of each internal face lies between two parallel planes, which are perpendicular to the bottom surface of the mould and also to the adjacent internal faces

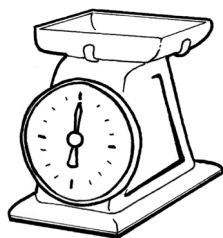
Use the International System of Units to weigh and to misure the specimen

All values has to be rounded to the nearest 10 kg/m^3

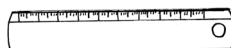
Apparatus



Metal moulds (or any other smooth material), whose dimensions are $40 \times 160 \text{ mm}$ and depth 40 mm .



An instrument – accurate as much as possible – to weigh the total mass of the specimen.



A ruler.

Procedure

Fill moulds with two approximately equal layer of mortar. In order to prevent adhesion of the mortar, all the internal faces can be wrapped with a layer of cellophane or they can be lubricate with soap, oil or any other similar material. Dry the specimen at room temperature until the constant mass is reached. It occurs when the specimen two consecutive weighings do not differ by more than $0,5\%$ of the mass of the dry specimen. Record the mass of the specimen $m_{s,dry}$ in kg.

Calculate the dry bulk density of each mortar specimen as the ratio of the recorded mass, $m_{s,dry}$ to the volume V_s . Calculate the mean value from the individual values of each mortar specimen.

3.4.4 Risultati della prova con il plaspaper

• Clay plaspaper

Sono stati misurati e pesati tre provini di clay plaspaper, creati a partire da uno stampo ligneo di dimensioni 0,16 m x 0,04 m x 0,04 m.

Dopo 28 giorni, con il completo indurimento della malta si sono misurati i tre campioni:

- ① 0,150 m x 0,037 m x 0,035 m
- ② 0,150 m x 0,040 m x 0,035 m
- ③ 0,150 m x 0,038 m x 0,036 m

Ogni provino è stato pesato due volte di seguito, verificando che la massa rimanesse costante:

- $m_{s,dry}$ ① = 0,123 kg
- $m_{s,dry}$ ② = 0,135 kg
- $m_{s,dry}$ ③ = 0,133 kg

Con questi valori si è potuto procedere a calcolare la massa volumica apparente di ogni campione:

- V_s ① = 0,123 kg / (0,150 m · 0,037 m · 0,035 m) = 0,123 kg / 0,00019425 m³ = 633,20 kg/m³
- V_s ② = 0,135 kg / (0,150 m · 0,040 m · 0,035 m) = 0,135 kg / 0,00021 m³ = 642,86 kg/m³
- V_s ③ = 0,133 kg / (0,150 m · 0,038 m · 0,036 m) = 0,133 kg / 0,0002052 m³ = 648,15 kg/m³

È stata dunque calcolata la media tra i tre valori, arrotondata al più vicino 10 kg/m³:

$$V_{s,clay+paper} = (633,20 + 642,86 + 648,15) \text{ kg/m}^3 / 3 = 641,40 \text{ kg/m}^3 \approx \mathbf{640 \text{ kg/m}^3}$$

• Lime plaspaper

Lo stesso procedimento è stato seguito per i tre provini di lime plaspaper, creati dallo stesso stampo ligneo (0,16 m x 0,04 m x 0,04 m), e risultanti delle misure:

- ① 0,155 m x 0,039 m x 0,035 m
- ② 0,153 m x 0,039 m x 0,037 m
- ③ 0,150 m x 0,037 m x 0,037 m

E aventi massa:

- $m_{s,dry}$ ① = 0,122 kg
- $m_{s,dry}$ ② = 0,126 kg
- $m_{s,dry}$ ③ = 0,131 kg

La massa volumica apparente di ogni campione è:

- V_s ① = 0,122 kg / (0,155 m · 0,039 m · 0,035 m) = 0,122 kg / 0,000211575 m³ = 576,63 kg/m³
- V_s ② = 0,126 kg / (0,153 m · 0,039 m · 0,037 m) = 0,126 kg / 0,000220779 m³ = 570,71 kg/m³
- V_s ③ = 0,131 kg / (0,150 m · 0,037 m · 0,037 m) = 0,131 kg / 0,00020535 m³ = 637,93 kg/m³

La massa volumica del lime plaspaper è la media tra i tre valori:

$$V_{s,lime+paper} = (576,63 + 570,71 + 637,93) \text{ kg/m}^3 / 3 = 595,09 \text{ kg/m}^3 \approx \mathbf{600 \text{ kg/m}^3}$$

Per avere un termine di confronto³, un intonaco a base calce ha una massa volumica di 1600 kg/m³ (una massa 61% maggiore rispetto alla media dei due plaspaper), un intonaco in calce-cemento ha massa volumica 1800 kg/m³ (66% in più) – che è pari ad un intonaco di terra⁴ – e un intonaco in cemento ha massa volumica di 2200 kg/m³ (il plaspaper è dunque il 72% più leggero).

3.4.4 La massa volumica apparente del clay plaspaper (a base argilla) è 640 kg/m³, mentre per il lime plaspaper (a base calce) è 600 kg/m³

3.4.4 La massa volumica apparente del plaspaper è 72% più leggera rispetto a un intonaco a base cemento, tra i più usati nei PVS

³ Agenzia per l'ambiente, 2008

⁴ Laterizi Brioni, 2009

3.4.5 La resistenza a flessione della malta è determinata sollecitando un campione di malta indurita su tre punti fino alla rottura

3.4.5 Determinazione della resistenza a flessione della malta indurita

La norma europea EN 1015-11:1999 *Methods of test for mortar for masonry - Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar* specifica un metodo per determinare la resistenza a flessione e compressione di campioni di malta preparati in stampi.

La versione approntata per i paesi in via di sviluppo suddivide le due prove in descrizioni distinte, semplificando notevolmente le apparecchiature necessarie.

Nel caso della prova a flessione rimane valido il procedimento

generale e l'adozione dei due rulli sui quali poggiare il campione e del terzo sul quale applicare la forza (in N).

Sfruttando la possibilità di dare una corrispondenza in kg al valore in N, tale forza viene espressa grazie ad una massa applicata al provino riempiendo un contenitore di acqua o sabbia.

Rimangono invariati il numero di provini richiesti per calcolare la resistenza a flessione media e le prescrizioni in materia di tempo minimo e massimo di applicazione graduale della forza, così come l'equazione per esprimere il risultato.

In questa pagina, tratta dall'allegato A della EN 1015:11, vengono mostrate in alto una pianta e un prospetto degli stampi metallici necessari a preparare i campioni da sottoporre alla prova.

I tre stampi sono contenuti all'interno di un telaio aperto, in modo da poterli rimuovere.

La loro dimensione è 40 mm \pm 0,1 mm di altezza e profondità e 160 mm \pm 0,4 mm di lunghezza.

In basso viene invece raffigurata la macchina per la prova a flessione, con l'indicazione della distanza tra i due rulli di acciaio di sostegno.

[Disegno da EN 1015:11-1999]

Page 12
EN 1015-11:1999

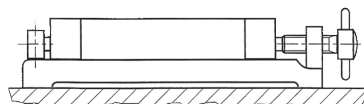
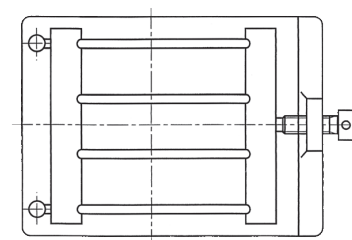
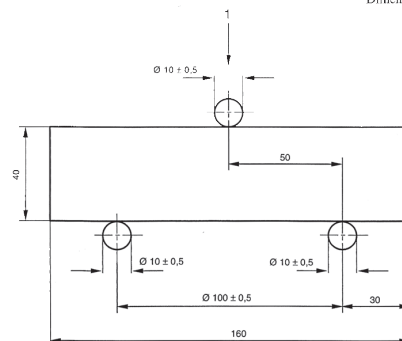


Figure 1 - Mould for forming test specimens



Dimensions in millimetres



Key: 1 Load

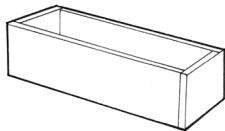
Figure 2 - Flexural strength test

3.4.6 A manual with a method to self determinate the flexural strength of moulded mortar specimens

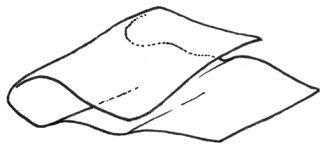
This is a method for low and medium Human Development countries – and/or for any other place or situation where the correspondent European Standard is not applicable – to determinate the flexural strength of moulded mortar specimens.

The flexural strength of mortar is determined by three point loading of hardened moulded mortar prism specimens to failure

Apparatus



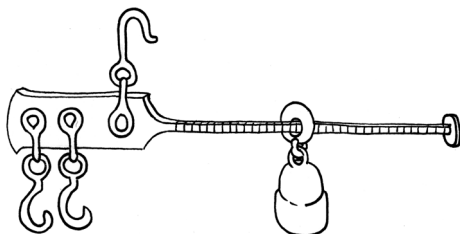
Metal moulds (or any other smooth material), whose dimensions are 40 x 160 mm and depth 40 mm.



Plastic bags capable of containing the moulds.



A calendar to schedule the beginning of tests.



A balance or a steelyard to weigh the bucket.



A clock, calibrated in seconds.

Notes

The surface of each internal face lies between two parallel planes, which are perpendicular to the bottom surface of the mould and also to the adjacent internal faces

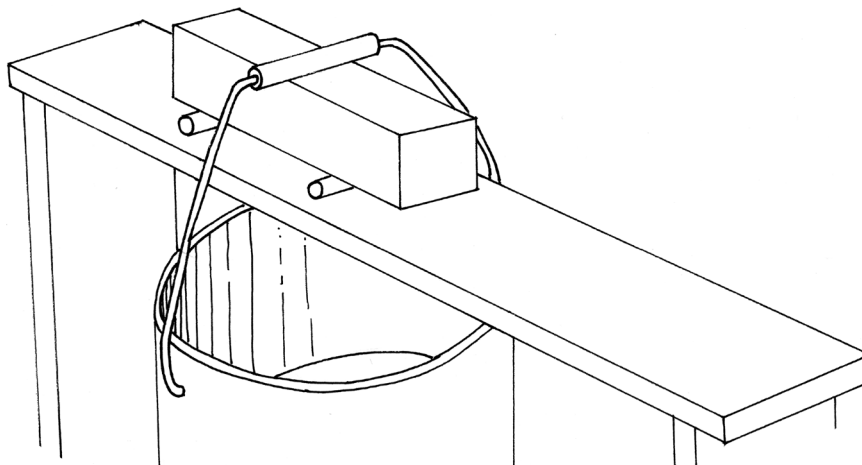
Specimens will be tested 28 days after casting

Use the International System of Units to weigh and to misure the specimen

Notes

There must be enough distance between the bucket and the ground

Apparatus



The prism under test shall be entirely supported by two (preferred metal) rollers spaced 100 mm. A third smooth roller shall be located over the prism and centrally between the support rollers and this roller (or an hollow cylinder) has to support a bucket. This bucket will be loaded at a uniform rate with water or sand.

Procedure

Fill moulds with two approximately equal layer of mortar. Surface has to be left smooth and plain. In order to prevent adhesion of the mortar, all the internal faces can be wrapped with a layer of cellophane or they can be lubricated with soap, oil or any other similar material.



Place the mould in sealed plastic bags.
Test the specimen at 28 days after casting.
Place the specimen with one of its faces (which has been cast against the steel of the mould) on the supporting rollers.
Apply the load (water, sand, etc.) at a uniform rate so that failure occurs within a period of 30 s to 90 s.
Record the maximum load applied, in kg.

Procedure



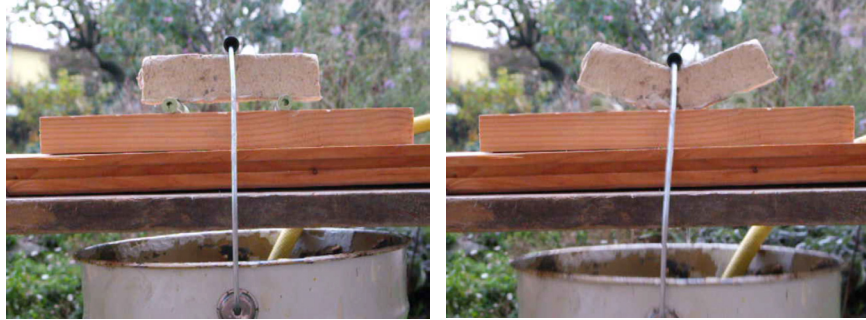
Notes

The machine shall have three similar rollers

The two supporting rollers has to be spaced 100 mm

Notes

Procedure



Calculate the flexural strength, f , in N/mm^2 using the following equation:

$$f = \frac{1,5 F \cdot l}{bd^2}$$

This equation means

$$1,5 \cdot [(\text{kg applied} \cdot 10) \cdot l / \text{width of specimen} \cdot (\text{depth of specimen})^2]$$

where

(kg applied \cdot 10) is used to obtain the newton value

$l=100$ mm is the distance between the two rollers supporting the prism.

Record the flexural strength of the three specimens and calculate the mean.

All values has to be rounded to the nearest $10 \text{ kg}/\text{m}^3$

3.4.7 Risultati della prova con il plaspaper

La prova a flessione è stata condotta come da norma semplificata, utilizzando un secchio di peso 1,1 kg il cui manico - posto al centro del provino - aveva le stesse dimensioni dei cilindri (distanti 100 mm) sui quali poggiavano i provini di plaspaper.

Per colmare il secchio con velocità quanto possibile costante, esso è stato riempito di acqua lasciata scorrere in maniera uniforme.

Nei casi in cui il secchio, colmo d'acqua (con una massa di circa 21 kg) non era sufficiente a determinare la rottura del campione, si è ripetuta la sperimentazione sostituendo la sabbia all'acqua, avendo l'accortezza di versarla in maniera graduale.

Quando anche la massa del secchio riempito di sabbia (circa 27 kg) non è risultata sufficiente, ad essa si è aggiunta acqua fino a giungere a una massa superiore ai 31 kg.

La resistenza a flessione f è stata dunque calcolata in newton/millimetri quadrati, utilizzando l'equazione seguente:

$$f = \frac{1,5 F \cdot l}{bd^2}$$

e cioè $1,5 \cdot [(kg \text{ applicati} \cdot 10) \cdot 100 / \text{larghezza del campione} \cdot (\text{spessore del campione})^2]$ con $l = 100$ che rappresenta i mm di distanza tra i cilindri alla base del provino.

La massa è stata trasformata in newton (N) moltiplicando il numero di kg $\cdot 10$, arrotondando così la reale corrispondenza $1 \text{ kg} = 9,80665002864 \text{ N}$.

La norma EN 1015-11:1999 prevede che le dimensioni b e d «may be taken as the internal mould dimensions» ed equivalgono quindi a 40 mm.

La resistenza a flessione di ogni provino è stata calcolata sul più vicino 0,05 N/mm², mentre la media

è stata arrotondata al più vicino 0,1 N/mm².

• Clay plaspaper

La forza necessaria a portare a rottura i tre provini è stata:

F ① 26,30 kg in 47 sec $\approx 263 \text{ N}$

F ② 31,35 kg in 69 sec $\approx 313 \text{ N}$

F ③ 29,50 kg in 35 sec $\approx 295 \text{ N}$

Essendo la rottura avvenuta nei tempi prescritti (tra i 30 e i 90 sec), si è potuto procedere a calcolare la resistenza a flessione:

f ① $= 1,5 \cdot [(263 \text{ N}) \cdot 100 \text{ mm} / 40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm})^2] = 1,5 [26300 \text{ N} / 64000 \text{ mm}^2] = 0,61640625 \text{ N/mm}^2 \approx 0,60 \text{ N/mm}^2$

f ② $= 1,5 \cdot [(313 \text{ N}) \cdot 100 \text{ mm} / 40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm})^2] = 1,5 [31300 \text{ N} / 64000 \text{ mm}^2] = 0,73359375 \text{ N/mm}^2 \approx 0,75 \text{ N/mm}^2$

f ③ $= 1,5 \cdot [(295 \text{ N}) \cdot 100 \text{ mm} / 40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm})^2] = 1,5 [29500 \text{ N} / 64000 \text{ mm}^2] = 0,69140625 \text{ N/mm}^2 \approx 0,70 \text{ N/mm}^2$

La media tra i tre valori è:

$$f_{\text{clay+paper}} = (0,6 + 0,75 + 0,7) \text{ N/mm}^2 / 3 = 0,68 \text{ N/mm}^2 \approx 0,7 \text{ N/mm}^2$$

3.4.7 La resistenza a flessione media tra i valori di tre provini di clay plaspaper (a base argilla) è di 0,7 N/mm²



La prova di resistenza a flessione del clay plaspaper ha mostrato valori confrontabili con quelli di un intonaco di cemento.

Quando - come nel caso a lato - un secchio colmo d'acqua (circa 21 kg) con una corrispondente forza di 210 N che insisteva sul campione non è stato sufficiente a portarlo a rottura, si è riempito il secchio di sabbia [foto I. Caruso, 2012]

3.4.7 La resistenza a flessione media tra i valori di tre provini di lime plaspaper (a base argilla) è di 0,4 N/mm²

• **Lime plaspaper**

La forza necessaria a portare a rottura i tre provini è stata:

$F \textcircled{1} = 11,85 \text{ kg in } 33 \text{ sec} \approx 118 \text{ N}$

$F \textcircled{2} = 17,35 \text{ kg in } 55 \text{ sec} \approx 173 \text{ N}$

$F \textcircled{3} = 14,50 \text{ kg in } 30 \text{ sec} \approx 145 \text{ N}$

La resistenza a flessione per ogni singolo provino equivale a:

$$f \textcircled{1} = 1,5 \cdot [(118 \text{ N}) \cdot 100 \text{ mm} / 40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm})^2] = 1,5 [11800 \text{ N} / 64000 \text{ mm}^2] = 0,2765625 \text{ N/mm}^2 \approx 0,30 \text{ N/mm}^2$$

$$f \textcircled{2} = 1,5 \cdot [(173 \text{ N}) \cdot 100 \text{ mm} / 40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm})^2] = 1,5 [17300 \text{ N} / 64000 \text{ mm}^2] = 0,40546875 \text{ N/mm}^2 \approx 0,40 \text{ N/mm}^2$$

$$f \textcircled{3} = 1,5 \cdot [(145 \text{ N}) \cdot 100 \text{ mm} / 40 \text{ mm} \cdot (40 \text{ mm})^2] = 1,5 [14500 \text{ N} / 64000 \text{ mm}^2] = 0,33984375 \text{ N/mm}^2 \approx 0,35 \text{ N/mm}^2$$

La media tra i tre valori è:

$$f_{\text{lime+paper}} = (0,3 + 0,4 + 0,35) \text{ N/mm}^2 / 3 = 0,35 \text{ N/mm}^2 \approx \mathbf{0,4 \text{ N/mm}^2}$$

I risultati del clay plaspaper e del lime plaspaper sono stati confrontati con la resistenza a flessione a 28 gg di una serie di intonaci per interni/esterni reperibili in commercio in Italia.

Tutti i dati sono pubblicati nelle schede tecniche predisposte dai produttori, e sono stati qui disposti in ordine crescente di resistenza:

• Claytec, «intonaco-rasatura grezzo d'argilla» (Claytec, 2012).

Resistenza a flessione $> 0,28 \text{ N/mm}^2$;

• weber.calce TM, «intonaco per superfici interne ed esterne, ideale per il recupero di edifici storici e per eseguire intonacature traspiranti di edifici nuovi» (Saint-Gobain Italia, 2012a).

Resistenza a flessione $> 0,3 \text{ N/mm}^2$;

• Vic-Calce NHL 5, «intonaco

tradizionale a base di calce idraulica naturale NHL 5 [...], inerti silicei e calcarei dosati in rapporto costante con aggiunte di additivi vegetali» (Saint-Gobain Italia, 2010).

Resistenza a flessione $0,4 \text{ N/mm}^2$;

• weber.calce TS, «intonaco per superfici esterne ed interne, ideale per il recupero di edifici storici e per eseguire intonacature traspiranti di edifici nuovi» (Saint-Gobain Italia, 2012b).

Resistenza a flessione $0,4 \text{ N/mm}^2$;

• weber.calce finitura, «strato uniformante di preparazione alla decorazione a finitura civile fine per superfici interne ed esterne di edifici vecchi e nuovi» (Saint-Gobain Italia, 2012c).

Resistenza a flessione $> 0,4 \text{ N/mm}^2$;

• Termointonaco Laterlite, «intonaco termoisolante premiscelato [...] a base di vetro espanso e legante calce idraulica naturale» (Laterlite, 2010).

Resistenza a flessione $0,4 \text{ N/mm}^2$;

• KF 4, «intonaco protettivo antincendio a base di calce, cemento e perlite per interni ed esterni [...] KF 4 è una malta secca composta da cemento Portland, calce idrata, perlite, sabbie classificate ed additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione» (Fassa Bortolo, 2012).

Resistenza a flessione $0,6 \text{ N/mm}^2$ ca.

Il lime plaspaper ha quindi un valore di resistenza a flessione in linea con analoghi intonaci a base calce.

Il clay plaspaper presenta un miglioramento rispetto al Claytec (unico intonaco di argilla per il quale è stato possibile reperire dati tecnici) più che doppio, riuscendo a porsi in competizione con intonaci di calce-cemento, come il KF4.

3.4.7 Il valore di resistenza a flessione più comune tra una serie di intonaci presenti sul mercato è $0,4 \text{ N/mm}^2$, con gli estremi dell'intonaco di argilla ($0,28 \text{ N/mm}^2$) e di un intonaco di calce-cemento ($0,6 \text{ N/mm}^2$)