

### 3.4.8 Determinazione della resistenza a compressione 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* contiene - come si è detto - anche le specifiche per calcolare la resistenza a compressione, ma è diverso sia il principio alla base, sia l'apparecchiatura necessaria.

Se per ottenere il risultato della resistenza a flessione bastava una forza i cui corrispettivi kg erano ottenibili con l'uso di un secchio riempito di acqua o sabbia - perché questa forza insisteva su un punto centrale e il provino era sospeso su due punti di appoggio - per la resistenza a compressione la forza necessaria insiste su tutta la

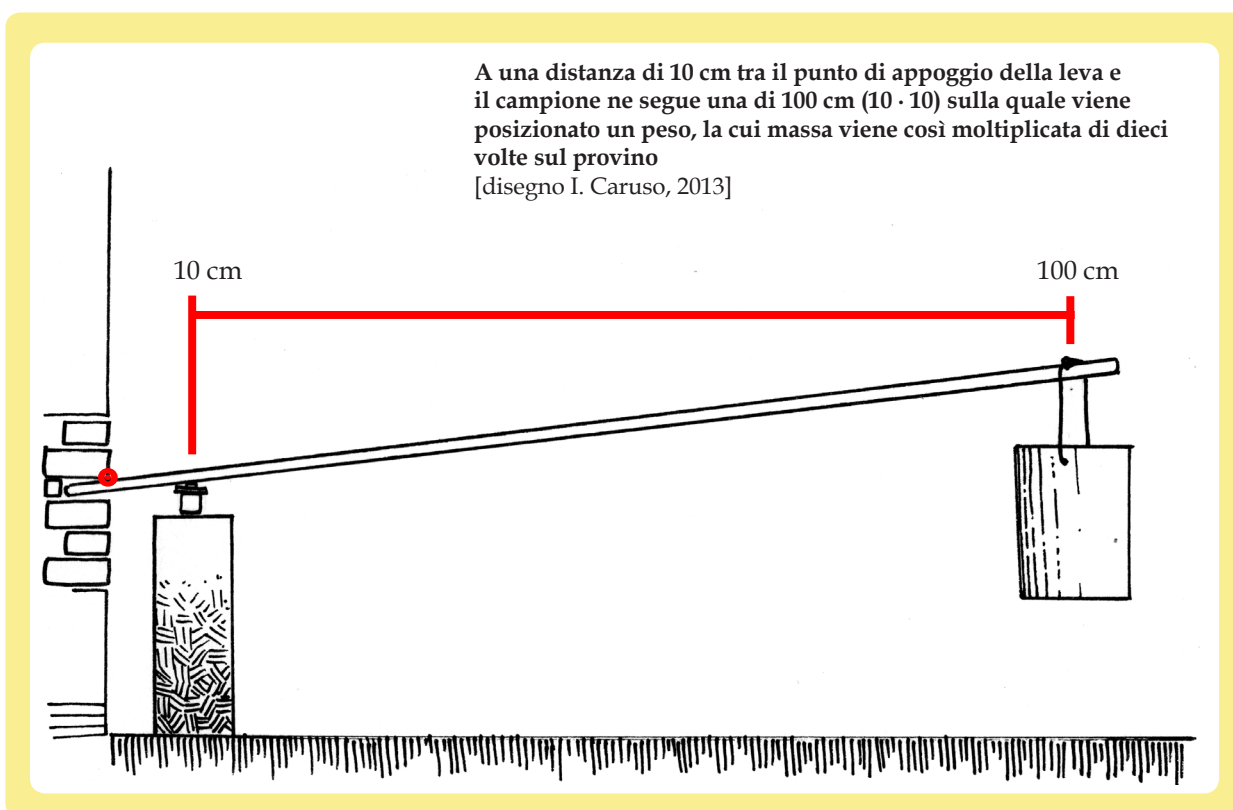
superficie superiore del provino e la rottura avviene per l'applicazione di una forza che può essere anche 10 volte maggiore.

Ottenere questa forza con una strumentazione semplice (come quella impiegata per la prova della resistenza a flessione) è possibile, ma richiede un sistema per moltiplicare la massa del secchio.

Per ottenere questo risultato si è bloccata l'estremità di una leva in un punto, ma in maniera tale che un minimo movimento verticale fosse possibile, come in una cerniera.

A 10 cm di distanza, sotto la leva, è stato posto il provino e a 100 cm da questo si è segnato il punto in cui applicare successivamente la forza tramite un peso.

**3.4.8 La resistenza a flessione viene calcolata come carico massimo sopportato dal campione diviso per la sua area della sezione trasversale**



The compressive strength of the mortar is determined on the two parts resulting from the flexural strength test, if not damaged, applying a compressive load on specimens to crush

### 3.4.9 A manual with a method to self determinate the compressive strength of moulded mortar specimens

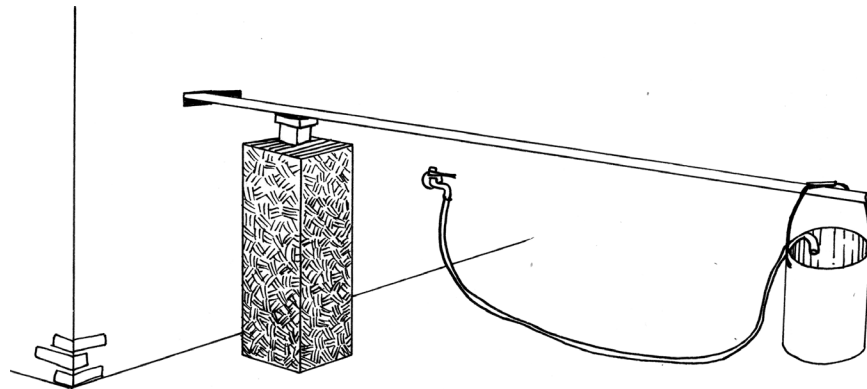
This is a method for low and medium Human Development countries – and/or for any other place or situation where the correspondent European Standard is not applicable – to determinate the compressive strength of moulded mortar specimens.

#### Notes

#### Apparatus



A cutter or a knife to prepare three specimen whose dimensions are 40 x 40 mm and depth 40 mm.



A testing machine capable of applying the load at a uniform rate with water or sand has to be prepared.

It is composed by a pole made of solid steel, which has to be insert in a vertical hole or it has to be blocked in any other way, but allowing a limited angle of rotation like a hinge.

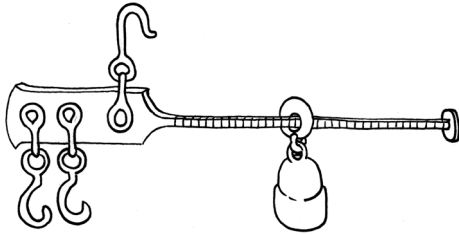
Carefully align the specimen (so that the load is being applied to the whole width of the faces in contact with the platens) 10 cm from the hinge, with a steel plate (or any other hard metal) inserted between the pole and the mortar cube to distribute load evenly.

A bucket is placed 100 cm away from the specimen and it will be loaded at a uniform rate with water or sand to multiplied 10 times its load over the specimen (actually it is a lever which amplifies an input force to provide a greater output force)

**Apparatus**



A clock, calibrated in seconds.



A balance or a steelyard to weigh the bucket.

**Notes**

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

**Procedure**

Cut the prisms resulting from the flexural strength test to create three cubes, whose dimensions are 40 x 40 mm and depth 40 mm.

Apply the load (water, sand, etc.) without shock and increase it continuously at a uniform rate so that failure occurs within a period of 30 to 90s.

Record the maximum load applied, in kg.



## 3.4

### CELLULOSA Metodi di prova per malte per opere murarie e resoconti di prova del plaspaper

#### Note

#### Procedure



Calculate the strength as the maximum load carried by the specimen  $\cdot 10$  plus the weight of the lever.

Remember that  $\text{kg applied} \cdot 10$  is used to obtain the newton value.

Divide the result by its cross-sectional area (in  $\text{mm}^2$ )

Record the strength of each specimen to the nearest  $0,05 \text{ N/mm}^2$ .

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

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

### 3.4.10 Risultati della prova con il plaspaper

L'uso di una leva ha permesso di moltiplicare per 10 volte la massa che è stata applicata tramite un secchio posto a 100 cm di distanza dal provino. Poiché anche la leva avrebbe esercitato una notevole pressione sul provino (essendo essa

un elemento pieno in ferro, robusto affinché la massa applicata non la piegasse) attraverso una stadera è stata calcolata la sua massa (che è risultata di 52 kg) nel punto un cui avrebbe poggiato sopra il provino, in modo da considerare anche questo dato nel calcolo finale.

**3.4.10 Alla massa del secchio moltiplicata per 10 e trasformata in N deve aggiungersi quella della leva impiegata**



Per conoscere la massa della leva di ferro utilizzata - così come per la massa dei secchi colmi di sabbia - è stata usata una stadera, un tipo di bilancia che si basa ancora molto comune nei paesi a medio e basso sviluppo umano.  
[foto S. Martin, 2013]

Per distribuire quanto più uniformemente possibile il carico, sopra i cubetti di plaspaper è stata posta una lamina di acciaio di spessore 1 cm e, per evitare che la barra di ferro li schiacciasse prevalentemente su un angolo, tra la lamina e la leva è stato interposto il dado di un bullone.

La resistenza è il carico massimo sopportato dal campione e per le malte comuni la prova viene interrotta quando sulla superficie del provino sono visibili delle crepe, indice del raggiungimento del punto di rottura.

I campioni di plaspaper sottoposti alla prova non hanno avuto lo stesso comportamento fragile delle

malte in commercio e si è appurato come sotto la forza di un migliaio di newton mostrino una deformazione plastica.

È stato perciò difficile determinare quale fosse l'esatto momento di rottura, dato che - a causa del loro comportamento duttile - alla diminuzione del volume del campione non necessariamente si accompagnava la formazione di crepe sulla superficie.

Si è dunque deciso di trascurare il mutamento di volume, anche importante, preferendogli la constatazione della formazione di crepe, visibili nel momento in cui la leva - che pure era soggetta a un abbassamento all'aumentare

**3.4.10 Il comportamento del plaspaper è duttile e vede il campione mutare il proprio volume prima della formazione di crepe**

**3.4.10 La resistenza a compressione del clay plaspaper (a base argilla) è 1,4 N/mm<sup>2</sup>, mentre per il lime plaspaper (a base calce) è di 0,8 N/mm<sup>2</sup>**

della massa del secchio - cedeva in maniera più significativa.

In un caso per ogni tipologia di plaspaper si è calcolata la resistenza a compressione (secondo la formula del carico diviso per l'area della sezione trasversale del provino) e in un secondo tempo si è aumentata la massa del secchio fino a giungere al completo collasso del provino, riportando la forza che è stata necessaria.

La resistenza di ciascun campione è stata registrata come la resistenza al più vicino 0,05 N/mm<sup>2</sup> e la media dei tre provini è stata calcolata al più vicino 0,1 N/mm<sup>2</sup>, come da norma EN.

#### • Clay plaspaper

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

$$F \textcircled{1} = 19,60 \text{ kg} \cdot 10 = 196 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 248 \text{ kg} \approx 2480 \text{ N}$$

$$F \textcircled{2} = 17,20 \text{ kg} \cdot 10 = 172 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 224 \text{ kg} \approx 2240 \text{ N}$$

$$F \textcircled{3} = 13,60 \text{ kg} \cdot 10 = 136 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 188 \text{ kg} \approx 1880 \text{ N}$$

Quindi:

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{1} = 2480 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 1,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{2} = 2240 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 1,40 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{3} = 1880 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 1,175 \text{ N/mm}^2 \approx 1,20 \text{ N/mm}^2$$

La media tra i tre valori risulta essere:

$$\text{Resistenza a compressione}_{\text{clay+paper}} = (1,55 + 1,40 + 1,20) \text{ N/mm}^2 / 3 = 1,384 \text{ N/mm}^2 \approx 1,4 \text{ N/mm}^2$$

Un'ulteriore prova è stata condotta sul primo provino per verificare la forza necessaria per portarlo al collasso

$$F \textcircled{1}_{\text{bis}} = 32 \text{ kg} \cdot 10 = 320 \text{ kg} + 52 \text{ kg}$$

$$= 372 \text{ kg} \approx 3720 \text{ N}$$

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{1}_{\text{bis}} = 3720 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 2,325 \text{ N/mm}^2 \approx 2,30 \text{ N/mm}^2$$

#### • Lime plaspaper

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

$$F \textcircled{1} = 7 \text{ kg} \cdot 10 = 70 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 122 \text{ kg} \approx 1220 \text{ N}$$

$$F \textcircled{2} = 7 \text{ kg} \cdot 10 = 70 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 122 \text{ kg} \approx 1220 \text{ N}$$

$$F \textcircled{3} = 7 \text{ kg} \cdot 10 = 70 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 122 \text{ kg} \approx 1220 \text{ N}$$

Quindi:

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{1} = 1220 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 0,7625 \text{ N/mm}^2 \approx 0,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{2} = 1220 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 0,7625 \text{ N/mm}^2 \approx 0,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{3} = 1220 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 0,7625 \text{ N/mm}^2 \approx 0,75 \text{ N/mm}^2$$

La media tra i tre valori è:

$$\text{Resistenza a compressione}_{\text{lime+paper}} = (0,75 + 0,75 + 0,75) \text{ N/mm}^2 / 3 = 0,75 \text{ N/mm}^2 \approx 0,8 \text{ N/mm}^2$$

La prova per portare al collasso il primo provino ha dato il seguente risultato:

$$F \textcircled{1}_{\text{bis}} = 17,4 \text{ kg} \cdot 10 = 174 \text{ kg} + 52 \text{ kg} = 226 \text{ kg} \approx 2260 \text{ N}$$

$$\text{Resistenza a compressione } \textcircled{1}_{\text{bis}} = 2260 \text{ N} / 1600 \text{ mm}^2 = 1,4125 \text{ N/mm}^2 \approx 1,40 \text{ N/mm}^2$$

Anche i risultati del clay plaspaper e del lime plaspaper sono stati confrontati con la resistenza a compressione a 28 gg della stessa serie di intonaci per interni/esterni raffrontata per la resistenza a flessione, qui disposti nello stesso ordine usato in precedenza:

• Claytec, «intonaco-rasatura grezzo

d'argilla» (Claytec, 2012).

Resistenza a compressione  $> 1,66$  N/mm<sup>2</sup>;

- 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, 2012c).

Resistenza a compressione  $0,4 \div 2,5$  N/mm<sup>2</sup>;

- 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 compressione  $0,4 \div 2,5$  N/mm<sup>2</sup>;

- 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, 2012a).

Resistenza a compressione  $0,4 \div 2,5$

N/mm<sup>2</sup>;

- 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, 2012b).

Resistenza a compressione  $\geq 0,6$  N/mm<sup>2</sup>;

- Termointonaco Laterlite, «intonaco termoisolante premiscelato [...] a base di vetro espanso e legante calce idraulica naturale» (Laterlite, 2010). Resistenza a compressione  $2,6$  N/mm<sup>2</sup>;

- 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 compressione  $1,5$  N/mm<sup>2</sup> ca.

**3.4.10 Il valore di resistenza a compressione fornito dai produttori di una serie di intonaci presenti sul mercato va da  $0,6$  N/mm<sup>2</sup> a  $2,6$  N/mm<sup>2</sup>, con diversi intonaci nella classe  $0,4 \div 2,5$  N/mm<sup>2</sup> (come i due plaspaper)**



Con una penna è stato segnato dove, a 10 cm dal punto in cui la leva è stata bloccata, si sarebbe esercitata la pressione dalla quale ricavare la forza in N.

Il dado di un bullone è stato impiegato affinché il provino oggetto della prova non subisse uno schiacciamento disomogeneo.

La piastrina di acciaio, spesso 1 cm, è servita per distribuire la forza in modo uniforme

[foto I. Caruso, 2013]

**3.4.11 La forza di adesione è determinata come lo sforzo massimo di trazione mediante carico diretto perpendicolare alla superficie della malta**

### 3.4.11 Determinazione dell'adesione al supporto di malte da intonaco esterno ed interno

La norma EN 1015-12:2002 *Methods of test for mortar for masonry. Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates* specifica un metodo per determinare l'adesione tra una malta d'intonaco e un suo supporto.

La prova consiste nell'incollare una piastrina metallica sulla superficie di prova della malta, applicare uno sforzo di trazione mediante carico diretto perpendicolare e calcolare il rapporto tra il carico di rottura e l'area della superficie di prova.

La criticità maggiore nell'esportare questo genere di prova in un paese a basso sviluppo umano è soprattutto legata - analogamente alle altre EN - al reperimento di un'appropriata macchina per prova a trazione diretta, indispensabile per applicare la forza necessaria.

Ecco dunque che si è fatto ancora ricorso ad un contenitore per poi trasformare, in un secondo tempo, la sua massa in newton.

Per applicare la forza è stato necessario rovesciare il campione indurito della malta oggetto della prova, appendendo con un gancio alla piastrina un secchio gradualmente riempito d'acqua,

fino al distacco della stessa e dell'intonaco dal supporto.

Anche per il supporto si sono semplificate le prescrizioni della norma: ferma restando l'opportunità di utilizzare lo stesso substrato che avrebbe la malta messa in opera, qualora questo non sia disponibile o non sia noto (come nel caso del plaspaper a causa della varietà di superfici parietali che potrebbe ricoprire in un paese a medio e basso sviluppo umano) possono anche essere utilizzati pannelli OSB, superfici in legno, laterizi, pannelli di calcestruzzo, etc.

La EN raccomanda in special modo l'uso di pannelli di calcestruzzo, con rapporto acqua/cemento di 0,55, fornendo raccomandazioni particolari sulle dimensioni, la granulometria degli aggregati (anche rispetto allo spessore del pannello), la stagionatura etc.

Dato che prove empiriche di plaspaper - effettuate su una superficie verticale soggetta alle avversità atmosferiche - sono state considerate inficcate soprattutto dal supporto in calcestruzzo, non si ritiene necessario adeguarsi a questa particolare prescrizione della norma, lasciando maggiore libertà nella scelta del substrato da usare per la prova.

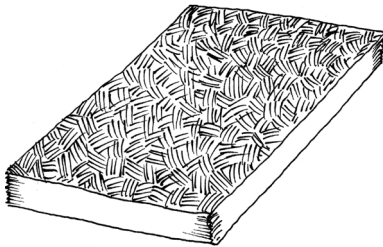


### 3.4.12 A manual with a method to self determinate adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates

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 adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates.

The adhesion strength is determined as the maximum tensile strength through a load perpendicular to the surface of a plastering mortar applied on a support.

#### Apparatus



It should be used the same support will have the plaster, if known, because adhesion can vary considerably depending on the substrate used. Alternatively it should be used another available material (wood, Oriented strand board, bricks, concrete panels, etc.), in panels of adequate dimension.

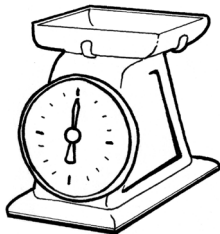
#### Notes

The upper surface of the panel must be leveled and smoothed.



A calendar to schedule the beginning of tests.

Specimens will be tested 28 days after casting



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

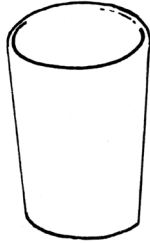
Use the International System of Units to weigh and to misure the specimen



A clock, calibrated in seconds.

## Notes

## Apparatus



Metal goblet or glass or pipe or other tools (diameter of approximately 40-50 mm) to be used for affecting the sample until reaching the support.



Metal plates.



Adhesive preferably based on epoxy resin or, in the final approximation, cement grout.

## Procedure

The mixture of fresh mortar must be applied to the support, kept vertical, for a total thickness of 10 mm.

Circular test with a diameter of about 50 mm has to be cut with an appropriate instrument on fresh mortar.

Three samples must be prepared, which are then stored at room temperature for 28 days or more to achieve complete hardening. The test area shall be measured and recorded for each sample.

Paste metal plates to the specimen - with adhesive preferably based on epoxy resin or, in the final approximation, cement grout - centering them on the mould, avoiding that adhesive would overflow because it could make difficult to engrave the sample.

Carry out the test on the specimens at the end of 28 days, or anyway after complete hardening.

Tensile strength shall be applied perpendicular to the test using a bucket loaded at a uniform rate with water or sand, hooked to the extraction plate glued on the test surface of the mortar.

To achieve an increase of load, the container can be filled with sand or water: applying the force gradually and without tearing, the detachment has to take place in a time ranging from 20 s to 60 s. Record the weight that has been necessary to detach and turn it into force: remember that  $\text{kg applied} \cdot 10$  is used to obtain the Newton value.

Discard any test where the detachment has occurred for fracture of the

adhesive layer between the extraction plate and the mortar.

The adhesion strength is the ratio between the tensile strength and the area of the test surface.

Calculate the individual adhesion forces using the following formula:

$$f_u = \frac{F_u}{A}$$

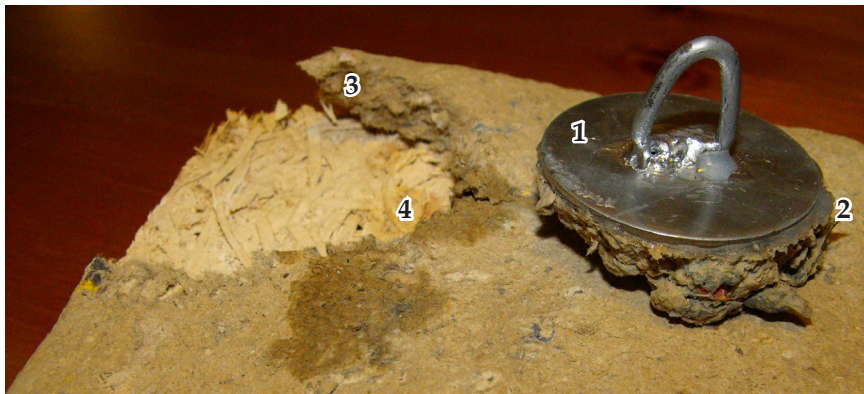
where  $f_u$  is the adhesion strength per unit area (N/mm<sup>2</sup>);

$F_u$  is the load determined at failure (N);

$A$  is the area of the cylindrical specimen (mm<sup>2</sup>).

Calculate the force of adhesion as the average of the individual values obtained on 3 specimens.

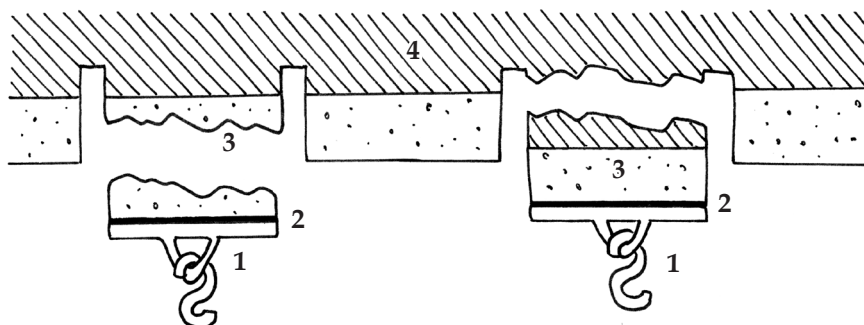
**Notes**



**Type of fracture a - Fracture of adhesion - Fracture between the mortar and the support. The test value is equal to the force of adhesion**

**Legend**

- 1 Extraction plate
- 2 Layer of adhesive
- 3 Mortar
- 4 Support



**Type of fracture b - Fracture of cohesion - Fracture in the mortar itself. The adhesion strength is greater than the test value**

**Type of fracture c - Fracture of cohesion - Fracture of the support. The adhesion strength is greater than the test value**

If fracture is produced as shown type *b* and type *c* (when there is no fracture between mortar and support), the results obtained shall be considered as lower limits values.

These values must be kept valid for the calculation of the average value of adhesion strength.

## Note

## Procedure



**3.4.13 Nella prova per determinare la forza di adesione è importante la scelta del punto sul campione in cui condurre la sperimentazione**

### 3.4.13 Risultati della prova con il plaspaper

Per la prova di adesione si è utilizzata una piastrina circolare di recupero, di diametro 4,5 mm e area 1589,625 mm<sup>2</sup>, sulla quale è stato saldato un occhiello a cui assicurare un gancio. La prima prova è stata condotta in un punto angolare del supporto, e questo ha certamente portato ad una diminuzione del valore della forza di adesione, che è risultato migliori (seppure al di sotto le attese) nelle due prove successive condotte in

punti centrali del supporto.

Si è comunque deciso di non ripetere questa prova in un altro punto con il fine di migliorarne il risultato.

Già nella prova in situ si era riscontrato che il problema di aderenza interessava principalmente i bordi, e da lì si estendeva al resto dell'intonaco: è sembrato opportuno che il riscontro di questo problema nella sperimentazione non venisse nascosto per essere ridimensionato, ma ne facesse invece parte per essere considerato.

• **Clay plaspaper**

La forza data dalla massa del secchio - gradualmente riempito d'acqua - necessaria per causare la frattura di adesione è stata di:

$F_u$  ① = 58 N, corrispondenti a una massa di 5,8 kg

$F_u$  ② = 104 N, corrispondenti a una massa di 10,4 kg

$F_u$  ③ = 101 N, corrispondenti a una massa di 10,1 kg

Calcolando il rapporto tra il carico di rottura e l'area della superficie di prova si ottengono i seguenti valori di forza di adesione:

$f_u$  ① = 58 N / 1589,625 mm<sup>2</sup> = 0,0364865927498624 N/mm<sup>2</sup> ≈ 0,04 N/mm<sup>2</sup>

$f_u$  ② = 104 N / 1589,625 mm<sup>2</sup> = 0,0654242352756153 N/mm<sup>2</sup> ≈ 0,07 N/mm<sup>2</sup>

$f_u$  ③ = 101 N / 1589,625 mm<sup>2</sup> = 0,063536997719588 N/mm<sup>2</sup> ≈ 0,06 N/mm<sup>2</sup>

Il valore medio di forza di adesione per il clay plaspaper è:

$f_{clay+paper} = (0,04 + 0,07 + 0,06) \text{ N/mm}^2 / 3 = 0,06 \text{ N/mm}^2$

• **Lime plaspaper**

La frattura di adesione è stata raggiunta con la forza di:

$F_u$  ① = 16,5 N, corrispondenti a una massa di 1,65 kg

$F_u$  ② = 48 N, corrispondenti a una massa di 4,8 kg

$F_u$  ③ = 62 N, corrispondenti a una massa di 6,2 kg

Con questi dati si è potuto procedere a calcolare la forza di adesione delle tre prove di lime plaspaper:

$f_u$  ① = 16,5 N / 1589,625 mm<sup>2</sup> = 0,0103798065581505 N/mm<sup>2</sup> ≈ 0,01 N/mm<sup>2</sup>

$f_u$  ② = 48 N / 1589,625 mm<sup>2</sup> = 0,0301958008964378 N/mm<sup>2</sup> ≈ 0,03

N/mm<sup>2</sup>

$f_u$  ③ = 62 N / 1589,625 mm<sup>2</sup> = 0,0390029094912322 N/mm<sup>2</sup> ≈ 0,04 N/mm<sup>2</sup>

Il valore medio di forza di adesione per il lime plaspaper è:

$f_{lime+paper} = (0,01 + 0,03 + 0,04) \text{ N/mm}^2 / 3 = 0,03 \text{ N/mm}^2$

Come anticipato, i risultati del clay plaspaper e del lime plaspaper presentano valori di forza di adesione sensibilmente inferiori a quelli dichiarati dai produttori di altre malte, che sono:

- per il weber.calce TS<sup>5</sup> adesione su tavella 0,1 N/mm<sup>2</sup>;
- per weber.calce TM<sup>6</sup> adesione su tavella 0,1 N/mm<sup>2</sup>;
- per Intonaco Vic-Calce<sup>7</sup> adesione su tavella 0,1 N/mm<sup>2</sup> e così via.

È interessante notare come il clay plaspaper - che aveva avuto il comportamento peggiore nella sperimentazione all'aperto - abbia invece valori più alti di aderenza al supporto, se questo è una tavella: un ruolo preponderante sulla prova a parete era chiaramente stato svolto dalle piogge che avevano colpito quella sperimentazione, causando il distacco.

Rispetto agli intonaci in commercio il lime plaspaper mostra un'adesione che è circa 1/4, il clay plaspaper della metà.

Rimane quindi invariata la necessità, già segnalata, di prestare attenzione nel preparare il substrato dell'intonaco: esse deve avere la giusta rugosità superficiale (caratteristica del resto comune alla maggior parte delle superfici parietali dei paesi a basso sviluppo umano) ed essere bagnato con barbotina o boiaccia per migliorarne l'aderenza.

3.4.13 Il valore della forza di adesione è l'unico dato tecnico del plaspaper (clay e lime) ad essere qualitativamente al di sotto di prodotti analoghi commercializzati in Italia

<sup>5</sup> Saint-Gobain Italia, 2012a

<sup>6</sup> Saint-Gobain Italia, 2012c

<sup>7</sup> Saint-Gobain Italia, 2010

**3.4.14 Il coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità è misurato immergendo il provino in acqua per uno specifico periodo di tempo e determinandone l'aumento in massa**

#### **3.4.14 Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità della malta indurita**

La norma europea EN 1015-18:2004 *Methods of test for mortar for masonry. Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar* specifica un metodo per determinare il coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità delle malte indurite contenenti leganti minerali e aggregati normali o leggeri.

Il principio alla base è quello di misurare l'aumento in massa di provini immersi in acqua per uno specifico periodo di tempo, rapportandolo alla superficie dei provini.

Rispetto alla norma EN, la sua

versione semplificata non richiede più l'asciugatura in una stufa ventilata, ma la accetta a temperatura ambiente, ferma restando la necessità di una doppia pesatura per verificare il raggiungimento di una massa costante.

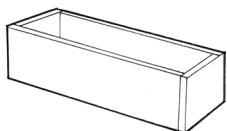
In luogo di una carta da filtro con una capacità di assorbimento data, per la veloce asciugatura dei campioni si è ritenuta sufficiente della carta a fibre nude (come la carta di un giornale). Il calcolo del coefficiente di assorbimento è stato effettuato secondo la formula  $C = 0,1 (M_2 - M_1) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$ , dove  $M_1$  è la massa del provino dopo immersione per 10 min (g) e  $M_2$  è la massa del provino dopo immersione per 90 min (g).

**3.4.15 A manual with a method to self determinate water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar**

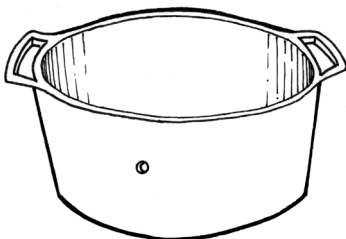
This is a method for low and medium Human Development countries – and/or for any other place or situation where the correspondent European Standard is not applicable – to determinate water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar.

The coefficient of water absorption by capillarity is measured by immersing a face of the specimens of mortar (5 ÷ 10 mm) into water for a specific period of time to determining an increase in mass.

**Apparatus**



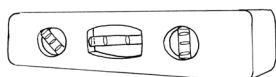
Metal moulds (or any other smooth material), whose dimensions are 40 x 160 mm and depth 40 mm.



Bucket or basin, with a minimum depth of 20 mm and a flat-bottom big enough to immerse a specimen and equipped with a device for maintaining a constant level of water (for example a hole just above the water level by maintain)



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



A bubble level.



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

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

## Notes

Constant mass is reached when two consecutive weighings do not differ by more than 0,5% of the mass of the dry specimen.

Cover the basin to prevent evaporation.

## Apparatus



Newsprint or other absorbing paper

## Procedure

Test the specimen at 28 days after casting.

Dry the specimen at room temperature until the constant mass is reached. Break every specimen in two halves and place them into the basin, with the broken faces of the prisms facing downward, keep them immersed inclined into the water, not touching the bottom, at a depth from 5 mm to 10 mm.

Keep the water level constant during the test.

If a surface of specimen is wet, stop the test. Break the sample to check if its parts are fully saturated. If they are, weigh the two pieces together. If they are not, repeat the test with a new specimen.

Remove the specimens from the basin after 10 min, quickly dry their surface with a newsprint or other absorbing paper, weigh specimens ( $M_1$ ) and immediately put them back into the basin. Repeat this process after 90 min and weigh ( $M_2$ ).

Calculate the coefficient of water absorption following this formula:

$$C = 0,1 (M_2 - M_1) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$$





### 3.4.16 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 e spezzati in due parti dopo il completo indurimento della malta. I tre campioni sono risultati essere di dimensioni:

- ① 0,013754 m<sup>2</sup>
- ② 0,013545 m<sup>2</sup>
- ③ 0,01472 m<sup>2</sup>

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

- $M_0$  ① = 0,084 kg
- $M_0$  ② = 0,074 kg
- $M_0$  ③ = 0,084 kg

Dopo 10' di immersione parziale come da norma, i provini di clay plaspaper sono stati rapidamente asciugati hanno mostrato i seguenti valori:

- $M_1$  ① = 0,102 kg
- $M_1$  ② = 0,092 kg
- $M_1$  ③ = 0,104 kg

Dopo 90' è stato ripetuto il procedimento e i campioni sono stati ripesati:

- $M_2$  ① = 0,135 kg
- $M_2$  ② = 0,126 kg
- $M_2$  ③ = 0,140 kg

Con questi dati si è potuto procedere a calcolare il coefficiente di assorbimento d'acqua di ogni campione, sulla base della formula:

$$C = 0,1 (M_2 - M_1) \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$$

$$C \text{ ①} = 0,1 (0,135 - 0,102) \text{ kg} / (0,013754 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}) \approx 0,24 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

$$C \text{ ②} = 0,1 (0,126 - 0,092) \text{ kg} / (0,013545 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}) \approx 0,25 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

min<sup>0,5</sup>

$$C \text{ ③} = 0,1 (0,140 - 0,104) \text{ kg} / (0,01472 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}) \approx 0,24 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

È stata calcolata la media tra i tre valori, che risulta essere:

$$C_{\text{clay+paper}} = (0,24 + 0,25 + 0,24) / 3 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5} = 0,233 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5} \approx \mathbf{0,23 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}}$$

#### • Lime plaspaper

Le stesse operazioni sono state effettuate con il lime plaspaper. I tre campioni avevano dimensione:

- ① 0,015624 m<sup>2</sup>
- ② 0,015702 m<sup>2</sup>
- ③ 0,013454 m<sup>2</sup>

La massa, dopo una doppia verifica, è risultata essere:

- $M_0$  ① = 0,071 kg
- $M_0$  ② = 0,072 kg
- $M_0$  ③ = 0,084 kg

Dopo l'immersione per 10', i provini di clay plaspaper avevano massa:

- $M_1$  ① = 0,105 kg
- $M_1$  ② = 0,124 kg
- $M_1$  ③ = 0,119 kg

Dopo 90' la massa era aumentata a:

- $M_2$  ① = 0,120 kg
- $M_2$  ② = 0,149 kg
- $M_2$  ③ = 0,147 kg

Sulla base della formula per ogni campione è stato calcolato il coefficiente di assorbimento d'acqua:

$$C \text{ ①} = 0,1 (0,120 - 0,105) \text{ kg} / (0,015624 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}) \approx 0,10 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

$$C \text{ ②} = 0,1 (0,149 - 0,124) \text{ kg} / (0,015702 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}) \approx 0,16 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

$$C \text{ ③} = 0,1 (0,147 - 0,119) \text{ kg} / (0,013454 \text{ m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}) \approx 0,21 \text{ kg} / \text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

**3.4.16 Il coefficiente di assorbimento del clay plaspaper (a base argilla) è 0,23 kg/m<sup>2</sup> · min<sup>0,5</sup>, mentre per il lime plaspaper (a base calce) è di 0,16 kg/m<sup>2</sup> · min<sup>0,5</sup>**

**3.4.16 Il coefficiente di assorbimento dei due plaspaper è in media con quello di altre malte presenti sul mercato**

La media tra i tre valori è il coefficiente di assorbimento del lime plaspaper:

$$C_{\text{lime+paper}} = (0,10 + 0,16 + 0,21) / 3 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5} = 0,156 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5} \approx 0,16 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$$

Non tutti gli intonaci presenti in commercio forniscono il dato del coefficiente di assorbimento, ottenuto secondo la prova normata dalla EN 1015-18: 2004.

Nel confronto con due esempi di malte da intonaco si può notare come

l'assorbimento acqua dei plaspaper sia basso, in particolar modo quello del lime plaspaper:

- Calcem MX 130, «malta per muratura premiscelata con inerti calcarei e silicei pronto all'uso» (Calcidrata, 2013).

Coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità  $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$ ;

- Malta bastarda, «malta bastarda tradizionale predosata per intonaco e muratura» (Bmix, 2013).

Coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità  $0,32 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}^{0,5}$ .