

Metodi di prova per elementi in muratura

Determinazione della resistenza a compressione

UNI EN 772-1

Macchina universale MTS da 500 kN.



Consente di svolgere prove di trazione-compressione, monotone e cicliche su campioni di materiali o su piccoli apparati strutturali. L' elettronica di controllo Testar II associata ad una servo-valvola Moog permette di controllare la macchina sia in forza che in spostamento, utilizzando rispettivamente una cella di carico da 500 kN per la misura del carico e un trasduttore di spostamento LVDT (Linear Variable Differential Transformer), con corsa da 250 mm per la misura della corsa del pistone.

Macchina di prova

applicato al provino sia maggiore di un quinto della sua sezione, la macchina deve essere dotata di un dispositivo di regolazione del carico che permette di rispettare la velocità degli incrementi di carico. La macchina deve essere equipaggiata con due piastre di acciaio. Le guide di trasmissione del carico devono essere tali da garantire che la superficie sotto carico di rottura sia minore di 0,1 mm.



Una delle due piastre di applicazione del carico deve essere in grado di potersi adattare liberamente alla superficie del provino non appena essa tocca il provino e munita di un dispositivo a frizione o altro accorgimento che ne impedisce il basculamento. L'altra piastra deve essere costituita da un blocco piano non basculante. Le facce di contatto di

Preparazione dei provini

prEN 771. Il numero minimo di campioni deve essere sei, ma in una norma di prodotto potrebbe essere specificato un numero minimo più alto, nel qual caso dovrà essere usato tale numero più alto. Nel caso di elementi di muratura di grandi dimensioni, è consentito ritagliare dagli elementi provini rappresentativi, per esempio cubi, in diversi punti dell'elemento secondo le indicazioni della parte relativa del prEN 771 (vedere anche nota



Preparazione della superficie

Le facce dei
dimensioni (o
eventuale m
essere perfe
superiore si
1 mm ogni
elementi di
sottoposte a
relativa norm



enti di grandi
e ripulite da
duzione) ed
che la faccia
maggior di
ritagliati da
vono essere
ificato nella

Rettifica

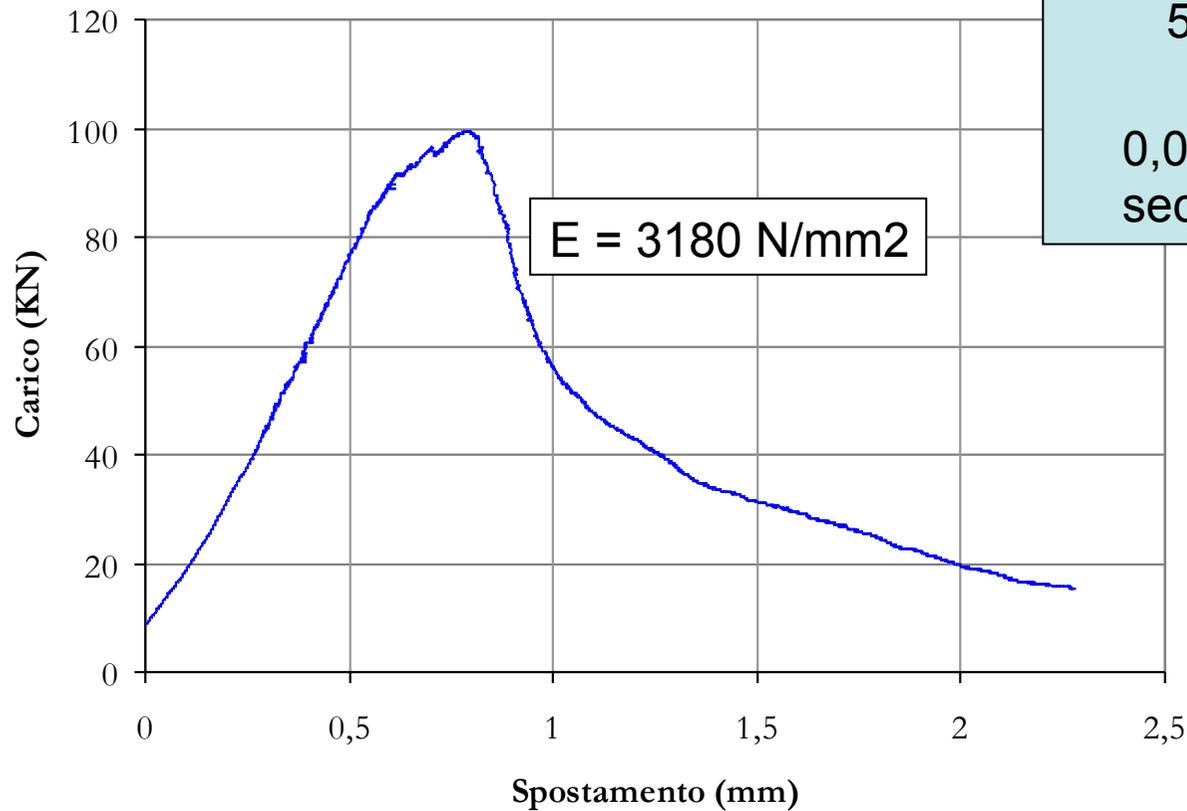
La superficie dei provini deve essere molata fino a quando saranno soddisfatte le esigenze di planarità e di parallelismo di cui in 7.2.1. Tuttavia si avrà cura di non eliminare gli incavi per malta, lettere impresse nell'elemento per muratura, né cavità, perforazioni,

Sistemazione dei provino nella macchina di prova

Pulire le superfici portanti della macchina di prova (6.1) e togliere tutte le particelle dalle facce di posa del provino. Allineare accuratamente il provino nel centro della piastra che poggia su un supporto a rotula in modo da ottenere un assetto uniforme. Elementi con un



Diagramma Carico-Spostamento



$$\frac{0,005 \text{ mm/sec}}{50 \text{ mm}} = 0,0001 \text{ def al sec}$$

$$0,01 * 3180 = 0,318 \text{ N/mm}^2 \text{ al sec}$$

passare quindi, raggiunta circa la
 consenta di raggiungere il carico
 da per una scelta appropriata

| Presunta resistenza alla compressione (N/mm^2) | Velocità di carico ($\text{N/mm}^2/\text{s}$) |
|--|--|
| <10 | 0,05 |
| da 11 a 20 | 0,15 |
| da 21 a 40 | 0,3 |
| da 41 a 80 | 0,6 |
| >80 | 1,0 |

Modalità di collasso



Programma di prove

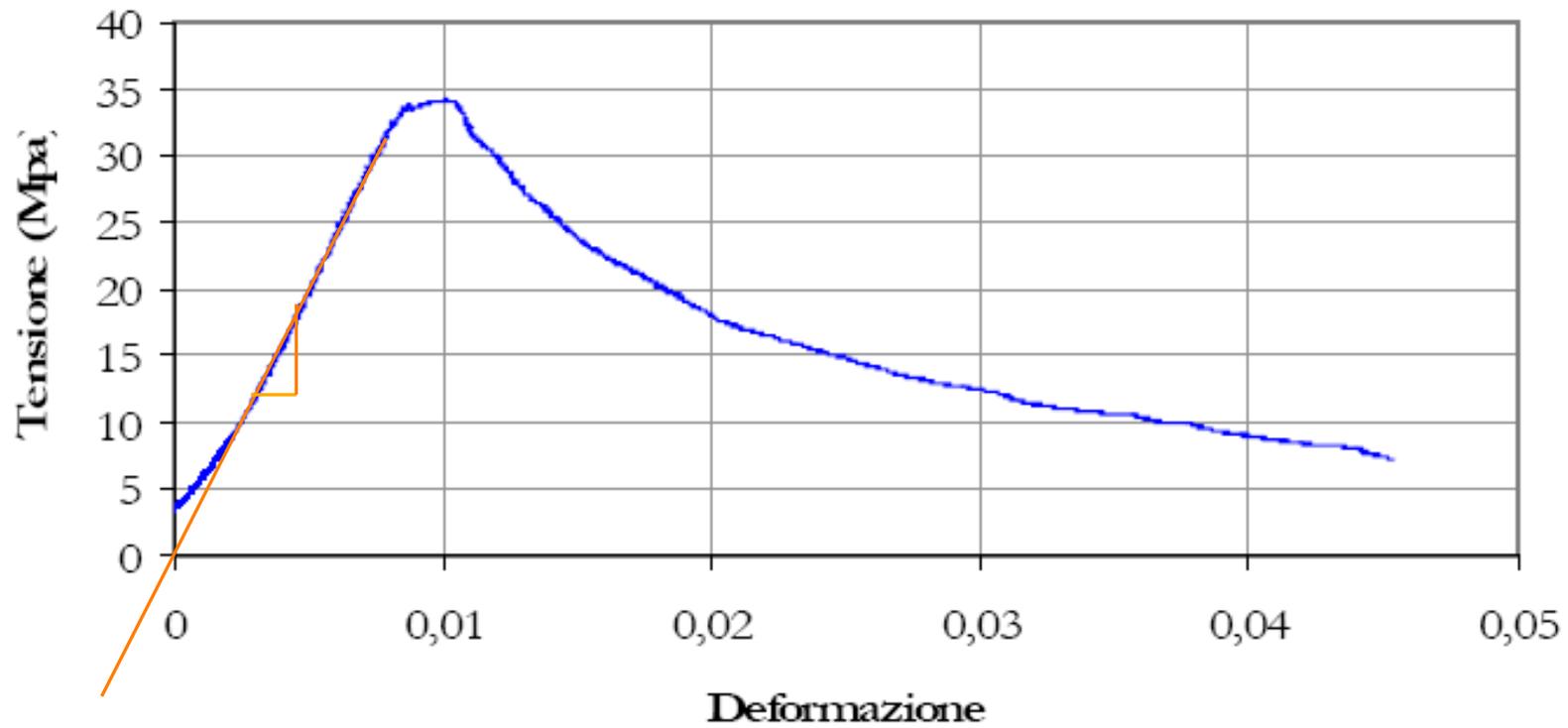
| | LAT. ORIGINALE | LAT. MONTEROTONDO |
|--|---|---|
| CAMPIONI | Da 6 esemplari (280x140x50 mm ³) Sono stati estratti 20 campioni (50x50x50 mm ³) | Da 5 esemplari (280x140x50 mm ³) Sono stati estratti 11 campioni (50x50x50 mm ³) |
| PROVE DI RESISTENZA A COMPRESSIONE | 15 monotone 5 cicliche | 7 monotone 3 cicliche |
| | Controllo di spostamento Velocità di avvicinamento piastre 0,005 mm/sec | |

RESOCONTO DI PROVA

Il resoconto di prova deve contenere le informazioni seguenti:

- a) il numero, il titolo e la data di pubblicazione della presente norma europea;
- b) il nome dell'organismo che ha effettuato il campionamento e il metodo di campionamento utilizzato;
- c) la data della prova;
- d) il tipo, l'origine e la designazione dell'elemento di muratura secondo il **prEN 771**;
- e) il numero di provini del campione;
- f) la data di consegna dei campioni al laboratorio di prova;
- g) uno schizzo del provino, se necessario, che mostri l'estensione della superficie di carico, l'altezza e l'orientamento del carico;
- h) il metodo di condizionamento;
- i) per gli elementi condizionati al 6%, il contenuto d'acqua al momento della prova;
- j) il metodo utilizzato per la preparazione delle superfici;

Diagramma Tensione-Deformazione

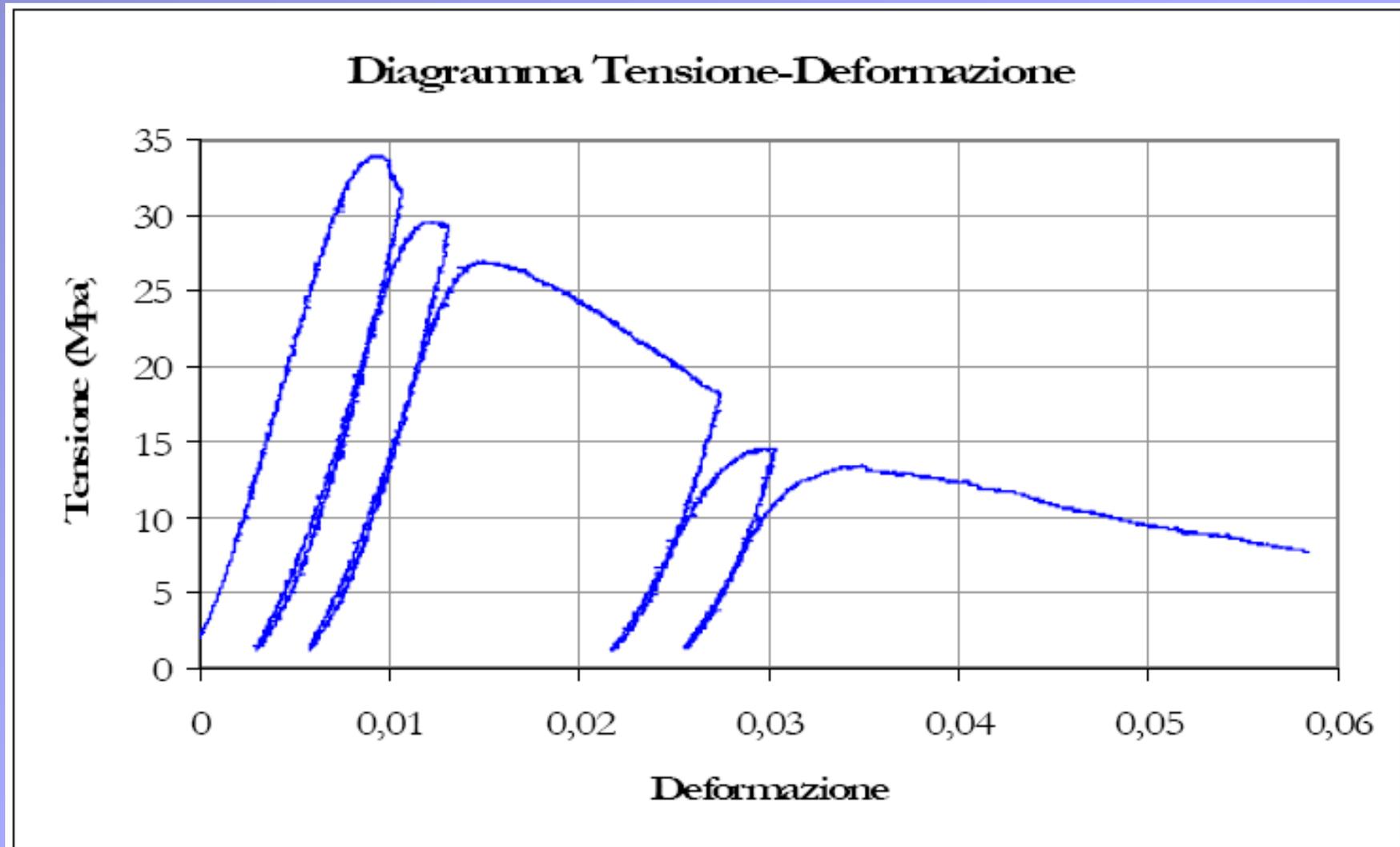


| Deformazione corrispondente alla tensione massima | σ / M | $\epsilon / \text{‰}$ |
|---|---------------------|-----------------------|
| Tensione $0,5 f_c$ | | MPa |
| Deformazione $\epsilon_{(0,5f_c)}$ | | 0.0043 |
| Tensione $0,25 f_c$ | | MPa |
| Deformazione $\epsilon_{(0,25f_c)}$ | | 0.0021 |
| Rigidezza convenzionale | $E_{lin,sec(M)}$ | MPa |
| Tensione di fine prova (resistenza residua) | | MPa |
| Deformazione di fine prova | | 7.224 |

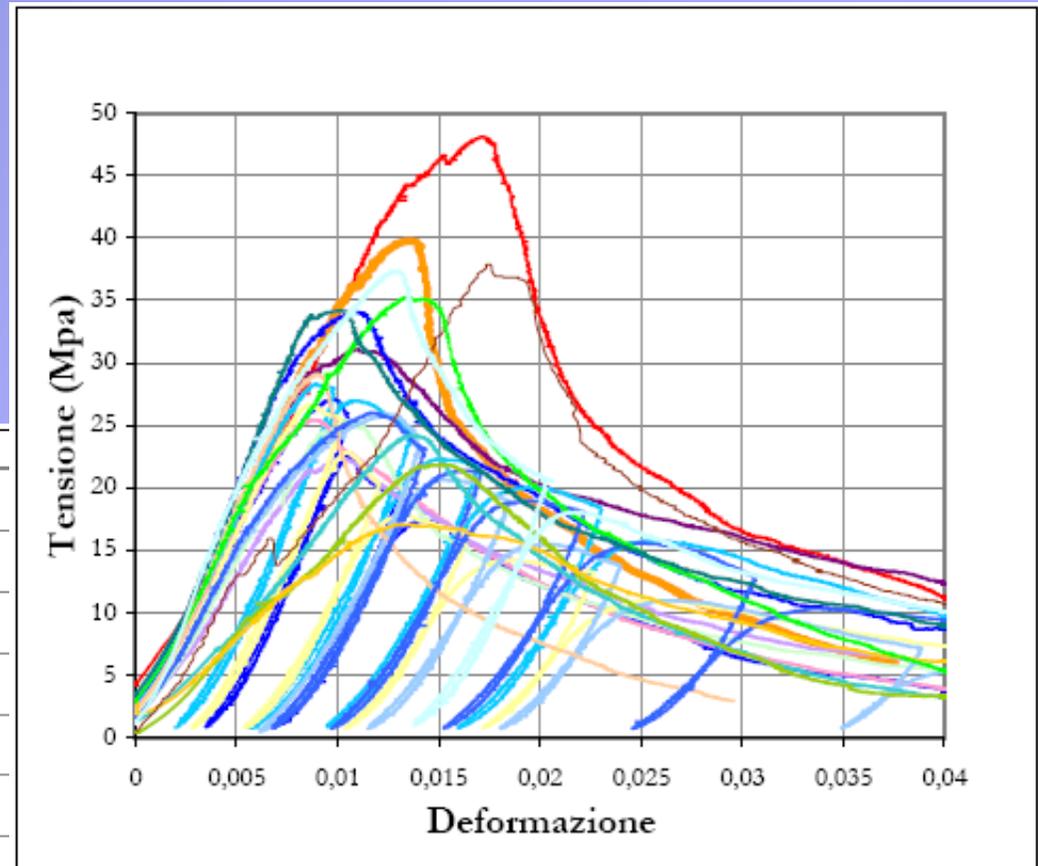
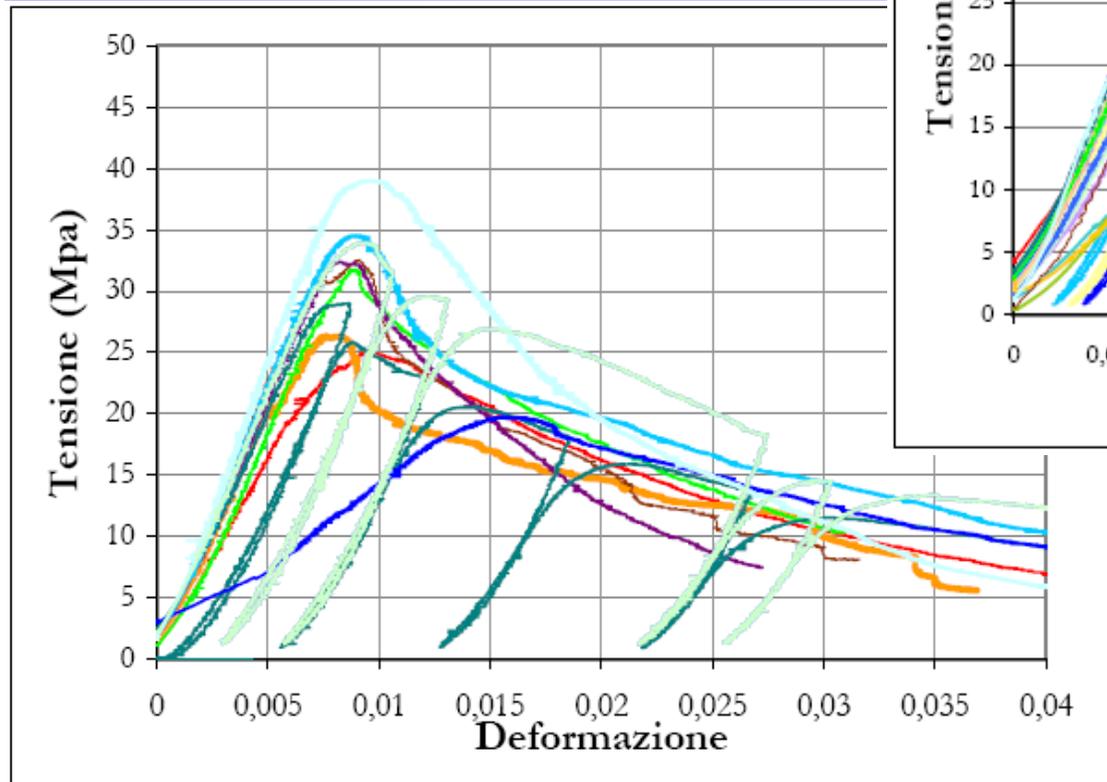
Osservazioni

la faccia di carico non aderisce perfettamente alla piastra

Prove cicliche



Risultati



CALCOLO ED ESPRESSIONE DEI RISULTATI

Calcolare la resistenza di ciascun provino dividendo il carico massimo raggiunto per l'area di carico, che corrisponde all'area lorda degli elementi destinati ad essere posati su un letto continuo di malta, a semplice rottura di giunto o a rottura di giunto multipla, nonché elementi con incavi che non vengono riempiti di malta in opera oppure procedendo negli altri casi secondo le indicazioni di cui in 7.4.2. Esprimere i risultati al più prossimo $0,1 \text{ N/mm}^2$.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Calcolare la resistenza alla compressione come valore medio della resistenza dei singoli provini al più prossimo $0,1 \text{ N/mm}^2$.

Calcolare il coefficiente di variazione del campione.

Prove di compressione su campioni cubici: Laterizio originale

| Provino | Altezza (mm) | Lunghezza di base (mm) | Altezza di base (mm) | Tensione Massima σ_R (Mpa) | Deformazione Massima ϵ_R | Modulo Elastico Secante E_s (Mpa) | Rigidezza nel secondo ramo di carico E_2 (Mpa) | Velocità di prova (mm/s) |
|---------|--------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|
| SA1 | 46 | 45 | 46 | 48,041 | 0,01706 | 3331,64 | - | 0,005 |
| SA2 | 46 | 46 | 46 | 39,781 | 0,01356 | 3210,23 | - | 0,005 |
| SB3 | 47,8 | 48 | 48,2 | 31,119 | 0,01095 | 3403,32 | - | 0,005 |
| SB4 | 47,9 | 48,2 | 48,1 | 34,041 | 0,01083 | 3995,39 | - | 0,005 |
| SB8 | 48,3 | 48,2 | 47,1 | 27,095 | 0,00981 | 3378,44 | 3702,01 | 0,005 |
| SB9 | 47,9 | 48,2 | 48,5 | 28,309 | 0,00898 | 3410,64 | 3725,91 | 0,005 |
| SC1 | 51 | 50,8 | 50,6 | 25,44 | 0,00887 | 3245,49 | - | 0,005 |
| SC2 | 50,3 | 50,5 | 50,3 | 22,33 | 0,01026 | 2574,02 | - | 0,005 |
| SC3 | 50 | 51,4 | 51,4 | 25,44 | 0,0104 | 2717,25 | - | 0,01 |
| SC4 | 50,2 | 50,2 | 50,2 | 26,65 | 0,0086 | 3351,00 | 3567,80 | 0,005 |
| SC5 | 50,4 | 50,8 | 50,8 | 25,851 | 0,0123 | 3083,41 | 3291,98 | 0,005 |
| SC6 | 50 | 51,4 | 51,4 | 29,076 | 0,00888 | 3714,48 | - | 0,01 |
| SC7 | 50 | 51 | 50 | 26,001 | 0,00431 | 3098,84 | 3084,84 | 0,005 |
| SD1 | 50,3 | 51,8 | 51,7 | 24,2 | 0,00685 | 1849,32 | - | 0,005 |
| SD2 | 51 | 51 | 51 | 21,86 | 0,0147 | 1624,75 | - | 0,005 |
| SE1 | 47,3 | 48,5 | 48,5 | 37,81 | 0,01735 | 2464,09 | - | 0,005 |
| SE2 | 47,3 | 48 | 48 | 35,23 | 0,0134 | 3946,32 | - | 0,005 |
| SF1 | 47,8 | 48,2 | 47,9 | 34,182 | 0,01 | 3849,42 | - | 0,005 |
| SF2 | 45 | 44 | 44 | 37,367 | 0,01277 | 4188,69 | 2915,56 | |
| | | Valore Medio μ | | 30,52 | 0,01105 | 3180,88 | 3381,35 | |
| | | Varianza σ^2 | | 47,26 | 1,1E-05 | 472362,69 | 113834,27 | |
| | | Coeff.di variazione% | | 22,53 | 29,57 | 21,61 | 9,98 | |

Prove di compressione su campioni cubici: Laterizio Monterotondo

| Provino | Altezza (mm) | Lunghezza di base (mm) | Altezza di base (mm) | Tensione Massima σ_R (Mpa) | Deformazione Massima ϵ_R | Modulo Elastico Secante E_s (Mpa) | Rigidezza nel secondo ramo di carico E_2 (Mpa) | Velocità di prova (mm/s) |
|---------|--------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|
| FB1 | 45 | 44 | 45 | 25,15 | 0,00973 | 3286,16 | - | 0,005 |
| FB2 | 45 | 45 | 44 | 31,77 | 0,00876 | 4154,27 | - | 0,005 |
| FC3 | 44 | 44,6 | 45 | 26,37 | 0,00764 | 4214,95 | - | 0,005 |
| FC4 | 44 | 45 | 45 | 32,56 | 0,00915 | 4522,54 | - | 0,005 |
| FC5 | 45 | 45 | 45 | 32,426 | 0,00828 | 4237,37 | - | 0,005 |
| FA6 | 40 | 40 | 40 | 33,969 | 0,00942 | 4177,97 | 4221,80 | 0,005 |
| FA7 | 43,6 | 45,1 | 44,7 | 29,018 | 0,00862 | 3799,78 | 4006,23 | 0,005 |
| FA8 | 43,8 | 45,1 | 45 | 30,878 | 0,00839 | 3910,61 | 3455,13 | 0,005 |
| FD9 | 40 | 40 | 40 | 34,594 | 0,00878 | 4567,41 | - | 0,01 |
| FD10 | 40 | 40 | 40 | 39,07 | 0,00961 | 4933,10 | - | 0,01 |
| | | Valore Medio μ | | 30,51 | 0,00945 | 3918,49 | 3894,39 | |
| | | Varianza σ^2 | | 27,46 | 4,44E-06 | 940242,10 | 156327,31 | |
| | | Coefficiente di variazione (%) | | 17,18 | 22,31 | 24,75 | 10,15 | |

PIETRE NATURALI

| | Densità [kg/dm³] | Resistenza a compressione [kg/cm²] |
|--|------------------------------------|--|
| Calcari teneri | da 1.40 a 2.20 | da 60 a 130 |
| Calcari mezzani | da 2.20 a 2.60 | da 130 a 200 |
| Calcari duri | 2.60 a 2.90 | da 300 a 500 |
| Marmo di candoglia sul Lago Maggiore | 2.70 | 300 |
| Marmo bianco di Carrara | 2.71 | 320 |
| Marmo nero di Varenna sul Lago Maggiore | 2.72 | 340 |
| Marmo di Genova | 2.70 | 360 |
| Marmo turchino di Genova | 2.71 | 600 |
| Marmo bianco venato presso Carrara | 2.72 | 650 |
| Pietre silicee tenere | da 1.40 a 2.20 | da 4 a 90 |
| Pietre silicee mezzane | da 2.20 a 2.60 | da 90 a 420 |
| Pietre silicee dure | da 2.60 a 2.90 | da 420 a 800 |
| Granito bigio di Montorfano sul Lago Maggiore e di Alzano sul lago d'Orta | 2.66 | 680 |
| Granito rosso di Baveno | 2.60 | 690 |
| Granito della riva di Chiavenna sul lago di Como | 2.62 | 790 |
| Granito della Balma presso Biella | 2.75 | 800 |
| Puddinga, o ceppo di Bramante sull'Adda | 2.22 | 100 |
| Pietra arenaria di Viganò | 2.21 | 140 |
| Pietra di Viggiù | 2.23 | 150 |
| Ceppo gentile, o puddinga a grana fine milanese | 2.30 | 250 |
| Beola sul Lago Maggiore | 2.61 | 510 |
| Pietra argillosa di Firenze | 2.56 | 420 |
| Pietre vulcaniche tenere | da 0.60 a 2.20 | da 34 a 230 |
| Pietre vulcaniche mezzane | da 2.20 a 2.60 | da 230 a 590 |
| Pietre vulcaniche dure | da 2.60 a 2.95 | da 590 a 2000 |
| Pietre pomice | 0.60 | 34 |
| Tufo di Roma | 1.22 | 57 |
| Lava nera di Napoli | 1.72 | 160 |
| Lava grigia di Roma (peperino) | 1.97 | 228 |
| Lava di Napoli (piperno) | 2.61 | 592 |
| Basalti | 2.95 | 2000 |

Prodotti di laterizio per murature: metodi di prova

Determinazione della resistenza a trazione per taglio

UNI 8942/3

Preparazione del

Il provino viene sottoposto a compressione mediante spie. Per migliorare la riproducibilità della prova, il provino deve essere sottoposto a una compressione preliminare (precarico).

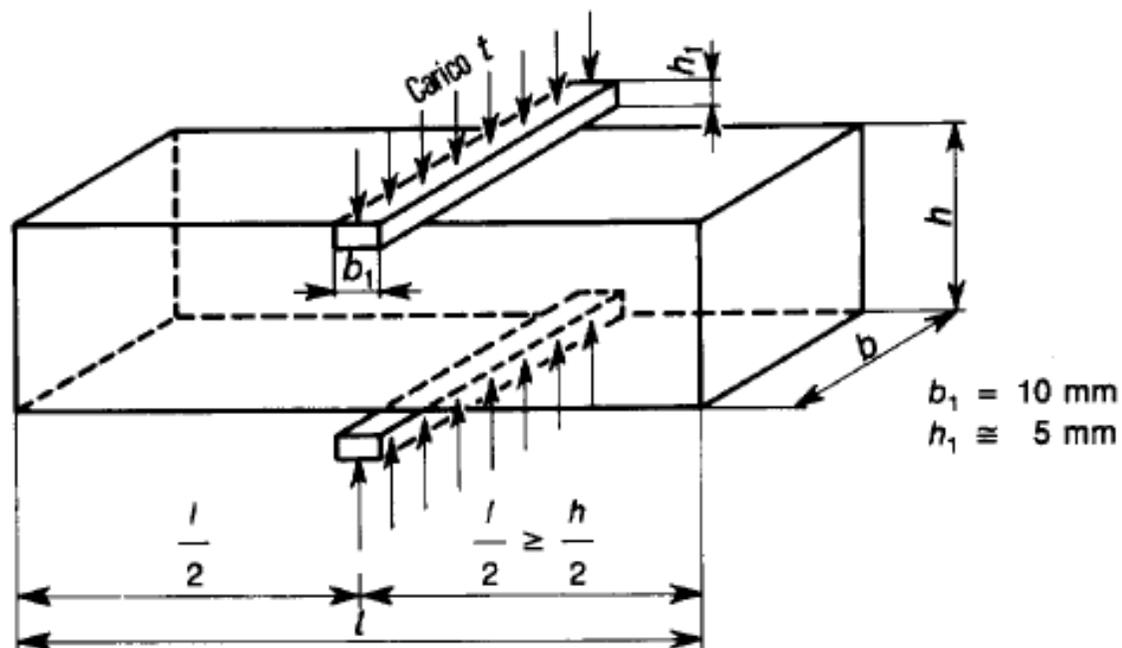
Procedimento

Lo schema di prova è quello di un provino a compressione. La striscia di ripartizione del provino, parallelo all'asse del provino, deve essere sottoposta a una compressione preliminare. L'incremento di carico deve essere applicato gradualmente.

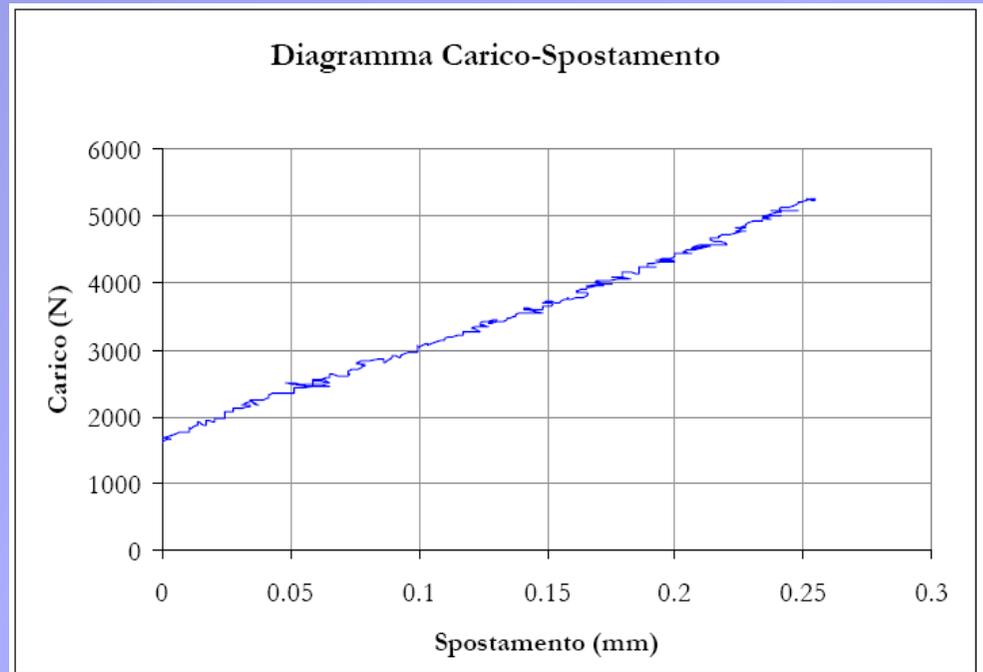


sono essere eliminati (il materiale è molto duro).

La compressione deve essere applicata sull'asse del



Risultati



La resistenza a trazione per taglio f_v è data da

$$\frac{2t}{\pi \cdot b \cdot h}$$

dove: t è il carico totale di rottura, in newton;

h è l'altezza del provino, in millimetri;

b è la larghezza del provino, in millimetri.

Prova di caratterizzazione meccanica del laterizio

Prova di trazione indiretta

TF2

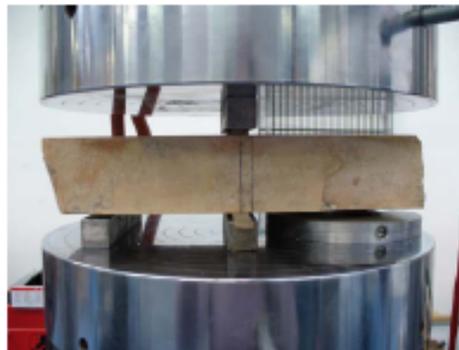
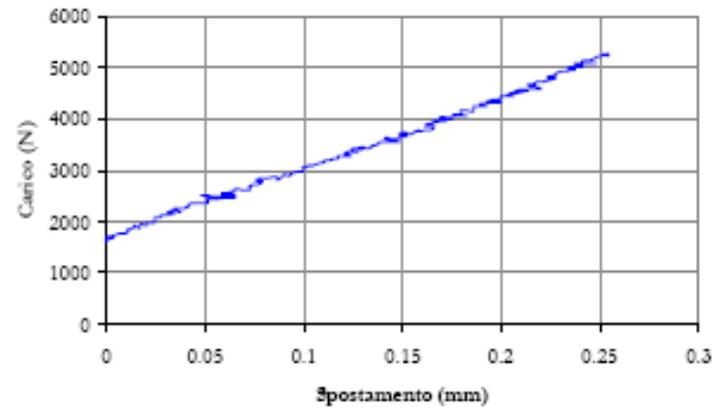
Nome campione

| Caratteristiche della prova | |
|-----------------------------|-------------|
| Protocollo | Spostamento |
| Velocità di carico | 0.01 mm/sec |
| Data | 01-07-2008 |

| Caratteristiche del campione | | | |
|--|---|----|------|
| Provino cubico ricavato da mattoni prodotti nella fornace di Montebelluno nei primi anni del 1900. | | | |
| Altezza della sezione resistente | h | mm | 53.2 |
| Larghezza della sezione resistente | b | mm | 135 |

| Risultati della prova | | | |
|----------------------------------|------------|-----|-------|
| Carico di rottura | $F_R(N)$ | N | 5283 |
| Resistenza a trazione per taglio | f_{tI}^T | MPa | 0.467 |

Diagramma Carico-Spostamento



Prodotti di laterizio per murature: metodi di prova

Determinazione della resistenza a trazione per flessione

UNI 8942/3

Preparazione dei provini

Si preleveranno barre prismatiche (listelli) aventi sezione rettangolare ($b \times s$) segandole direttamente dai setti delle pareti interne dei blocchi, presi a caso, con l'accorgimento di prelevarli da parti opposte del blocco e preferibilmente 4 provini per blocco. Le barre devono essere sempre ricavate nella stessa posizione del provino.

Le dimensioni delle barre dovranno essere:

lunghezza $L \geq 12$ cm

larghezza $b > s$

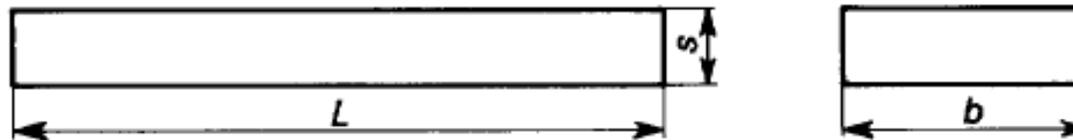
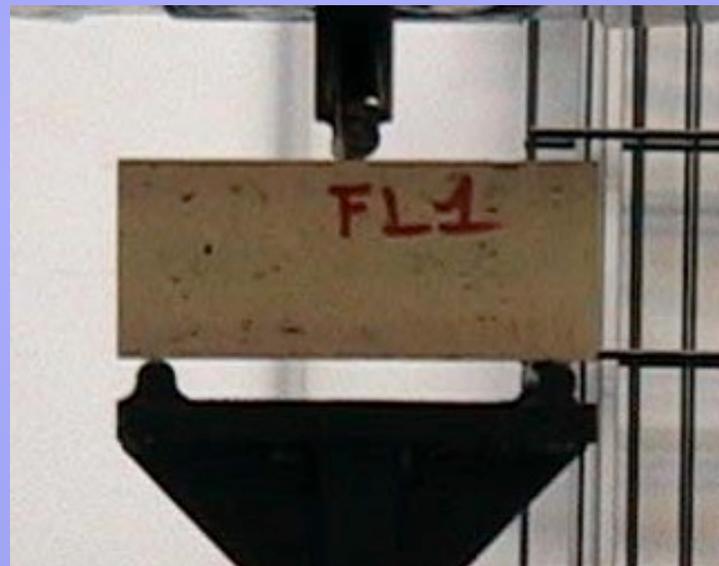
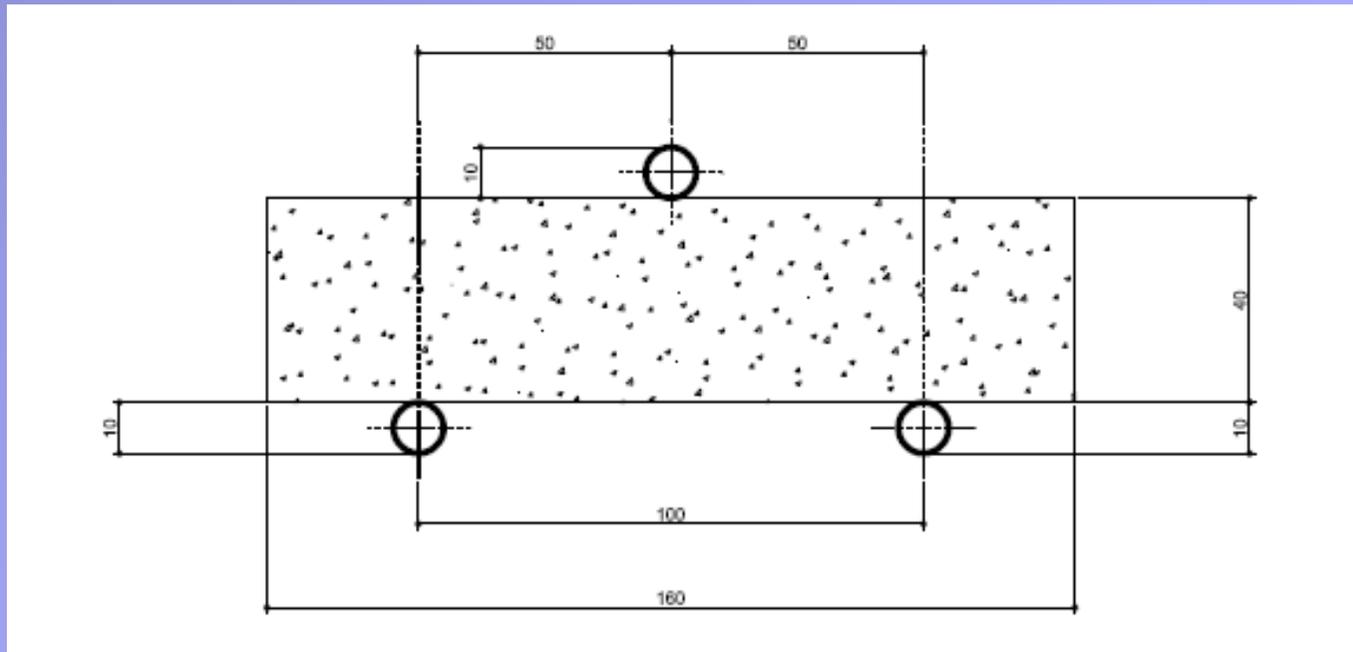


Fig. 7

Le dimensioni s e b dovranno essere accuratamente misurate con un calibro in corrispondenza della sezione di rottura e ad esse si farà riferimento nelle operazioni seguenti.

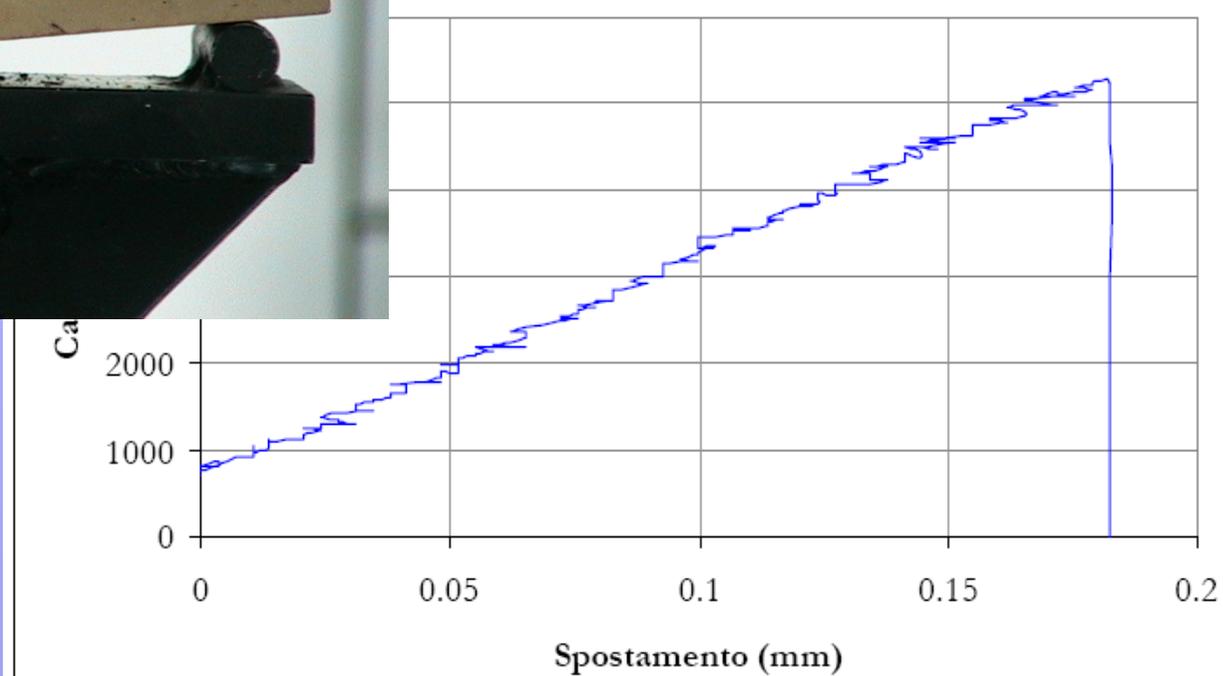
Schema di prova



Risultati



Diagramma Carico-Spostamento



Calcolo ed espressione dei risultati

Calcolare la resistenza alla flessione, f , in N/mm^2 , utilizzando l'equazione seguente:

$$f = 1,5 \frac{Fl}{bd^2}$$

per i valori di b e d (vedere 4.2) possono essere considerate le dimensioni interne dello stampo.

Registrare la resistenza alla flessione di ciascun campione al più vicino $0,05 \text{ N/mm}^2$. Calcolare la media al più vicino $0,1 \text{ N/mm}^2$.

Prove di flessione su tre punti: Laterizio Monterotondo

| Provino | L (mm) | h (mm) | b (mm) | Carico di rottura F_R (N) | Resistenza a trazione per flessione (Mpa) |
|---------|--------|--------|--------|---------------------------------------|---|
| FL1 | 100 | 49 | 59 | 5246.2 | 2.78 |
| FL2 | 100 | 49 | 62 | 3369.5 | 1.70 |
| FL3 | 100 | 48 | 64 | 6055.5 | 3.14 |
| FL4 | 100 | 48 | 61 | 3145.7 | 1.71 |
| | | | | Valore Medio | 2.33 |
| | | | | Coefficiente di Variazione (%) | 32 |