



NGT-TEST
Laboratorio sperimentale
Controlli non distruttivi

NGT-TEST S.R.L.
VIA FIUME BUSENTO N.157 88100 CATANZARO (CZ)
TEL.: 0961 764755 P.IVA 03257490791
e-mail:ngt.testcz@gmail.com pec:ngttest@pec.it www.ngt-test.it
LABORATORIO DI PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE
AUTORIZZATO DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
C.S.LL.PP. – STC D.M. n. 27 DEL 28/02/2020 Art.59 D.P.R. n.380/2001



Al fine di contribuire a diffondere la conoscenza delle prove ed indagini in ambito delle strutture civili, il Laboratorio NGT-TEST ha iniziato questa attività di divulgazione relativa alle prove di laboratorio e prove su strutture esistenti, contestualizzate nel vigente quadro normativo. Il documento si rivolge ai colleghi ingegneri, architetti, geometri e tecnici che entrano nel merito delle prove in fase di qualificazione/accettazione sui materiali e delle campagne di indagini su strutture esistenti.

ABACO DELLE PRINCIPALI INDAGINI IN SITO SULLE MURATURE (PRIMA PARTE)





PROVE E METODI PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI NELLE MURATURE

❖ Premessa

Le murature meriterebbero una maggiore attenzione e approfondimento, sia perché la maggior parte del nostro patrimonio edilizio è stato costruito in muratura sia perché le murature sono estremamente vulnerabili come si è evidenziato nei recenti eventi sismici.

La muratura in una costruzione esistente è il risultato dell'assemblaggio di materiali diversi, in cui la tecnica costruttiva, le modalità di posa in opera, le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti e il loro stato di conservazione, determinano il comportamento meccanico dell'insieme.

Nel Cap. 8 - COSTRUZIONI ESISTENTI delle Norme tecniche per le costruzioni e ss.mm.ii. (NTC 2018 e Circolare esplicativa 2019) sono riportati i riferimenti principali ai metodi di prova per la determinazione dei parametri meccanici delle murature.

Per determinare il comportamento meccanico di una muratura, si ricorre a misure dirette delle caratteristiche meccaniche mediante l'esecuzione di prove in situ su porzioni di muratura, o di prove in laboratorio su elementi indisturbati prelevati in situ. Ulteriori informazioni si possono desumere da metodi di prova non distruttivi.

Nella Tabella C.8.5.I delle NTC 2018 sono riportati i valori di riferimento dei parametri meccanici delle tipologie di muratura più ricorrenti:

- **resistenza media a compressione, f_c ;**
- **resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (rif. formula CAP. C8.7.1.3) τ_0 ;**
- **resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (rif. formula CAP. C8.7.1.3) f_{v0} ;**
- **valore medio del modulo di elasticità normale, E ;**
- **valore medio del modulo di elasticità tangenziale, G .**
- **peso specifico medio, w .**

Di seguito si riportano alcune delle principali prove in situ utili alla stima delle proprietà meccaniche delle murature.



❖ **Prelievi di malta, mattone e pietra naturale per prove di compressione e stima della resistenza della muratura**

METODO DARMSTADT

Tale metodo consente di stimare il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura f_k tramite i valori della classe di appartenenza della malta ottenuti dalle prove di punzonamento e di compressione su laterizio/pietra f_{bk} eseguite in laboratorio.

Prelievo di campioni e prove meccaniche su laterizi o pietre naturali

La prova consiste nel:

- prelievo di campioni di mattoni o pietra naturale da sottoporre a prove di laboratorio per determinare la resistenza a compressione e la massa volumica;
- prelievo di campioni di malta da sottoporre a prove di laboratorio per determinare la resistenza al punzonamento e la massa volumica.

Conoscendo i valori della classe di appartenenza della malta ottenuti dalle prove di punzonamento e quella di compressione su laterizio/pietra f_{bk} eseguite in laboratorio, entrando nelle **Tabelle 11.10.VI e 11.10.VII del D.M. del 14 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”** rispettivamente per elementi artificiali pieni e semipieni e per elementi naturali, si ricavano i valori della resistenza caratteristica a compressione della muratura **f_k**

NOTE: La validità della tabella 11.10.VI è limitata a murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

❖ **Indagine endoscopica**

E' una indagine che è utile per conoscere la qualità della muratura, la tipologia di materiali e la presenza di vuoti, ricostruendone la stratigrafia muraria.

La prova consiste nel perforare la muratura tramite carotatrice o punta da trapano e successivamente introdurre un endoscopio.

L'indagine è eseguita con l'inserimento e l'avanzamento di una sonda (rigida o flessibile) di diametro contenuto, dotata di un gruppo ottico con sorgente luminosa collegato direttamente ad un monitor. Questo strumento d'indagine è in grado di verificare e documentare la visione interna degli elementi indagati con la possibilità di memorizzare immagini e filmati.



Durante l'esecuzione delle indagini endoscopiche, è utile adottare dei riferimenti metrici che indichino la posizione lungo la profondità del foro, sia per le annotazioni effettuate in corso di esecuzione della prova, sia per eventuali osservazioni che avvengano in un secondo momento, in seguito a visione delle immagini.

❖ Prova con martinetto piatto singolo e doppio

L'indagine con martinetto piatto singolo consente di determinare lo stato di sollecitazione a compressione preesistente nella muratura, in un determinato punto.

L'indagine con martinetto piatto doppio consente di determinare il valore della tensione esistente sulla muratura, il modulo elastico e la resistenza a rottura di una porzione di muratura compresa tra due martinetti.

La prova consiste nell'esecuzione di 2 tagli orizzontali paralleli distanti tra loro circa 50-60 cm, e nell'installazione di 3 coppie verticali di basi di misura e 1 coppia orizzontale per rilevare l'entità dei parametri ricercati. I martinetti, posizionati in modo da delimitare un campione significativo di muratura, vengono collegati ad un circuito oleodinamico per la messa in pressione del sistema, al fine di eseguire una prova di compressione monoassiale in direzione normale al piano di posa.

Le misure di pressione, sono effettuate con un manometro digitale, le misure di deformazione possono essere rilevate mediante deformometro o con traduttori lineari di spostamento.

La prova, parzialmente distruttiva, viene eseguita in sito senza procedere all'asportazione del campione.

E' una delle poche prove che fornisce numeri utilizzabili in sede di calcolo, sia in termini di deformazioni che di resistenza meccanica. L'interpretazione dei risultati della prova è ancora dibattuta a livello scientifico. In particolar modo sembra difficile correlare la "rottura" rilevabile in alcune prove con la resistenza del materiale. Risultano più convincenti i risultati ottenuti nella stima dei parametri di deformabilità. Si evidenzia che generalmente i grafici *tensione-deformazione* mostrano la presenza ad ogni ciclo di un residuo; questo fattore è indicativo della plasticità del concio murario.



❖ Carotaggi

L'indagine consente di eseguire prove di laboratorio su provini ricavati da campioni cilindrici per la determinazione di massa volumica, prove meccaniche, di permeabilità, di gelività.

Il carotaggio consiste nell'estrazione dalle strutture murarie, campioni cilindrici tramite carotatrici. La prova a compressione su carota è normata dalla Fiche UIC 778-3E.

Il carotaggio è utile anche per poter estrarre dalla carota, la malta necessaria da sottoporre a prova di punzonamento o compressione e per poter eseguire l'analisi granulometrica, mineralogica e petrografica.

❖ Prova penetrometrica in situ su malta incoerente

Le prove penetrometriche consentono di valutare l'omogeneità delle zone indagate per avere una stima indiretta della resistenza a compressione della malta.

La prova non distruttiva viene eseguita attraverso l'utilizzo del penetrometro da malta con lo scopo di fornire informazioni sulla resistenza che il giunto di malta offre alla penetrazione di un ago di acciaio infisso mediante colpi generati da una massa in movimento con energia costante.

❖ Prova di resistenza a taglio del letto di malta

La prova è anche denominata prova di scorrimento in sito o shove test. E'una prova a taglio diretto che ha lo scopo di determinare la resistenza dell'allettamento del giunto della muratura. La prova consente di ricavare la resistenza a taglio per scorrimento del giunto di malta e la sua variazione al variare del valore del carico verticale agente, e quindi a seconda della posizione.

La prova si esegue provocando uno slittamento orizzontale di un elemento di laterizio o pietra, opportunamente isolato lateralmente dal resto della struttura, per mezzo di uno o più martinetti di adeguata portanza.

Dalla forza di resistenza a taglio rilevata si può ottenere un valore della resistenza ultima

τ_u sperimentale pari a:

$$\tau_u = T_u / (2 \cdot a \cdot b)$$





Dove:

Tu = forza di resistenza (ultima) a taglio

a = larghezza dell'elemento indagato

b = lunghezza dell'elemento indagato

La prova può essere combinata con la prova di martinetto piatto singolo con cui si può stimare il valore proprio di compressione della tensione nel punto e così porre le due grandezze in relazione, e poter determinare il valore di resistenza a taglio sotto compressione nulla τ_0 (f_{vk0}).

Questa tipologia di prova viene eseguita generalmente su murature con una tessitura regolare (mattoni pieni, blocchi di laterizio o di cemento).

Seguirà un secondo approfondimento relativo ad altre prove in sito utili alla stima delle proprietà meccaniche delle murature.

A CURA DEL LABORATORIO NGT-TEST

LE ALTRE INFORMATIVE POSSONO ESSERE SCARICATE DAL SITO WEB
www.ngt-test.it NELLA SEZIONE “*CONTENUTI*”

Si specifica che:

-considerata la complessità degli argomenti si consiglia sempre di verificare il contenuto esposto, il laboratorio NGT-TEST srl declina ogni responsabilità.