



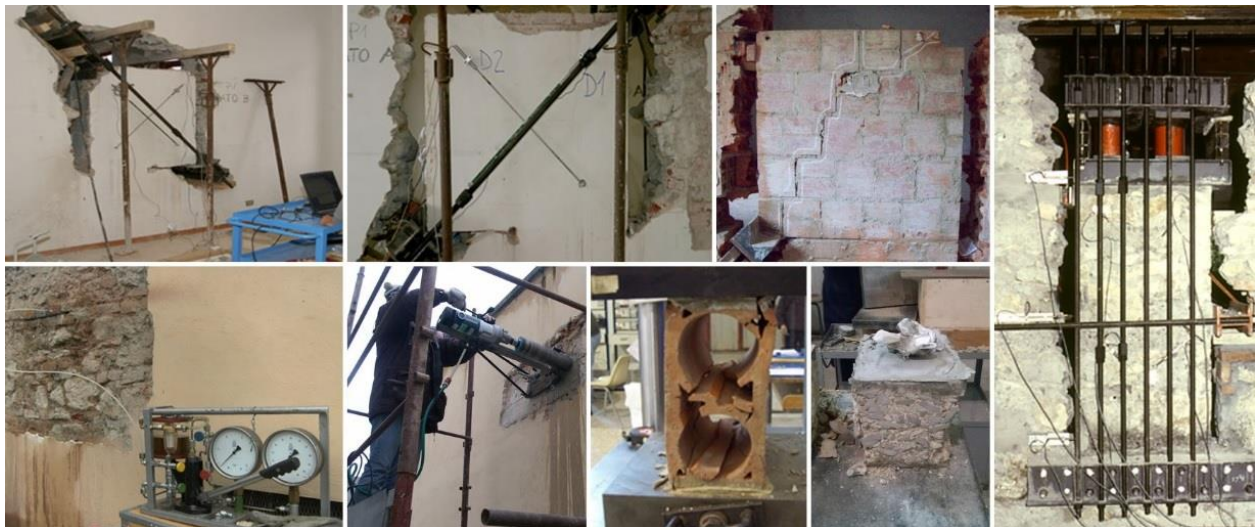
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA CIVILE
E AMBIENTALE



Regione Toscana

ABACO DELLE MURATURE DELLA REGIONE TOSCANA

LINEE GUIDA PER L'UTILIZZO DEI RISULTATI DELL'ABACO DELLE MURATURE



Firenze, OTTOBRE 2019

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	LIVELLI DI CONOSCENZA (LC) E FATTORI DI CONFIDENZA (FC)	2
3	LINEE GUIDA PER L'UTILIZZO DEI RISULTATI DELL'ABACO DELLE MURATURE	4
3.1	Equivalenza tipologico/meccanica tra la muratura dell'edificio oggetto di indagine e le murature dell'Abaco per le quali sono presenti risultati di prove sperimentali.....	5
3.2	Come utilizzare i risultati delle prove sperimentali presenti sull'Abaco, a seconda del Livello di Conoscenza acquisito, per le tipologie murarie che rientrano in quelle definite in Tabella C.8.5.I.....	7
3.2.1	Livello di Conoscenza LC1	7
3.2.2	Livello di Conoscenza LC2	7
3.2.3	Livello di Conoscenza LC3	8
3.2.4	Resoconto	15
3.3	Come utilizzare i risultati delle prove sperimentali presenti sull'Abaco, a seconda del Livello di Conoscenza acquisito, per le tipologie murarie "particolari"	16
3.3.1	Livello di Conoscenza LC1	16
3.3.2	Livello di Conoscenza LC2	17
3.3.3	Livello di Conoscenza LC3	18
3.3.4	Resoconto	19
	BIBLIOGRAFIA	20

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	Estratto di Tabella C.8.5.II di [5].....	8
Figura 2:	Muratura in tufo e malta buona (prova 023).....	9
Figura 3:	Muratura in blocchi di laterizio forati con percentuale di foratura >45% (prove 047 e 048).....	16
Figura 4:	Muratura in masselli e ricorsi con elementi di laterizio (prova 051).....	17
Figura 5:	Muratura in masselli (prova 049).....	18

1 PREMESSA

Il presente documento si configura quale linea da seguire al fine di un possibile utilizzo dei risultati delle prove sperimentali contenute nell'Abaco delle Murature (da qui in poi chiamato *Abaco*) consultabile alla pagina web www.abacomurature.it, per effettuare valutazioni sulle caratteristiche meccaniche delle murature in conformità a quanto riportato all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», [6]) e della Circolare applicativa (Circolare n.7 del 21/01/2019 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, [5]).

Le istruzioni riportate sono valide per la definizione delle caratteristiche meccaniche delle murature di manufatti per le valutazioni progettuali necessarie per interventi locali, di miglioramento e di adeguamento statico e sismico secondo quanto previsto dalle indicazioni normative nella definizione del processo di conoscenza.

Si precisa che gli Autori del database Abaco delle Murature non sono responsabili per la scelta e l'utilizzo dei risultati delle prove sperimentali nelle analisi strutturali, che risultano a completa responsabilità degli Utenti del sito web.

2 LIVELLI DI CONOSCENZA (LC) E FATTORI DI CONFIDENZA (FC)

Ai fini di una corretta valutazione della sicurezza di un edificio esistente in muratura, occorre preliminarmente svolgere una fase di indagine conoscitiva della struttura, definita dalle NTC 2018 [6] *processo di conoscenza*, e meglio precisata nella Circ. Min. n°7/2019 [5]. All'interno di tale fase riveste un ruolo fondamentale la definizione delle caratteristiche meccaniche delle murature che costituiscono l'edificio, difficilmente inquadrabili in contesti standardizzati, data la grande varietà di materiali e tecniche costruttive esistenti ed utilizzati.

Al punto C8.5.4, la Circ. Min. n°7/2019 definisce il significato dei livelli di conoscenza (LC) e dei fattori di confidenza (FC) e fornisce, in base al livello di conoscenza acquisito, i valori dei fattori di confidenza (FC) da adottare.

Viene specificato:

“...Di seguito, con riferimento alle specifiche contenute al § 8.5 delle NTC, è riportata una guida alla stima dei Fattori di Confidenza (FC), definiti con riferimento ai tre Livelli di Conoscenza (LC) crescenti, secondo quanto segue.

LC1: *si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e indagini limitate sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, prove limitate sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è **FC=1,35** (...);*

LC2: *si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, con riferimento al § C8.5.1, il rilievo geometrico completo e indagini estese sui dettagli costruttivi, con riferimento al § C8.5.2, prove estese sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, con riferimento al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è **FC=1,2** (...);*

LC3: *si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato, come descritta al § C8.5.1, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, e indagini esaustive sui dettagli costruttivi, come descritto al § C8.5.2, prove esaustive sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, come indicato al § C8.5.3; il corrispondente fattore di confidenza è **FC=1** (da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite).*

Per raggiungere il livello di conoscenza LC3, la disponibilità di un rilievo geometrico completo e l'acquisizione di una conoscenza esaustiva dei dettagli costruttivi sono da considerarsi equivalenti alla disponibilità di documenti progettuali originali, comunque da verificare opportunamente nella loro completezza e rispondenza alla situazione reale”.

Riassumendo, relativamente alle caratteristiche meccaniche dei materiali, vale quanto riportato nel seguito:

in LC1 devono essere effettuate prove limitate sulle caratteristiche meccaniche dei materiali,

in LC2 devono essere effettuate prove estese sulle caratteristiche meccaniche dei materiali,

in LC3 devono essere effettuate prove esaustive sulle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Al paragrafo C8.5.3.1 della Circolare viene esplicitata la definizione delle tre tipologie di prove che possono distinguersi nel caso di strutture in muratura. In particolare:

“...Nella caratterizzazione meccanica dei materiali si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova.

Prove limitate: Si tratta di indagini non dettagliate e non estese, basate principalmente su esami visivi delle superfici, che prevedono limitati controlli degli elementi costituenti la muratura. Sono previste rimozioni locali dell'intonaco per identificare i materiali di cui è costituito l'edificio; in particolare, avvalendosi anche dell'analisi storico-critica, è possibile suddividere le pareti murarie in aree considerabili come omogenee. Scopo delle indagini è consentire l'identificazione delle tipologie di muratura alla quale fare riferimento ai fini della determinazione delle proprietà meccaniche; questo prevede il rilievo della tessitura muraria dei paramenti ed una stima della sezione muraria.

Prove estese: Si tratta di indagini visive, diffuse e sistematiche, accompagnate da approfondimenti locali. Si prevedono saggi estesi, sia in superficie sia nello spessore murario (anche con endoscopie), mirati alla conoscenza dei materiali e della morfologia interna della muratura, all'individuazione delle zone omogenee per materiali e tessitura muraria, dei dispositivi di collegamento trasversale, oltre che dei fenomeni di degrado. È inoltre prevista l'esecuzione di analisi delle malte e, se significative, degli elementi costituenti, accompagnate da tecniche diagnostiche non distruttive (penetrometriche, sclerometriche, soniche, termografiche, radar, ecc.) ed eventualmente integrate da tecniche moderatamente distruttive (ad esempio martinetti piatti), finalizzate a classificare in modo più accurato la tipologia muraria e la sua qualità.

Prove esaustive: In aggiunta alle richieste della categoria precedente, si prevedono prove dirette sui materiali per determinarne i parametri meccanici. Il progettista ne stabilisce tipologia e quantità in base alle esigenze di conoscenza della struttura. Le prove devono essere eseguite o in situ o in laboratorio su elementi indisturbati prelevati in situ; esse possono comprendere, se significative: prove di compressione (ad esempio: su pannelli o tramite martinetti piatti doppi); prove di taglio (ad esempio: compressione e taglio, compressione diagonale, taglio diretto sul giunto), selezionate in relazione alla tipologia muraria e al criterio di resistenza adottato per l'analisi. Le prove devono essere eseguite su tutte le tipologie murarie o comunque su quelle relative agli elementi che, dall'analisi di sensibilità basata sui dati preliminari (§ C8.5), sono risultati significativi per la valutazione della sicurezza. I valori per le verifiche saranno ottenuti, a partire dai valori medi presenti nella Tabella C8.5.I, utilizzando misure sperimentali dirette sull'edificio, tenendo conto dell'attendibilità del metodo di prova. **In sostituzione, possono essere considerati i risultati di prove eseguite su altre costruzioni della stessa zona, in presenza di chiara e comprovata corrispondenza tipologica per materiali e morfologia.**

A seguito delle indagini, è necessario valutare, per ogni prova, il grado di rappresentatività sia della classe tipologica attribuita al materiale, sia dei valori medi delle caratteristiche meccaniche dell'edificio da utilizzare nelle modellazioni.

A questo scopo possono essere utili metodi che, avvalendosi della lettura visiva dei paramenti e della sezione, consentano di ottenere delle stime di tali caratteristiche attraverso indicatori di qualità muraria, purché elaborati con procedure di comprovata attendibilità.

3 LINEE GUIDA PER L'UTILIZZO DEI RISULTATI DELL'ABACO DELLE MURATURE

Attualmente sono presenti nell'Abaco 129 prove sperimentali (sebbene per alcune di esse non vi siano informazioni complete o qualitative o quantitative). Data la natura eterogenea del materiale muratura, che può presentarsi attraverso tessiture e paramenti murari molto diversi anche per edifici con simili caratteristiche strutturali, edificati nello stesso periodo storico ed in aree territoriali limitrofe, **con la totalità delle prove disponibili NON è possibile definire delle zone omogenee a cui riferirsi per la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle murature a livello regionale**, con riferimento a quanto specificato al paragrafo C8.5.3.1 di Circ. Min. n°7/2019:

“...Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine...”.

Allo stato attuale, quindi, i risultati e contenuti dell'Abaco possono essere utilizzati principalmente per i seguenti scopi:

- (1) come **modello** a cui riferirsi per eseguire la diagnostica strutturale di edifici in muratura, sia per la definizione e caratterizzazione qualitativa della muratura, adottando la *Scheda di Qualità Muraria* [1], sia per l'esecuzione delle prove sperimentali, secondo quanto indicato nei *Protocolli di Prova* [2] per le prove di: Compressione Diagonale (CD), Compressione (C), Martinetti Piatti (MP), prove di Compressione sui Blocchi (C_B), prove di caratterizzazione meccanica in situ della malta attraverso trapano strumentato (DRMS), prove di caratterizzazione fisico-chimica della malta (A_M). I documenti citati sono scaricabili dal sito web www.abacomurature.it;
- (2) come **termine di paragone** di parametri meccanici di riferimento per tipologie specifiche di murature da utilizzarsi in ambito accademico o per fini di ricerca,
- (3) come **termine di paragone** di parametri meccanici di riferimento di murature “moderne” che non rientrano in nessuna delle categorie di cui alla Tabella C.8.5.I [5], ma che rientravano nella classificazione della Tabella C8A.2.1 di Circ. Min. n°617/2009 [4] (esempio: Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%));
- (4) per la **determinazione delle caratteristiche meccaniche** di murature che rientrano in quelle definite in Tabella C.8.5.I, secondo quanto riportato al C8.5.3.1 di Circ. Min. n°7/2019 per la definizione delle *prove esaustive*;
- (5) per la **determinazione delle caratteristiche meccaniche** di murature “**particolari**” che non rientrano in nessuna delle categorie di cui alla Tabella C.8.5.I [5] (esempio: murature di masselli, [1]).

La possibilità di utilizzo dei risultati dell'Abaco per le attività descritte ai punti (4) e (5) segue le indicazioni definite nei paragrafi successivi, relative a:

- **come “dimostrare”** l'equivalenza tipologico/meccanica tra la muratura “reale” dell'edificio oggetto di indagine e quelle presenti nell'Abaco;
- **come utilizzare** i risultati delle prove sperimentali presenti sull'Abaco, a seconda del livello di conoscenza acquisito, **per le tipologie murarie che rientrano in quelle definite in Tabella C.8.5.I**;
- **come utilizzare** i risultati delle prove sperimentali presenti sull'Abaco, a seconda del livello di conoscenza acquisito, per le **murature “particolari”**.

3.1 Equivalenza tipologico/meccanica tra la muratura dell'edificio oggetto di indagine e le murature dell'Abaco per le quali sono presenti risultati di prove sperimentali

L'Utente, per poter utilizzare i risultati sperimentali delle prove contenute nell'Abaco per le proprie elaborazioni, deve *dimostrare* l'equivalenza tipologico/meccanica della muratura analizzata con quelle di cui intende estrapolare i risultati dall'Abaco, attraverso una apposita relazione nella quale devono essere riportati i risultati delle indagini qualitative e quantitative svolte, eseguite durante la fase del processo di conoscenza per la caratterizzazione complessiva della muratura e dei componenti.

Nel caso in cui o le indagini non vengano eseguite o l'equivalenza tipologico/meccanica della muratura non risulti verificata, si sconsiglia l'utilizzo dei risultati dell'Abaco. In ogni caso, la scelta e l'utilizzo di tali risultati sono a completa responsabilità dell'Utente.

Per dimostrare la l'equivalenza tipologico/meccanica tra le murature possono essere eseguite le seguenti indagini:

1. esecuzione di saggi con rimozione di intonaco della grandezza ritenuta sufficiente per definire in modo completo la tessitura muraria al fine di eseguire indagini visive della superficie muraria e, se possibile, della sezione muraria (anche localizzate);
2. individuazione della struttura muraria, valutando se la muratura è costituita da un unico paramento, due o più paramenti ed individuando lo spessore murario. Nel caso la muratura sia costituita da più paramenti, individuazione del grado di connessione degli stessi attraverso saggi localizzati, carote o endoscopie che interessino lo spessore murario;
3. individuazione dell'apparecchiatura muraria (disposizione dei diversi elementi nel paramento e nella sezione e valutazione della coesione esistente tra elementi e legante);
4. individuazione e caratterizzazione dei materiali costituenti la muratura, ovvero:
 - a. indicazione del tipo di blocco/elemento ed individuazione della sua forma/lavorazione, delle dimensioni e della provenienza (esempio: per una muratura in pietrame specificare se questa è costituita da ciottoli arrotondati di fiume di piccole o medie dimensioni, conci sbozzati da scavo o cava, ecc.);
 - b. indicazione del tipo di malta e delle sue maggiori caratteristiche: individuazione della quantità di malta presente sul paramento e della sua omogeneità (ad esempio individuazione di presenza di zone dilavate, zone senza malta, zone con giunti spessi, ecc.), valutazione della presenza, orizzontalità e regolarità dei giunti di malta, del loro sfalsamento verticale e della loro dimensione. Individuazione del tipo di malta, del tipo di aggregato (della malta) e del rapporto legante/aggregato;
5. compilazione della Scheda di Qualità Muraria e valutazione dell'Indice di Qualità Muraria della muratura [1] [3];
6. valutazione dello stato di conservazione della muratura.

Alle indagini di tipo qualitativo sarebbe auspicabile aggiungerne alcune di carattere semi distruttivo o distruttivo sui componenti, tra cui:

7. prove per la caratterizzazione meccanica dei blocchi/elementi (esempio: prove per la valutazione della resistenza a compressione);
8. prove per la caratterizzazione meccanica della malta al fine di determinarne la consistenza o la stima della resistenza meccanica a compressione [2].

Si ritiene che l'equivalenza tipologico/meccanica tra la muratura "reale" e quelle delle quali si intendono estrapolare i risultati dall'Abaco sia verificata e dimostrata se:

- ✓ i risultati delle indagini sopra descritte confermano l'equivalenza tipologica tra le murature comparate, preferibilmente per tutti i punti sopra espressi ma obbligatoriamente per i primi sei;
- ✓ se il valore dell'Indice di Qualità Muraria tra le murature confrontate è uguale o si discosta al più di:
 - ± 1.5 punti per IQM Verticale,
 - ± 2.0 punti per IQM Complanare.

3.2 Come utilizzare i risultati delle prove sperimentali presenti sull'Abaco, a seconda del Livello di Conoscenza acquisito, per le tipologie murarie che rientrano in quelle definite in Tabella C.8.5.I

3.2.1 Livello di Conoscenza LC1

Nel caso in cui il Livello di Conoscenza acquisito durante la fase di processo di conoscenza sia LC1, i risultati delle prove sperimentali presenti nell'Abaco *non possono* essere utilizzati in modo diretto.

Per la determinazione dei parametri meccanici delle murature, vale quanto riportato ai paragrafi "C8.5.4.1 COSTRUZIONI DI MURATURA" di [5].

I valori di riferimento di resistenza e deformabilità sono desunti dalla Tabella C8.5.I di [5] (eventualmente modificati attraverso i coefficienti correttivi definiti in Tabella C8.5.II di [5]), in base all'associazione della tipologia di muratura in esame con una di quelle presenti nelle suddette tabelle.

In particolare, verranno considerati:

- Resistenze: i valori minimi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I;
- Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta;
- $FC=1.35$.

3.2.2 Livello di Conoscenza LC2

Nel caso in cui il Livello di Conoscenza acquisito durante la fase di processo di conoscenza sia LC2 (e questo deve aver comportato l'aver eseguito *prove estese* per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche dei materiali come riportato al paragrafo 2), dopo aver attestato l'equivalenza tipologico/meccanica della muratura in esame con quelle presenti nell'Abaco, è possibile sfruttare i risultati dell'Abaco in modo diretto, per "classificare in modo più accurato la tipologia muraria e la sua qualità" (§ C8.5.3 di [5]).

Per la determinazione dei parametri meccanici delle murature, vale quanto riportato ai paragrafi "C8.5.4.1 COSTRUZIONI DI MURATURA" di [5].

In particolare, verranno considerati:

- Resistenze: i valori medi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I;
- Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta;
- $FC=1.20$.

Più precisamente: se il livello di conoscenza acquisito è LC2 i risultati delle sperimentazioni eseguite sulla muratura e quelli estrapolati dall'Abaco possono essere sfruttati per individuare la tipologia di muratura tra quelle riportate nelle Tabelle C8.5.I-II, da cui ricavarsi successivamente le caratteristiche meccaniche secondo il prospetto sopra riportato. I risultati dell'Abaco non possono essere utilizzati direttamente come valori da inserire nel calcolo.

3.2.3 Livello di Conoscenza LC3

Nel caso in cui il Livello di Conoscenza acquisito durante la fase di processo di conoscenza sia LC3 (e questo deve aver comportato l'aver eseguito *prove esaustive* per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche dei materiali come riportato al paragrafo 2), è possibile sfruttare i risultati dell'Abaco *in modo diretto* ("In sostituzione, possono essere considerati i risultati di prove eseguite su altre costruzioni della stessa zona, in presenza di chiara e comprovata corrispondenza tipologica per materiali e morfologia", § C8.5.3 di [5]), dopo aver attestato l'equivalenza tipologico/meccanica della muratura in esame con quelle presenti nell'Abaco.

Per la determinazione dei parametri meccanici delle murature, vale quanto riportato ai paragrafi "C8.5.4.1 COSTRUZIONI DI MURATURA" di [5].

In particolare:

- I valori delle resistenze e dei moduli elastici riportati in Tabella C.8.5.I individuano una distribuzione a-priori che può essere aggiornata sulla base dei risultati delle misure eseguite in sito. Considerato il generico parametro X , una stima dei parametri μ' e σ' della distribuzione a-priori può essere dedotta dai valori minimo e massimo in tabella, con le formule seguenti:

$$\mu' = \frac{1}{2}(X_{min} + X_{max}); \quad \sigma' = \frac{1}{2}(X_{max} - X_{min});$$

- Eseguito un numero n di prove dirette, l'aggiornamento del valore medio può essere effettuato come segue:

$$\mu'' = \frac{n\bar{X} + k\mu'}{n+k};$$

dove \bar{X} è la media delle n prove dirette e k è un coefficiente che tiene conto del rapporto tra la dispersione (varianza) della stima effettuata attraverso le prove (combinazione tra incertezza della misurazione sperimentale e dispersione dei parametri meccanici nell'ambito dell'edificio che si sta analizzando) e la varianza σ'^2 della distribuzione a-priori.

Nel determinare la stima aggiornata del valore medio del parametro meccanico, il coefficiente k rappresenta il peso relativo della distribuzione a-priori (associata ai parametri della Tabella C.8.5.I) rispetto alle prove sperimentali.

Qualora la media delle n prove dirette \bar{X} sia significativamente diversa dal valore μ' adottato per la distribuzione a-priori, e quindi la differenza tra μ' e μ'' risulti rilevante, l'accettabilità del risultato ottenuto applicando l'equazione

$$\mu'' = \frac{n\bar{X} + k\mu'}{n+k} \text{ deve essere adeguatamente motivata.}$$

k può assumere valori come da tabella riportata di seguito, estratta dal paragrafo C8.5.4.1 di [5].

Tabella C.8.5.III – Valori del coefficiente k suggeriti per l'aggiornamento del valore medio dei parametri meccanici, secondo l'equazione [C8.5.4.3], con riferimento ai più diffusi metodi di indagine diretta sulle proprietà meccaniche della muratura.

Metodo di prova	Parametro	κ
Prova di compressione diretta (su una porzione di parete muraria)	E	1,5
	f	1
Martinetto piatto doppio	E	1,5
	f (*)	2 (*)
Prova di compressione e taglio (su un pannello isolato nella parete muraria) – prova tipo Sheppard	G	1,5
	$\tau_0 - f_{v0}$	1
Prova di compressione diagonale	G	1,5
	τ_0	1
Prova di taglio diretto sul giunto	f_{v0}	2
Prove in laboratorio sui costituenti (**)	f_b, f_m, f_g	2

Figura 1: Estratto di Tabella C.8.5.II di [5].

- $FC=1.00$, come riportato nella definizione di prove esaustive, “da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite” § C8.5.4.

OSSERVAZIONE 1: Considerata la notevole varietà di materiali e tecniche costruttive impiegati, anche a seguito di aver dimostrato l'equivalenza tipologico meccanica tra la muratura reale e quelle per cui si vogliono estrapolare i risultati dall'Abaco (ossia aver dimostrato la *“presenza di chiara e comprovata corrispondenza tipologica per materiali e morfologia”* tra le murature), nel caso di LC3, è *consigliabile* eseguire le prove sperimentali semi distruttive o distruttive sulla costruzione oggetto di studio. In questo modo viene garantito il livello di approfondimento successivo di indagine da prove estese a prove esaustive richiesto dall'LC3, ed è possibile individuare in maniera diretta, e più accurata, alcuni dei parametri meccanici di riferimento della muratura “reale”, in affiancamento ai quali poter sfruttare i risultati estrapolati dell'Abaco come nel seguito specificato. Inoltre, l'esecuzione di prove dirette permette di individuare in maniera opportuna la collocazione della resistenza dei materiali della muratura oggetto di studio all'interno dei range proposti dalla Normativa o dalla letteratura tecnico scientifica.

A questo proposito, nel seguito sono forniti due esempi di definizione delle caratteristiche meccaniche di riferimento per Livello di Conoscenza LC3, sia nel caso in cui le prove sperimentali sulla costruzione vengano eseguite sia nel caso contrario. I due esempi sono riferiti alla stessa categoria di muratura.

Esempio A: sono state eseguite le prove sperimentali

Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) e malta buona (codice muratura: “IVb-1” secondo Tabella C.8.5.1 di Circ. Min. 7/2019.);



Figura 2: Muratura in tufo e malta buona (prova 023).

nell'Abaco sono presenti tre prove di compressione diagonale (n. 023, 024 e 041) ed una prova con martinetto piatto doppio (n.121). Dopo aver eseguito il processo di conoscenza (paragrafo 3.1) è supposto che la muratura “reale” in esame sia equivalente alle murature delle prove 023 e 024 (Figura 2) e 121 dell'Abaco. Dalle prove 023 e 024 è possibile dedurre la resistenza a taglio (τ_0), il modulo di taglio ($G_{1/3}$, valore comparabile con i range di modulo di taglio proposti in Tabella C8.5.1, pertanto il pedice 1/3 nel seguito verrà omissso), mentre dalla prova 121 il modulo elastico E.

I valori dei parametri meccanici per le prove sono:

$$\tau_{0,023} = 0.060 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{023} = 495 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{0,024} = 0.051 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{024} = 398 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{121} = 2980 \text{ N/mm}^2$$

La muratura in esame può essere ricondotta alla “*Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)*” (cat. IVb) di Tabella C8.5.I, in cui è applicato il coefficiente correttivo della “malta buona” (coefficiente correttivo 1) di Tabella C8.5.II.

Applicando la metodologia proposta per LC3, supponendo di aver eseguito una prova di compressione diagonale ed una prova con martinetto piatto doppio sulla muratura reale, si ottiene quanto di seguito riportato.

Resistenza a taglio τ_0

Il range di riferimento secondo la Tabella C8.5.I per la muratura scelta (“IVb”) è pari a 0.04-0.08 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo (moltiplicativo) della malta buona, che è pari a 1.6, si ottiene:

$$\tau_{0\min} = 0.064 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{0\max} = 0.128 \text{ N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min})$, si ottiene:

$$\mu' = \tau_0' = 0.096 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_{\tau_0} = 0.032 \text{ N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali di compressione diagonale, n , è pari a 3, una prova di compressione diagonale eseguita in situ (sulla muratura “reale”) e due prove estrapolate dall’Abaco, mentre $k=1$ (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di τ_0 attraverso una prova di compressione diagonale.

Dalla prova di compressione diagonale eseguita sulla muratura “reale” si ottiene:

$$\tau_{0,\text{prova}} = X \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\text{prova}} = Y \text{ N/mm}^2$$

Applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{x} + k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = \tau_0'' = \frac{3\bar{\tau} + 1 \cdot 0.096}{3+1}$$

In cui $\bar{\tau}$ è dato dalla media della τ_0 delle tre prove analizzate

$$\bar{\tau} = (\tau_{0,023} + \tau_{0,024} + \tau_{0,\text{prova}})/3 = (0.060 + 0.051 + X)/3 \text{ N/mm}^2$$

Da cui:

$$\tau_{0,d} = \tau_0''/(\gamma_m \cdot FC) \text{ N/mm}^2 \text{ con } FC=1.$$

Modulo di elasticità tangenziale G

Il range di riferimento secondo Tabella C8.5.I per la muratura scelta è pari a 400-500 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo della malta buona (1.6) si ottiene:

$$G_{\min} = 640 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\max} = 800 \text{ N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min})$, si ottiene:

$$\mu' = G' = 720 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_G = 80 \text{ N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali considerate, n, è pari a 3, una prova di compressione diagonale eseguita in situ (sulla muratura "reale") e due prove estrapolate dall'Abaco, mentre k=1.5 (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di G attraverso una prova di compressione diagonale.

Dalla prova di compressione diagonale eseguita sulla muratura "reale" si ottiene:

$$\tau_{0,prova} = X \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_{prova} = Y \quad \text{N/mm}^2$$

Da cui applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{X}+k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = G'' = \frac{3\bar{G}+1.5\cdot 720}{3+1.5}$$

In cui \bar{G} è dato dalla media dei G delle tre prove analizzate

$$\bar{G} = (G_{023} + G_{024} + G_{prova})/3 = (495 + 398 + Y)/3 \text{ N/mm}^2$$

Da cui:

$$G_d = G'' \quad \text{N/mm}^2.$$

Modulo di elasticità normale E

Il range di riferimento secondo Tabella C8.5.I per la muratura scelta è pari a 1200-1620 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo della malta buona (1.6) si ottiene:

$$E_{min} = 1920 \quad \text{N/mm}^2$$

$$E_{max} = 2592 \quad \text{N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{min} + X_{max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{max} - X_{min})$, si ottiene

$$\mu' = E' = 2256 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_{E} = 336 \quad \text{N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali considerate, n, è pari a 2, una prova con martinetto piatto eseguita in situ (sulla muratura "reale") ed una prova estrapolata dall'Abaco, mentre k=1.5 (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di E attraverso una prova con martinetto piatto doppio.

Dalla prova eseguita con martinetto piatto doppio (ipotizzando di eseguirla arrivando a rottura) nella muratura "reale" in esame si ottiene:

$$f_{prova} = H \quad \text{N/mm}^2$$

$$E_{prova} = Z \quad \text{N/mm}^2$$

Applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{X}+k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = E'' = \frac{2\bar{E}+1.5\cdot 2256}{2+1.5}$$

In cui \bar{E} è dato dalla media dei E delle due prove analizzate

$$\bar{E} = (E_{121} + E_{prova})/2 = (2980 + Z)/2 \text{ N/mm}^2$$

Da cui:

$$E_{,d} = E'' \quad \text{N/mm}^2.$$

Resistenza a compressione f

Il range di riferimento secondo Tabella C8.5.I per la muratura scelta è pari a 2.0-3.2 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo della malta buona (1.6) si ottiene:

$$f_{\min} = 3.2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_{\max} = 5.12 \quad \text{N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min})$, si ottiene

$$\mu' = f' = 4.16 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_f = 0.96 \quad \text{N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali considerate, n , è pari a 1, una prova con martinetto piatto eseguita in situ (sulla muratura "reale"), mentre $k=2$ (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di f attraverso una prova con martinetto piatto doppio.

Dalla prova eseguita con martinetto piatto doppio (ipotizzando di eseguirla arrivando a rottura) nella muratura "reale" in esame si ottiene:

$$f_{\text{prova}} = H \quad \text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{prova}} = Z \quad \text{N/mm}^2$$

Applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{X} + k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = f'' = \frac{1 \cdot \bar{f} + 2 \cdot 4.16}{1+2}$$

In cui \bar{f} è dato da f_{prova}

Da cui:

$$f_d = f''(\gamma_m \cdot FC) \quad \text{N/mm}^2 \text{ con } FC=1.$$

OSSERVAZIONE 2: quanto sopra esposto è possibile solo se la prova eseguita in situ è dello stesso tipo di quella presente nell'Abaco delle murature. Se per ottenere il livello di conoscenza LC3 fosse stata eseguita solo la prova di compressione diagonale, sarebbe stato possibile sfruttare i valori di τ_0 e G dall'Abaco delle prove 023 e 024. Se fosse stata eseguita solo la prova con martinetto piatto sarebbe stato possibile sfruttare il valore di E della prova 121.

OSSERVAZIONE 3: Si ricorda che "Qualora la media delle n prove dirette \bar{X} sia significativamente diversa dal valore μ' adottato per la distribuzione a-priori, e quindi la differenza tra μ' e μ'' risulti rilevante, l'accettabilità del risultato ottenuto applicando l'equazione $\mu'' = \frac{n\bar{X} + k\mu'}{n+k}$ deve essere adeguatamente motivata".

Esempio B: NON sono state eseguite le prove sperimentali semi distruttive o distruttive nella muratura "reale"

Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) e malta buona (codice muratura: "IVb-1" secondo Tabella C.8.5.I di Circ. Min. 7/2019.), come riportato nell'esempio precedente, Figura 2.

Nell'Abaco sono presenti tre prove di compressione diagonale (n . 023, 024 e 041) ed una prova con martinetto piatto doppio (n .121). Dopo aver eseguito il processo di conoscenza (paragrafo 3.1) è supposto che la muratura "reale" in esame sia equivalente alle murature delle prove 023 e 024 (Figura 2) e 121 dell'Abaco. Dalle prove 023 e 024 è possibile dedurre la resistenza a taglio (τ_0), il modulo di taglio ($G_{1/3}$, valore comparabile con i range di modulo di taglio proposti in Tabella C8.5.I, pertanto il pedice 1/3 nel seguito verrà omissis), mentre dalla prova 121 il modulo elastico E .

I valori dei parametri meccanici per le prove sono:

$$\tau_{0,023} = 0.060 \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_{023} = 495 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{0,024} = 0.051 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{024} = 398 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{121} = 2980 \text{ N/mm}^2$$

La muratura in esame può essere ricondotta alla "Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)" (cat. IVb) di Tabella C8.5.I, in cui è applicato il coefficiente correttivo della "malta buona" (coefficiente correttivo 1) di Tabella C8.5.II.

Applicando la metodologia proposta per LC3, supponendo di aver eseguito una prova di compressione diagonale ed una prova con martinetto piatto doppio sulla muratura reale, si ottiene quanto di seguito riportato.

Resistenza a taglio τ_0

Il range di riferimento secondo la Tabella C8.5.I per la muratura scelta ("IVb") è pari a 0.04-0.08 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo (moltiplicativo) della malta buona, che è pari a 1.6, si ottiene:

$$\tau_{0\min} = 0.064 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{0\max} = 0.128 \text{ N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min})$, si ottiene:

$$\mu' = \tau_0' = 0.096 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_{\tau_0} = 0.032 \text{ N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali di compressione diagonale, n , è pari a 2 (estrapolate dall'Abaco), mentre $k=1$ (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di τ_0 attraverso una prova di compressione diagonale.

Applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{X} + k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = \tau_0'' = \frac{2\bar{\tau} + 1 \cdot 0.096}{2+1} = 0.069 \text{ N/mm}^2$$

In cui $\bar{\tau}$ è dato dalla media della τ_0 delle due prove

$$\bar{\tau} = (\tau_{0,023} + \tau_{0,024})/2 = (0.060 + 0.051)/2 = 0.0555 \text{ N/mm}^2$$

Da cui:

$$\tau_{0,d} = \tau_0'' / (\gamma_m \cdot FC) \text{ N/mm}^2 \text{ con } FC=1.$$

In questo caso le prove forniscono valore minore rispetto ai range iniziali, pertanto l'aggiornamento del valore medio (τ_0'') risulta minore del valore medio iniziale (τ_0') proposto da Tabella C8.5.I-II.

Modulo di elasticità tangenziale G

Il range di riferimento secondo Tabella C8.5.I per la muratura scelta è pari a 400-500 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo della malta buona (1.6) si ottiene:

$$G_{\min} = 640 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\max} = 800 \text{ N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min})$, si ottiene:

$$\mu' = G' = 720 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_G = 80 \text{ N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali considerate, n , è pari a 2 (estrapolate dall'Abaco), mentre $k=1.5$ (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di G attraverso una prova di compressione diagonale.

Da cui applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{X} + k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = G'' = \frac{2\bar{G} + 1.5 \cdot 720}{2 + 1.5} = 564 \text{ N/mm}^2$$

In cui \bar{G} è dato dalla media dei G delle due prove

$$\bar{G} = (G_{023} + G_{024})/2 = (495 + 398)/2 = 447 \text{ N/mm}^2$$

Da cui:

$$G_d = G'' \quad \text{N/mm}^2.$$

Anche in questo caso le prove forniscono valore minore rispetto ai range iniziali, pertanto l'aggiornamento del valore medio (G'') risulta minore del valore medio iniziale (G').

Modulo di elasticità normale E

Il range di riferimento secondo Tabella C8.5.I per la muratura scelta è pari a 1200-1620 N/mm². Considerando il coefficiente correttivo della malta buona (1.6) si ottiene:

$$E_{\min} = 1920 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{\max} = 2592 \text{ N/mm}^2$$

da cui applicando le formule del par. 3.2.3, $\mu' = \frac{1}{2}(X_{\min} + X_{\max})$; $\sigma' = \frac{1}{2}(X_{\max} - X_{\min})$, si ottiene

$$\mu' = E' = 2256 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma' = \sigma'_{E'} = 336 \text{ N/mm}^2$$

il numero delle prove sperimentali considerate, n, è pari a 1 (prova estrapolata dall'Abaco), mentre k=1.5 (da Tabella C.8.5.III di [5], Figura 1) per il calcolo di E attraverso una prova con martinetto piatto doppio.

Applicando la $\mu'' = \frac{n\bar{E} + k\mu'}{n+k}$ si ottiene:

$$\mu'' = E'' = \frac{1\bar{E} + 1.5 \cdot 2256}{1 + 1.5} = 2546 \text{ N/mm}^2$$

In cui \bar{E} è pari al valore della prova 121 presente nell'Abaco, 2980 N/mm²

Da cui:

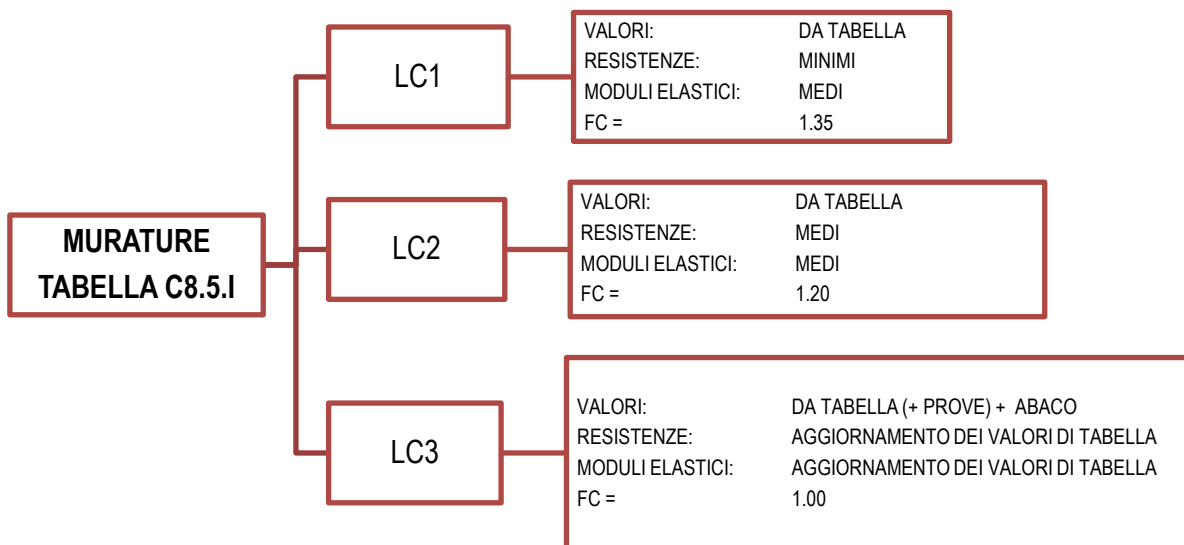
$$E_d = E'' \quad \text{N/mm}^2.$$

In questo caso la prova fornisce valore maggiore rispetto ai range iniziali, pertanto l'aggiornamento del valore medio (E'') risulta maggiore del valore medio iniziale (E').

Resistenza a compressione f

Non può essere calcolato poiché la prova 121 non ha fornito il valore di resistenza a compressione.

3.2.4 Resoconto



In cui con "DA TABELLA" si intendono i valori degli intervalli riportati nella Tabella C8.5.I eventualmente integrati con i coefficienti di Tabella C8.5.II di [5] per la tipologia muraria in considerazione.

3.3 Come utilizzare i risultati delle prove sperimentali presenti sull'Abaco, a seconda del Livello di Conoscenza acquisito, per le tipologie murarie "particolari"

È necessario valutare la corrispondenza tipologico/meccanica tra la muratura in esame e quelle presenti nell'Abaco anche nel caso di murature "particolari", svolgendo i passi definiti al paragrafo 3.1.

3.3.1 Livello di Conoscenza LC1

Nel caso in cui il Livello di Conoscenza acquisito durante la fase di processo di conoscenza sia LC1, si suggerisce di considerare il valore minimo delle prove a disposizione nell'Abaco come valore medio del parametro meccanico di riferimento ed un FC pari al massimo definito in Circ. Min. n°7/2019 pari ad 1.35.

Esempio:

muratura di blocchi laterizio forati, con percentuale di foratura > del 45%;

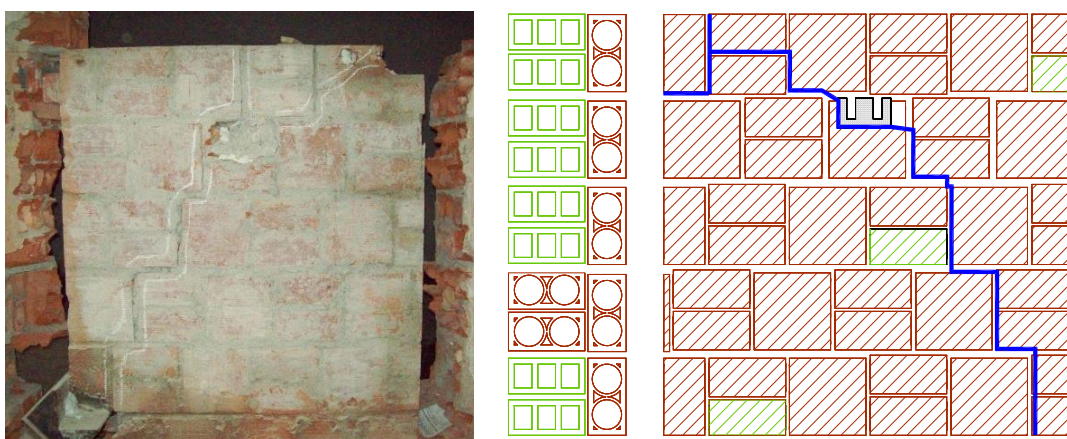


Figura 3: Muratura in blocchi di laterizio forati con percentuale di foratura >45% (prove 047 e 048).

nell'Abaco sono presenti prove sperimentali su murature in blocchi di laterizio forati con percentuale di foratura maggiore del 45%, le prove numero: 013, 047, 048, 126 e 127. Le prove 047 e 048 (Figura 3) appartengono allo stesso edificio ed alla stessa categoria. Si suppone che la muratura "reale" in esame sia meccanicamente equivalente alle murature delle prove 047 e 048, ovvero quella rappresentata in Figura 3 (osservazione: si ricorda che è necessario che la muratura reale abbia pressoché stesso spessore e qualitativamente stessa sezione muraria).

Dalle prove 047 e 048 si deducono la resistenza a taglio (τ_0), il modulo di taglio (G):

$$\tau_{0,047} = 0.043 \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_{1/3,047} = G_{047} = 722 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{0,048} = 0.050 \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_{1/3,048} = G_{048} = 501 \quad \text{N/mm}^2$$

Da cui risulta che le caratteristiche di progetto possono essere:

$$\tau_{0,d} = \min(\tau_{0,047}, \tau_{0,048}) / (\gamma_m * FC) = (0.043) / (\gamma_m * FC) \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_d = \min(G_{047}, G_{048}) = 501 \quad \text{N/mm}^2$$

in cui FC=1.35.

3.3.2 Livello di Conoscenza LC2

Nel caso in cui il Livello di Conoscenza acquisito durante la fase di processo di conoscenza sia LC2 (e questo deve aver comportato l'aver eseguito *prove estese* per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche dei materiali come riportato al paragrafo 2), è possibile sfruttare i risultati dell'Abaco in modo diretto, dopo aver attestato l'equivalenza tipologico/meccanica della muratura in esame con quelle presenti nell'Abaco.

In questo caso, data la scarsità dei dati a disposizione per la tipologia muraria in esame "particolare", è consigliabile svolgere anche prove moderatamente distruttive con martinetto piatto doppio per entrare in LC2.

In via cautelativa, si consiglia di utilizzare il valore minimo delle prove a disposizione come valore medio del parametro meccanico di riferimento ed un FC pari ad 1.20 come definito in Circ. Min. n°7/2019.

Esempio:

muratura di masselli e ricorsi in elementi di laterizio di spessore variabile (mattoni pieni o pianelle);



Figura 4: Muratura in masselli e ricorsi con elementi di laterizio (prova 051).

nell'Abaco sono presenti due prove con martinetto piatto doppio (051 e 052); le prove sono svolte monotonicamente e senza arrivare a rottura, ed hanno permesso di determinare il solo modulo elastico della muratura (E) e non la resistenza a compressione (f). I valori di E sono:

$$E_{051} = 2209 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{052} = 1483 \text{ N/mm}^2$$

Esempio A: Se NON fosse stata svolta la prova con martinetto piatto doppio nella muratura "reale" si otterrebbe:

$$E_d = \min (E_{051}, E_{052}) = E_{052} = 1483 \text{ N/mm}^2$$

Esempio B: Se fosse stata eseguita la prova con martinetto piatto doppio (fino a rottura) nella muratura "reale" in esame si otterrebbe:

$$f_{\text{prova}} = X \text{ N/mm}^2$$

$$E_{\text{prova}} = Y \text{ N/mm}^2$$

Da cui:

$$f_d = X / (\gamma_m \cdot FC) \quad \text{N/mm}^2$$

$$E_d = \min (E_{052}, Y) \quad \text{N/mm}^2$$

con FC=1.20.

3.3.3 Livello di Conoscenza LC3

Nel caso in cui il Livello di Conoscenza acquisito durante la fase di processo di conoscenza sia LC3 (e questo deve aver comportato l'aver eseguito *prove esaustive* per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche dei materiali come riportato al paragrafo 2), è possibile sfruttare i risultati dell'Abaco in modo diretto, dopo aver attestato l'equivalenza tipologico/meccanica della muratura in esame con quelle presenti nell'Abaco.

In questo caso, data la scarsità dei dati a disposizione per la tipologia muraria in esame "particolare", è consigliabile svolgere anche prove moderatamente distruttive o distruttive per ottenere LC3.

Si considererà il valore medio delle prove a disposizione come valore medio del parametro meccanico al quale potrà essere applicato un FC unitario.

Esempio:

muratura di masselli;



Figura 5: Muratura in masselli (prova 049).

nell'Abaco è presente una prova di compressione diagonale (049) dalla quale si deduce la resistenza a taglio (τ_0), il modulo di taglio (G). I valori dei parametri meccanici sono:

$$\tau_{0,049} = 0.088 \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_{1/3,049} = G_{049} = 689 \quad \text{N/mm}^2$$

Dalla prova di compressione diagonale eseguita sulla muratura "reale" si ottiene:

$$\tau_{0,prova} = X \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_{prova} = Y \quad \text{N/mm}^2$$

Da cui si ricavano le caratteristiche meccaniche medie:

$$\tau_{0,m} = (8.8+X)/2 \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_m = (689+Y)/2 \quad \text{N/mm}^2$$

Da cui risulta che le caratteristiche di progetto possono essere:

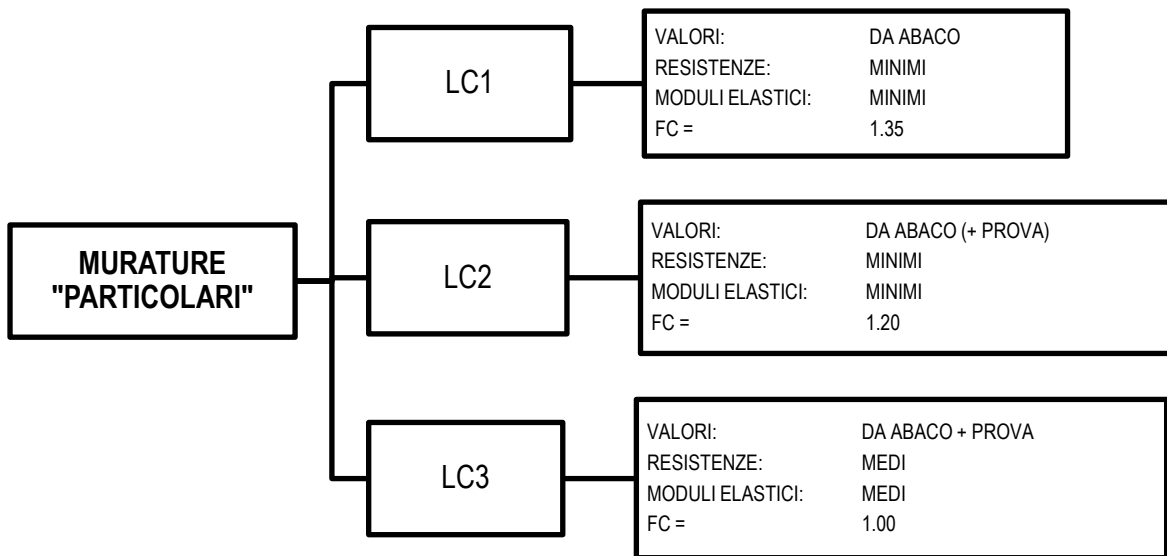
$$\tau_{0,d} = \tau_{0,m} / (\gamma_m * FC) \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_d = G_m \quad \text{N/mm}^2$$

con FC=1.00.

OSSERVAZIONE: quanto sopra esposto è possibile solo se la prova eseguita in situ è dello stesso tipo di quella presente nell'Abaco delle Murature.

3.3.4 Resoconto



BIBLIOGRAFIA

- [1] AA.VV. Manuale Compilazione Scheda di Qualità Muraria. Scaricabile dal sito www.abacomurature.it, pagina "Metodo".
- [2] AA.VV. Protocolli di prova. Scaricabile dal sito www.abacomurature.it, pagina "Metodo".
- [3] Borri A., De Maria A., 2019. QUALITÀ MURARIA SECONDO IL METODO IQM: aggiornamento alla Circolare esplicativa n.7 del 2019. Structural 222 – marzo/aprile 2019 – paper 07 – ISSN 2282-3794. DOI <https://doi.org/10.12917/STRU222.07>
- [4] Circolare Ministeriale n.° 617 del 02/02/2009. Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni» di cui decreto ministeriale 14 gennaio 2008. G.U. n. 47 del 26/02/2009.
- [5] Circolare Ministeriale n.° 7 del 21/01/2019. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. G.U. n. 35 del 11/02/2019.
- [6] NTC 2018. D.M. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17/01/2018. Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni». G.U. n. 42 del 20/02/2018.