



AGENZIA DEL DEMANIO
DIREZIONE REGIONALE CALABRIA
SERVIZI TECNICI

RISTRUTTURAZIONE E RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL COMPLESSO
IMMOBILIARE DENOMINATO “EX CASERMA FLORESTANO PEPE”
SITO IN VIA CORDOPATRI – VIBO VALENTIA (VV) DA DESTINARE A
SEDE DELLA AGENZIA DELLE ENTRATE DI VIBO VALENTIA.
SCHEDA VVD0011

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

RAPPORTI DI PROVA

IL RESPONSABILE SERVIZI TECNICI

ING. SALVATORE CONCETTINO

IL TECNICO ISTRUTTORE

ARCH. DONATO CALDERONI

CODICE ELABORATO
R06

SCALA

PROTOCOLLO E DATA
2020 ____/DRCAL/STE del ____/2020



AGENZIA DEL DEMANIO

AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

OGGETTO: Verifica di vulnerabilità sismica e valutazione della sicurezza strutturale, rilievo architettonico, topografico, impiantistico e strutturale e verifica preventiva dell'interesse archeologico, finalizzato alla redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica dell'intervento di ristrutturazione e rifunzionalizzazione da effettuarsi sull'immobile demaniale "Caserma Florestano Pepe".

UBICAZIONE: via Francesco Cordopatri, 89900 Vibo Valentia VV

COMMITTENTE: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	19/10/2018	Prima Emissione	Ing. Carlo Carletti
01	19/12/2018	Revisione a seguito verifica del 09/11/2018 prot. N. 2018/18786	VERIFICATO DA: Ing. Mariano Salvatore
			APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO
08/18- VV.RT 04/01	RAPPORTI DI PROVA <ul style="list-style-type: none"> Indagini diagnostiche (EDIL TEST S.r.l.)

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Salvatore Virgilio

GRUPPO DI LAVORO

Arch. Valentino TROPEANO
(Capogruppo Coordinatore)

Ing. Carlo CARLETTI
Ing. Mariano SALVATORE
Arch. Gianfranco PICARIELLO
Arch. Patrizia GAMMA
Arch. Stanislao SACCARDO
Geol. Carmine MAZZAROTTI
Ing. Bruno MATTIA
Ing. Mauro GUERRIERO
Ing. Rosa LO PRIORE
Ing. Domenico DE MATTIA
Ing. Antonio CAMUSO
Per. Ind. Antonio FESTA

Archeologo Riccardo CONSOLI

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Cantiere:

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Indagini:

- **Prova di carico su solalo**
- **Prova con martinetti piatti**
- **Ispezione visiva su muratura**
- **Prova penetrometrica su malta**
- **Indagine endoscopica**
- **Prove durometriche**
- **Rilievo geometria solalo**
- **Assistenza al rilievo**

Prelevi eseguiti il:

12-13-14 giugno 2018

Rapporto di prova n. 091/2018 del 18 giugno 2018

Il presente fascicolo si compone di 76 pagine inclusa la presente più n. 2 planimetrie in allegato.

La legge vieta la copia non ufficiale del rapporto di prova e la sua parziale riproduzione, salvo approvazione scritta data da questo Laboratorio, il presente rapporto viene fornito al richiedente in originale più due copie; un'ulteriore copia è conservata nell'archivio.

Sommario

Premessa	4
Prove di carico	5
Descrizione dell'attrezzatura	5
Esecuzione della prova e applicazione del carico	6
Prova n. 1	7
Disposizione del carico e dei sensori.....	7
Tabella abbassamenti	8
Diagramma degli abbassamenti.....	9
Prova n. 2	10
Disposizione del carico e dei sensori.....	10
Tabella abbassamenti	11
Diagramma degli abbassamenti.....	12
Documentazione fotografica	13
Prova con martinetti piatti.....	16
Premessa	16
Descrizione dell'attrezzatura	18
Esecuzione della prova con martinetto singolo	19
Esecuzione della prova con martinetto doppio	20
Prova n. 1	22
Tabella letture prova MS 01	22
Tabella letture prova MD 01.....	24
Prova n. 2	27

Tabella letture prova MS 02	27
Tabella letture prova MD 02.....	29
Prova n. 3	32
Tabella letture prova MS 03	32
Tabella letture prova MD 03.....	34
Prova n. 4	37
Tabella letture prova MS 04	37
Tabella letture prova MD 04.....	39
Documentazione fotografica	42
Ispezioni visive su muratura.....	44
Prova penetrometrica su malta	47
Risultato delle misurazioni.....	48
Documentazione fotografica	49
Esame endoscopico.....	50
Estratti delle endoscopie	51
Documentazione fotografica	63
Prova durometrica	64
Metodo LEEB	65
Strumentazione Utilizzata.....	66
Risultati delle misurazioni	69
Prospetti NTC 14/01/2008.....	70
Prospetti Decreto Ministero LL. PP. 14 febbraio 1992	72
Rilievo geometria Solaio	73

Vibo Valentia (VV) 12-13-14/06/2018

Rapporto di prova 091/2018

Richiedente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Cantiere:

Verifica ed indagini effettuate
presso il Convento S. Antonio dei
Padri Cappuccini, sito nel centro
storico del Comune di Vibo Valentia
(VV) alla via F. Cordopatri

Premessa

In data 12, 13 e 14 giugno 2018, su indicazione del responsabile tecnico, sono state eseguite **n.4 prove con martinetti piatti** sulla muratura.

Per valutare le caratteristiche superficiali dei materiali costituenti la struttura portante sono state eseguite **n. 6 ispezioni visive e n.12 prove endoscopiche** oltre all'esecuzione di un carotaggio in muratura.

Inoltre per determinare la resistenza media della malta sono state **effettuate n. 9 prove penetrometriche.**

Per la verifica delle caratteristiche dell'acciaio dei profilati metallici costituenti la struttura sono state effettuate n. **10 prove durometriche.**

Inoltre per la verifica dei solai sono state effettuate n. **2 prove di carico** con serbatoio idraulico.

Su richiesta della committenza è stato effettuato un rilievo qualitativo della stratigrafia dei solai e dei profilati che li costituiscono.

Le indagini, eseguite su aree significative, sono corredate da documentazione fotografica e riportate sulla planimetria in allegato.

Prove di carico

Nell'ambito della verifica ed indagini presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini sono state eseguite **n. 2 prove di carico** con formazione del carico mediante serbatoio idraulico.

Scopo delle prove era quello di verificare le strutture sotto il sovraccarico d'esercizio contemplato dal **D.M. 14 gennaio 2008**. Per le strutture di **cat. C3** (... *sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune...*) dove viene previsto Q_k , pari a **4,00 kN/m² \approx 400 kg/m²**. Per cui le prove sono state condotte applicando proprio un carico tale uniformemente distribuito pari a **4,00 kN/m²**.

Descrizione dell'attrezzatura

Formazione del carico

Nelle prove eseguite sui solai è stato utilizzato un serbatoio idraulico (con dimensioni in pianta di circa 4,20 m \times 3,00 m) riempiti d'acqua fino ad ottenere il carico desiderato. Si riporta nei paragrafi successivi la disposizione del carico.

Rilevamento degli abbassamenti

Il rilevamento degli abbassamenti, è stato ottenuto mediante l'attrezzatura "Quantum X" della ditta HBM consistente in una centralina di acquisizione dati a otto canali indipendenti a 24 bit. La centralina funge da gruppo di acquisizione dei segnali provenienti dai trasduttori lineari di spostamento in modo che sul grafico vengono rappresentate le curve di deformazione. Detti trasduttori di deformazione, sono del tipo elettrico a variazione di impedenza e sono interrogati dalla centralina con una frequenza opportuna (10 Hz) per avere una lettura continua degli abbassamenti e di inviarli in tempo reale al gruppo registratore della centralina.

Esecuzione della prova e applicazione del carico

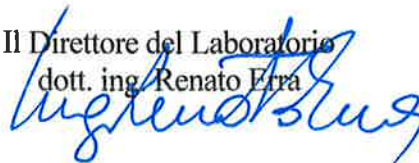
Posizionato il serbatoio idraulico sull'impalcato di prova secondo lo schema riportato di seguito, sono stati quindi posizionati i trasduttori di deformazione in mezzeria e sulle estremità.

Il carico è stato raggiunto con incrementi riportati in tabella e trasmessi allorquando, a carico costante, l'aliquota di deformazione si era assestata su valori costanti.

Pertanto durante la prova è stato gradualmente raggiunto il carico massimo pari 400 kg/m² sull'impronta del serbatoio idraulico osservando i seguenti incrementi:

Fase di carico	Acqua [cm]	Carico corrispondente Sull'impronta del serbatoio [kg/m ²]	Carico corrispondente Sul solaio [kg/m ²]
0	0	0	≈ 0
1	10	100	≈ 100
2	20	200	≈ 200
3	30	300	≈ 300
4	40	400	≈ 400

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra



Prova n. 1

Disposizione del carico e dei sensori

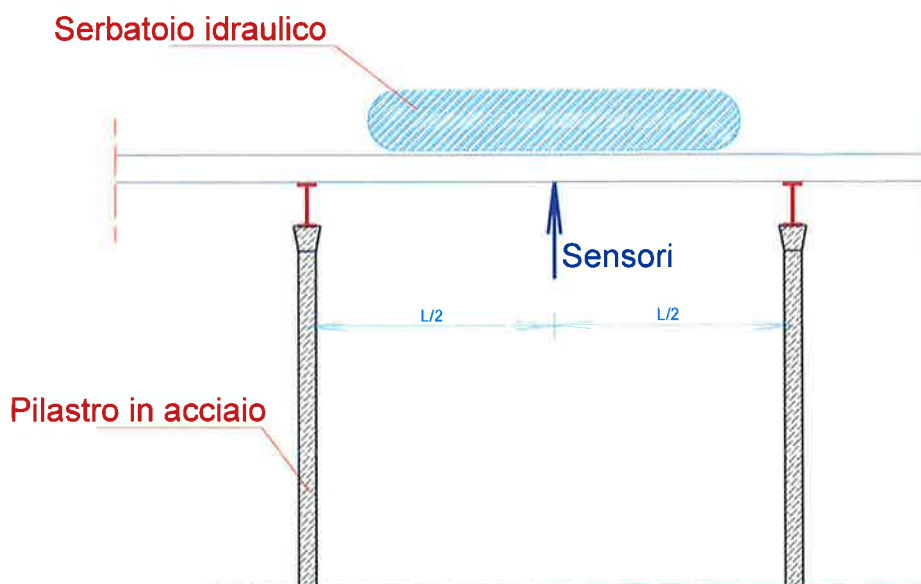
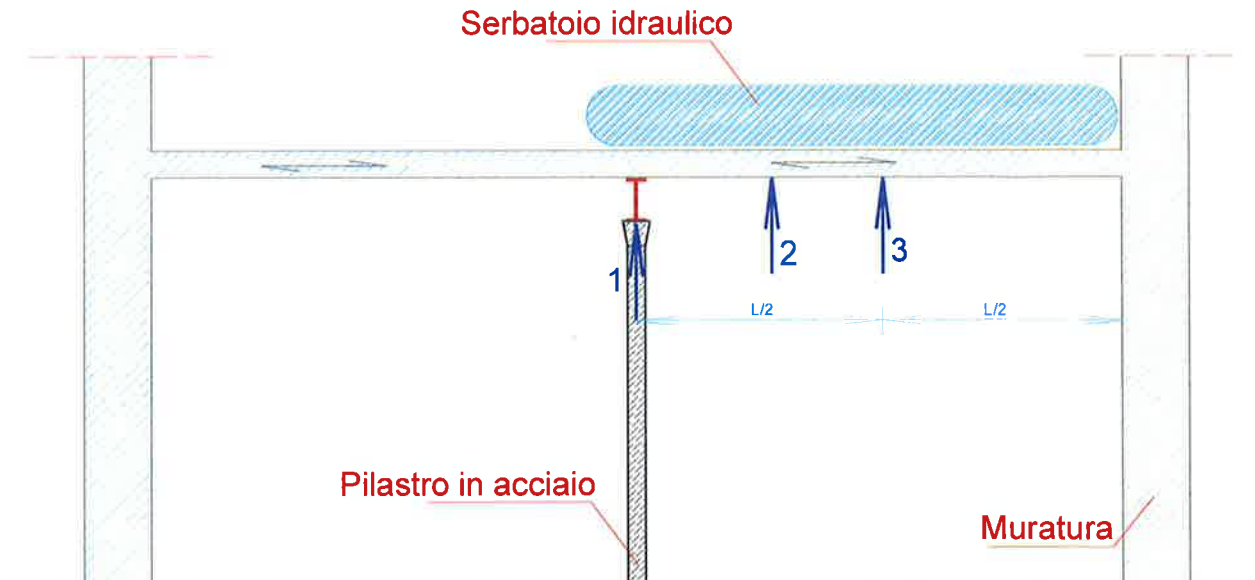


Tabella abbassamenti

VIBO VALENTIA (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

**Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S.
Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro
storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F.
Cordopatri**

Valori del carico e dei cedimenti rilevati durante la prova di carico eseguita su:

Solaio di calpestio Piano Primo
Luce 3,80 m

Fase di carico	Trasd. 1 (mm)	Trasd. 2 (mm)	Trasd. 3 (mm)
0	0,00	0,00	0,00
1	0,28	0,51	0,57
2	0,48	0,85	0,97
3	0,64	1,13	1,30
4	0,87	1,58	1,86
4	0,87	1,58	1,86
0	0,02	0,10	0,17

$$\frac{f_{res}}{f_{max}} = \frac{0,17}{1,86} \approx 9,10\%$$

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra

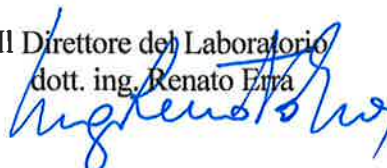
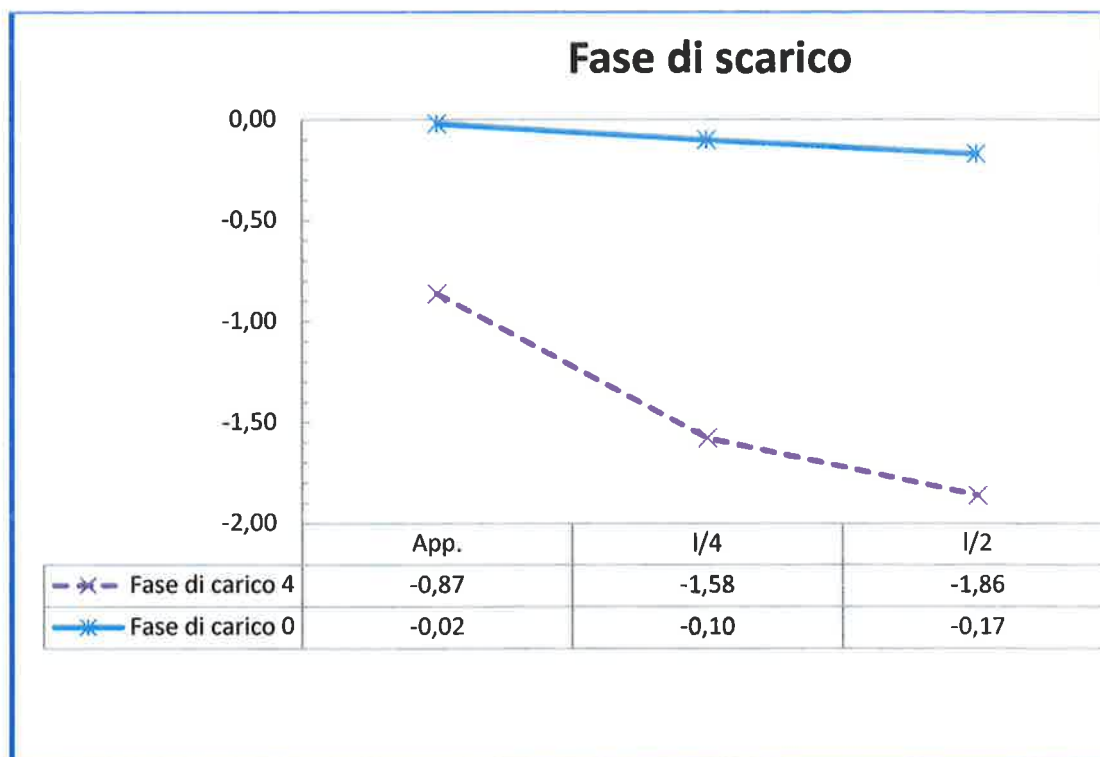
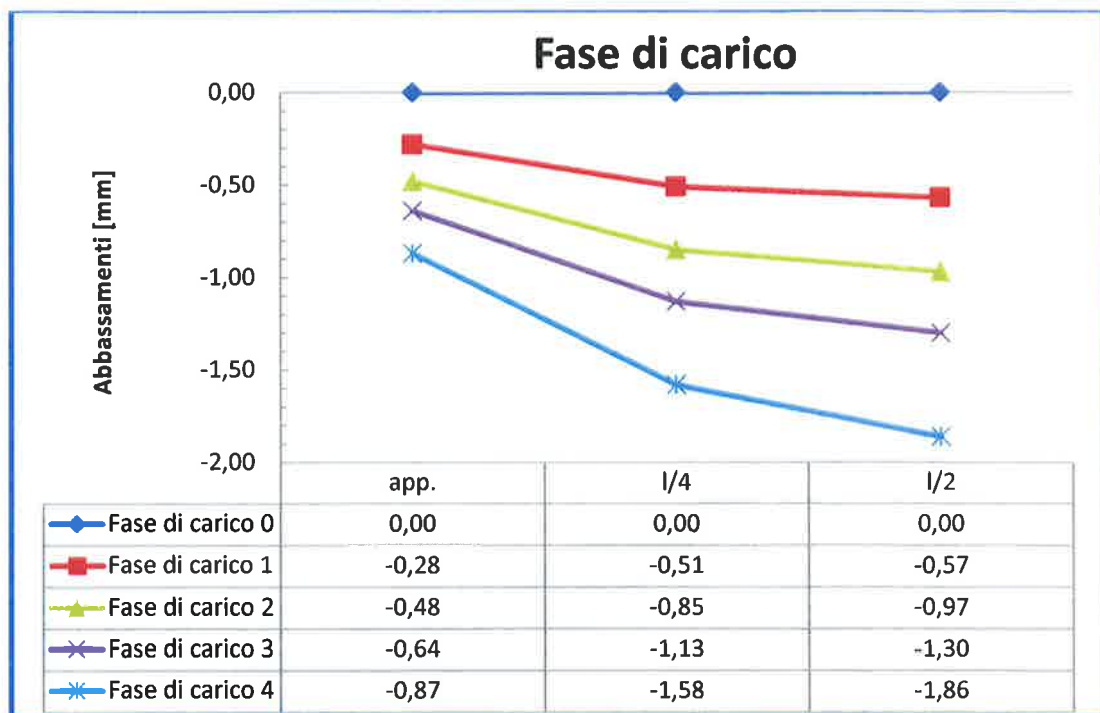


Diagramma degli abbassamenti



Prova n. 2

Disposizione del carico e dei sensori

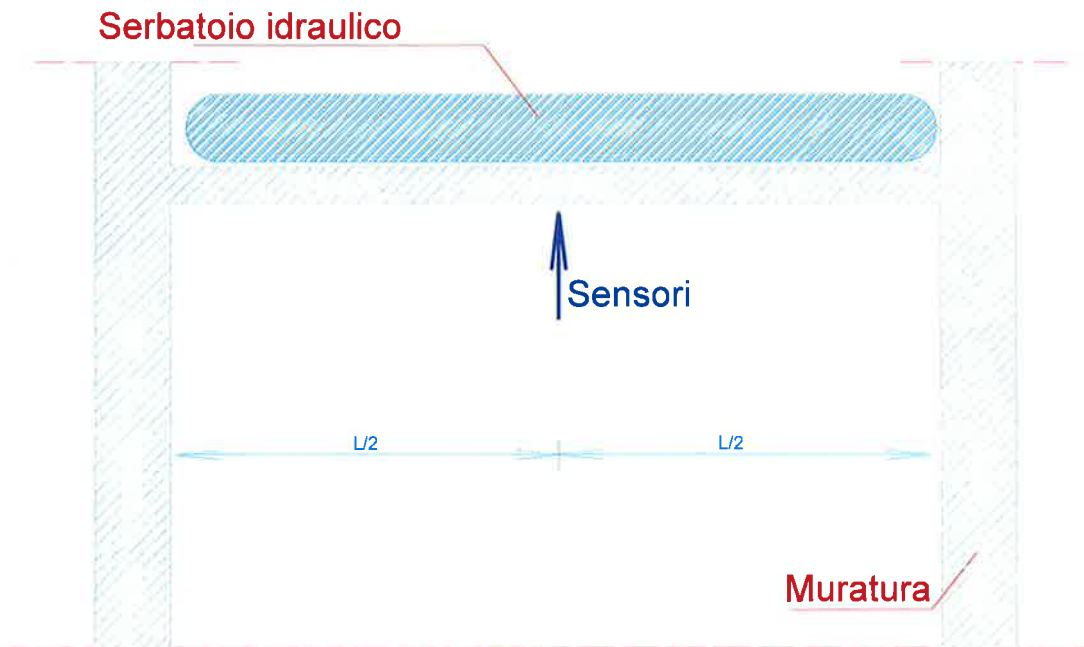
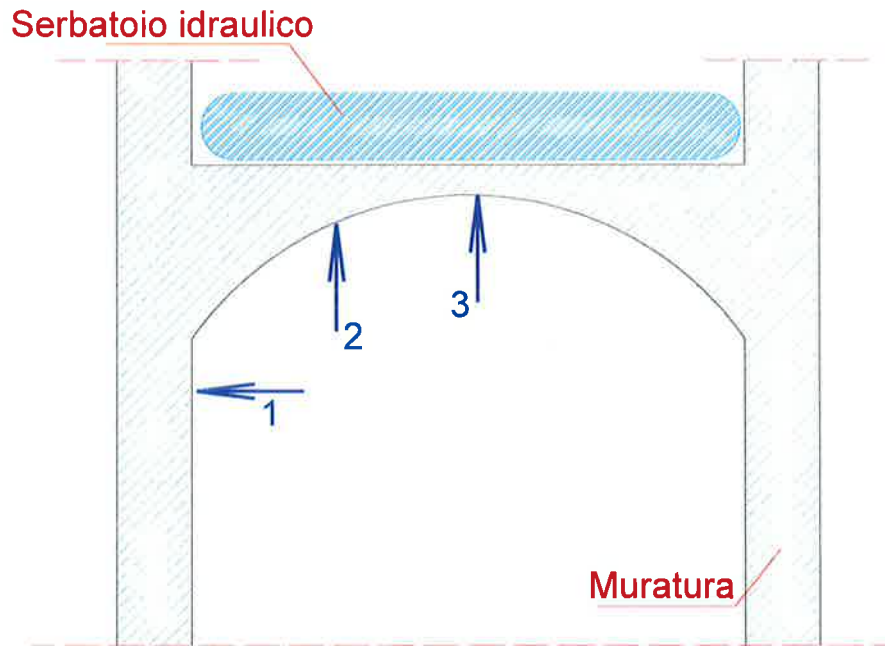


Tabella abbassamenti

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori del carico e dei cedimenti rilevati durante la prova di carico eseguita su:

Solaio di calpestio Piano Primo
Volta

Fase di carico	Trasd. 1 (mm)	Trasd. 2 (mm)	Trasd. 3 (mm)
0	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,01
2	0,00	0,01	0,03
3	0,00	0,02	0,05
4	0,00	0,03	0,08
4	0,00	0,03	0,08
0	0,00	0,00	0,00

$$\frac{f_{res}}{f_{max}} = \frac{0,00}{0,08} \approx 0,00\%$$

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra

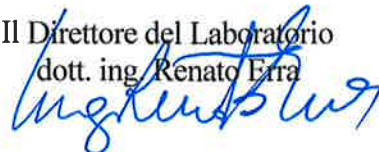
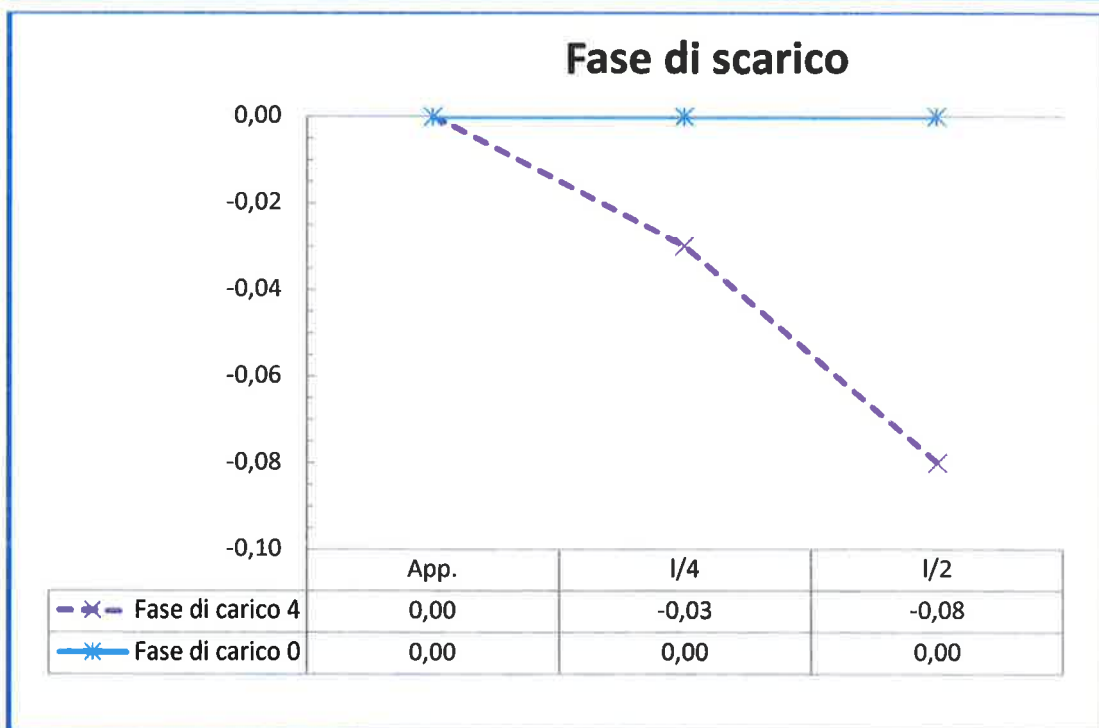
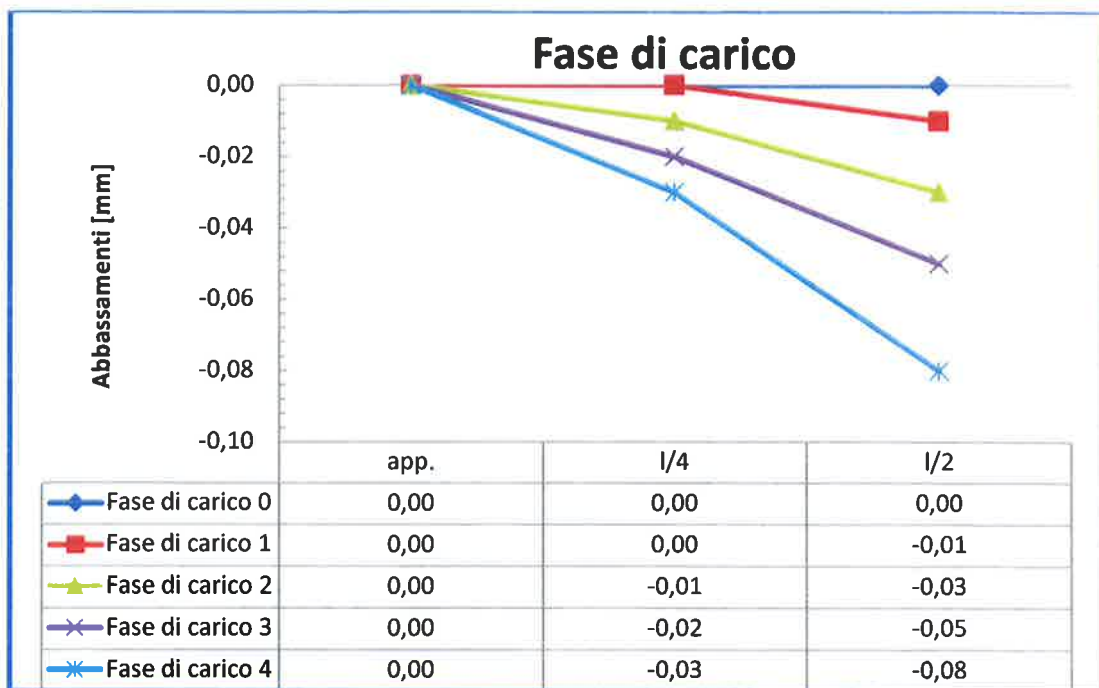


Diagramma degli abbassamenti



Documentazione fotografica



Serbatoio di acculumo per l'esecuzione delle prove di carico



Disposizione del serbatoio di prova per la prova n. 2



Serbatoio a carico massimo durante la prova n. 1



Misura dell'altezza del serbatoio



Posizionamento dei sensori per la prova n. 1



Posizionamento dei sensori per la prova n. 2

Prova con martinetti piatti

Premessa

Lo studio delle condizioni statiche di una muratura richiede un'approfondita conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono.

Questa analisi risulta particolarmente complessa nel caso delle murature di pietrame, le quali si presentano eterogenee essendo costituite da materiali dotati di elevate caratteristiche meccaniche alternate a strati di malta con caratteristiche decisamente più scadenti.

L'approccio più semplice a disposizione del progettista per risolvere il problema della caratterizzazione dei materiali è costituito dalle prove meccaniche di tipo distruttivo eseguite su campioni prelevati dalle strutture murarie.

Questi campioni devono essere rappresentativi del comportamento medio globale della struttura, per cui bisogna sottoporre a prove meccaniche campioni di muratura di grandi dimensioni che per difficoltà di estrazione e di trasporto risultano sempre notevolmente disturbati.

Il problema può essere risolto facendo ricorso a speciali prove meccaniche di tipo semi-distruttivo.

Un decisivo contributo in questo senso è fornito da prove basate sull'impiego di speciali martinetti piatti. Infatti, con l'ausilio di questa tecnica di prove è possibile acquisire informazioni sul comportamento statico di una muratura, attraverso l'analisi dei seguenti parametri:

- *Misura dello stato di sollecitazione esistente nelle strutture murarie;*
- *Determinazione delle caratteristiche di deformabilità;*
- *Valutazione delle caratteristiche di resistenza a compressione.*

A seconda dei parametri da determinare, la prova può essere eseguita con uno o due martinetti piatti.

La prova eseguita con un martinetto piatto permette di ricavare lo stato di sollecitazione preesistente nella muratura e, con qualche approssimazione anche il modulo di deformabilità.

La prova con due martinetti piatti permette di ricavare tutti i parametri come con un solo martinetto, ma da anche la possibilità di valutare la resistenza a rottura della muratura.

Le modalità di realizzazione della prova consistono nel realizzare un taglio piano, orizzontale e normale alla parete della muratura, e misurare la convergenza (parziale chiusura) che l'elemento subisce per effetto del taglio.

Il taglio determina nella zona di misura l'annullamento della tensione preesistente.

La convergenza è misurata mediante coppie di punti simmetriche inserite preventivamente nella parete sui due lati del taglio. Dopo aver introdotto il martinetto piatto nel taglio, si mette progressivamente in pressione sino a riportare in condizioni iniziali la geometria del taglio con l'ausilio di una serie di misure tra i punti di riferimento.

In tale condizione il valore della pressione idraulica all'interno del martinetto è, in prima approssimazione, uguale al valore della sollecitazione preesistente all'interno della muratura.

Per la prova con due martinetti inseriti in due tagli piani, paralleli e sovrapposti, la procedura è analoga.

La messa in pressione idraulica dei due martinetti, oltre a fornire il valore della sollecitazione preesistente nella muratura, permette di portare a rottura il concio murario e di valutare così anche la resistenza a rottura per compressione assiale.

Relazione sulla prova con martinetti piatti

In data 12, 13 e 14 giugno 2018, nell'ambito della verifica presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini sono state eseguite **n. 4 prove con martinetto piatto.**

Scopo delle prove era quello di acquisire i parametri caratterizzanti meccanicamente le strutture murarie in oggetto, quali:

- Misura dello stato di sollecitazione esistente;
- Resistenza a compressione del concio murario;
- Modulo di deformabilità.

La prova eseguita per misurare lo stato di sollecitazione esistente è stata contrassegnata con la sigla **MS**, ed indica che è stata effettuata con un singolo martinetto piatto.

D'altra parte la prova eseguita per misurare la resistenza a compressione ed il modulo di deformabilità è stata contrassegnata con la sigla **MD**, ed indica che è stata effettuata con due martinetti piatti.

Le prove sono state eseguite secondo i criteri e gli accorgimenti di seguito illustrati in ossequio alla normativa ASTM STANDARD C 1196 – 91.

Descrizione dell'attrezzatura

Martinetti piatti

Sono stati adoperati martinetti piatti prodotti dalla Glötzl GmbH, essi sono costituiti da lamierino d'acciaio ad elevata deformabilità e sono di forma semicircolare allungata, aventi le seguenti caratteristiche:

- superficie 761,5 cm²
- spessore 3,5 mm

- diametro 34,7 cm
- profondità 25,7 cm
- coefficiente k_m 0,95 (vedi “Tabella di riferimento” allegata)

Attrezzatura per il taglio

I tagli nella muratura sono stati eseguiti mediante una motoroncatrice a trasmissione eccentrica modello PARTNER K950 Ring con motore a combustione interna dotata di disco diamantato di diametro pari a 350 mm, capace di effettuare tagli della profondità di 260 mm e spessore di 5 mm. Si realizza così un taglio netto con minimo disturbo della muratura.

Sistema idraulico di messa in carico

Per la messa in pressione dei martinetti è stata utilizzata una pompa manuale modello M2H16 06/02 matricola n°1209 prodotta dalla Glötzl GmbH, dotata di due manometri di precisione di classe 0,6 con fondo scala rispettivamente di 25,0 e 100,0 bar.

Sistema di misurazione

Gli spostamenti e la deformazione della muratura sono stati rilevati mediante un deformometro meccanico di precisione F. Pizzi con base di misura pari a 200 mm. Le variazioni di misura sono trasmesse ad un micrometro analogico Mitutoyo (matricola n°2118-50) dove una divisione sul quadrante è pari a 0,001 mm di spostamenti delle basi di misura.

Esecuzione della prova con martinetto singolo

Il rilievo delle tensioni d'esercizio della muratura in situ è basato sulla variazione dello stato tensionale in un punto della struttura per effetto di un taglio eseguito in direzione normale alla superficie muraria.

Come operazione preliminare al taglio sono state sistemate simmetricamente al piano di pressione tre basi di misura da 200 mm, quindi sono state eseguite le letture a campione indisturbato (*letture prima del taglio*).

Dopo questa fase preliminare, è stato eseguito un taglio utilizzando una mototroncatrice a lama circolare. Nel taglio è stato inserito un martinetto piatto avente circa le stesse dimensioni del foro. È stato così rilevato un rilascio delle tensioni attraverso la convergenza delle basi (*letture dopo il taglio*). Dopo aver eseguito quest'ultimo rilevamento si è provveduto a collegare il martinetto alla pompa manuale. Per effetto della pressione incrementata gradualmente, il martinetto ha annullato il rilassamento ed ha riportato la distanza tra le basi a quelle originarie (letture prima del taglio).

In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto, (P), è pari alla sollecitazione preesistente nella muratura a meno di due costanti: una che tiene conto del rapporto tra superficie del martinetto e quella del taglio (coefficiente k_t), ed un'altra che tiene conto della rigidità del martinetto (coefficiente k_m).

Pertanto la tensione verticale di esercizio della muratura si può calcolare, con buona approssimazione, attraverso la seguente relazione: $\sigma = P \times k_t \times k_m$;

dove:

- P è la pressione che ripristina le originarie condizioni della muratura;
- k_t è il rapporto tra l'area del martinetto e l'area del taglio, nel nostro caso è pari a 0,80;
- k_m è una costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidità della saldatura di bordo. Questa costante è determinata dal costruttore del martinetto adoperato, nel nostro caso essa vale 0,95.

Esecuzione della prova con martinetto doppio

La determinazione della resistenza a compressione del concio murario come pure il relativo modulo di deformabilità viene effettuata praticando due tagli paralleli ad una distanza compresa tra i 40,0 ed i 50,0 cm, in modo da delimitare al massimo un campione di muratura avente dimensioni massime 350 × 500 × 260 mm.

Preliminarmente si individuano nella muratura tre basi di lettura verticali da 200 mm, ed una base di lettura orizzontale sempre da 200 mm, tutte intermedie ai due tagli.

Si eseguono così quattro letture a campione indisturbato, (*letture a pressione 0 bar*), dopo questa fase preliminare, sono stati eseguiti i due tagli utilizzando una mototroncatrice a lama circolare. Nei tagli appena realizzati sono stati inseriti i martinetti.

A questo punto sono stati collegati i due martinetti alla pompa manuale e si è iniziato ad aumentare gradualmente la pressione negli stessi. Così i due martinetti paralleli hanno applicato al campione interposto uno stato di sollecitazione monoassiale, in direzione ortogonale al piano di posa dei conci di muratura.

Ad ogni incremento di carico stabilito è stata eseguita una serie di letture micrometriche sulle basi di riferimento.

Attraverso l'esecuzione di un numero prestabilito di cicli di carico-scarico si è potuto stimare: 1) Il modulo di deformabilità della muratura; 2) la resistenza a compressione del concio murario.

Al solito la tensione verticale di rottura della muratura è stata calcolata attraverso la seguente relazione già incontrata nel paragrafo precedente:

$$\sigma = P \times k_t \times k_m;$$

dove:

- P è la pressione che si legge di volta in volta sul manometro della pompa;
- k_t è il rapporto tra l'area del martinetto e l'area del taglio, nel nostro caso è pari a 0,95;
- k_m è una costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidità della saldatura di bordo. Questa costante è determinata dal costruttore del martinetto adoperato, nel nostro caso essa vale 0,95.

Prova n. 1

Tabella letture prova MS 01

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Terra

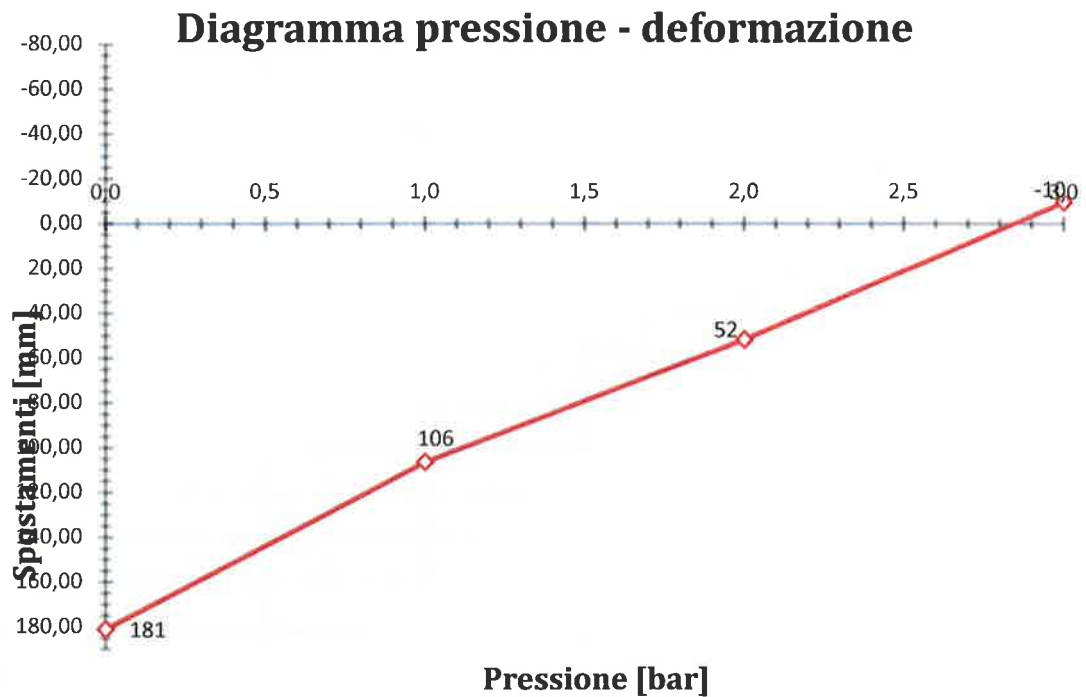
1° Fase: taglio della muratura e letture degli spostamenti

Prova MS01				
Letture	Basi di riferimento			media
	1	2	3	
	[mm]			
Prima del Taglio	203,145	201,690	202,870	202,568
Dopo il Taglio	202,970	201,481	202,711	202,387

2° Fase: inserimento del martinetto e ripristino dello stato tensionale iniziale.

Pressione [bar]	Basi di riferimento			media	ε
	1	2	3		
	[mm]				
0,0	202,970	201,481	202,711	202,387	181
1,0	203,040	201,506	202,840	202,462	106
2,0	203,107	201,577	202,866	202,517	52
3,0	203,148	201,702	202,884	202,578	-10

Grafico prova MS 01



Risultati

Pressione di ripristino [bar]	2,850
Tensione in situ N/mm²	0,257

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Lira

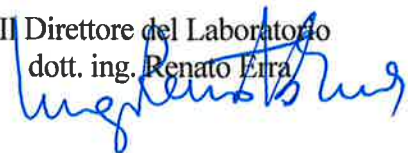


Tabella letture prova MD 01

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Terra

1° Fase: letture degli spostamenti e taglio della muratura con inserimento del secondo martinetto.

Prova MD 01					
Letture	Basi di riferimento				media
	Orizzontale	1V	2V	3V	
Prima del Taglio	203,204	204,480	204,860	203,440	204,260
Dopo il Taglio	203,200	204,498	204,870	203,476	204,281

2° Fase: inserimento dei martinetti e letture in corrispondenza delle fasi cicliche di carico.

Pressione di lettura	P effettiva	Basi di lettura			media	Deformazione verticale	Orizzontale	ε orizzontale
		1V	2V	3V				
[bar]	[N/mm ²]	[mm]					[μm]	
0	0,00	204,498	204,870	203,476	204,281	0,00	203,200	0,0
1	0,09	204,407	204,705	203,276	204,129	152,00	203,250	-50,0
2	0,18	204,330	204,413	203,003	203,915	366,00	203,315	-115,0
1	0,09	204,370	204,485	203,072	203,976	305,67	203,292	-92,0
0	0,00	204,452	204,692	203,281	204,142	139,67	203,260	-60,0
2	0,18	204,328	204,390	202,860	203,859	422,00	203,322	-122,0
4	0,37	204,232	204,122	202,685	203,680	601,67	203,407	-207,0
6	0,55	204,035	203,320	202,554	203,303	978,33	203,550	-350,0
7	0,64	203,965	203,097	202,205	203,089	1192,33	203,755	-555,0
9	0,83	203,648	202,761	201,720	202,710	1571,67	204,305	-1105,0
11	1,01	201,588	201,544	200,350	201,161	3120,67	205,987	-2787,0

Risultati

Modulo di elasticità primario E	417	[N/mm ²]
Modulo di elasticità tangenziale G	142	[N/mm ²]
Pressione di rottura	11,00	[bar]
Resistenza a compressione	99,28	[N/cm ²]
Coefficiente di sicurezza effettivo	3,86	

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra




Grafico prova MD 01

Diagramma σ - ε prova MD 01

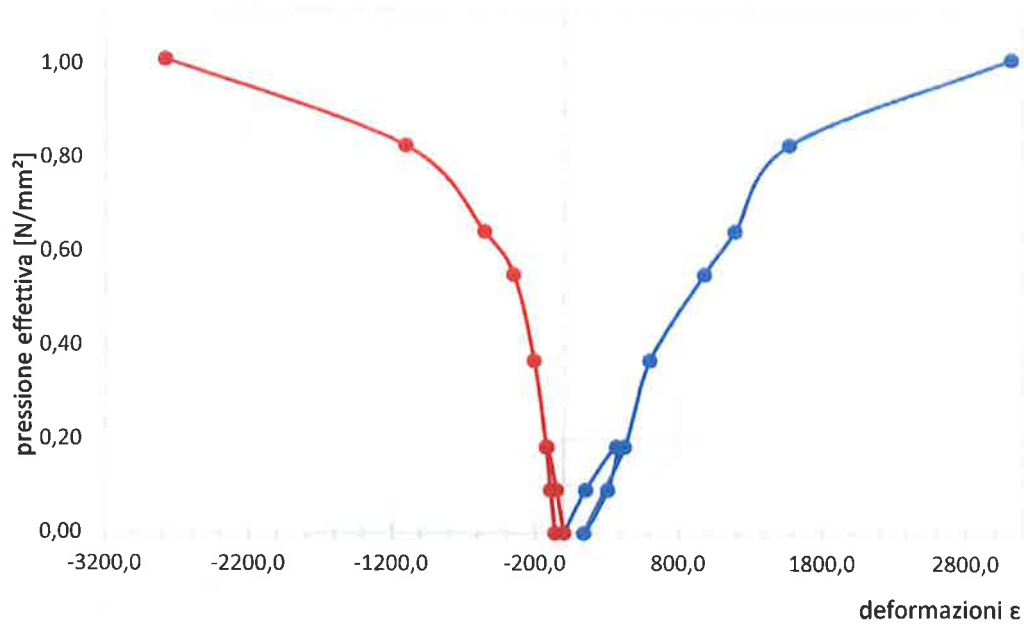
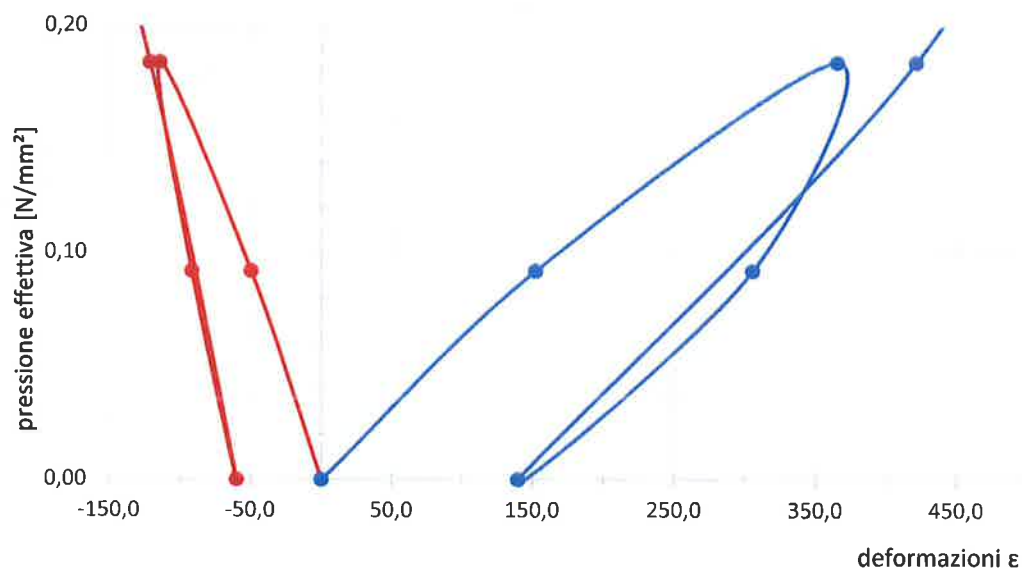


Diagramma σ - ε prova MD 01



Prova n. 2

Tabella letture prova MS 02

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Terra

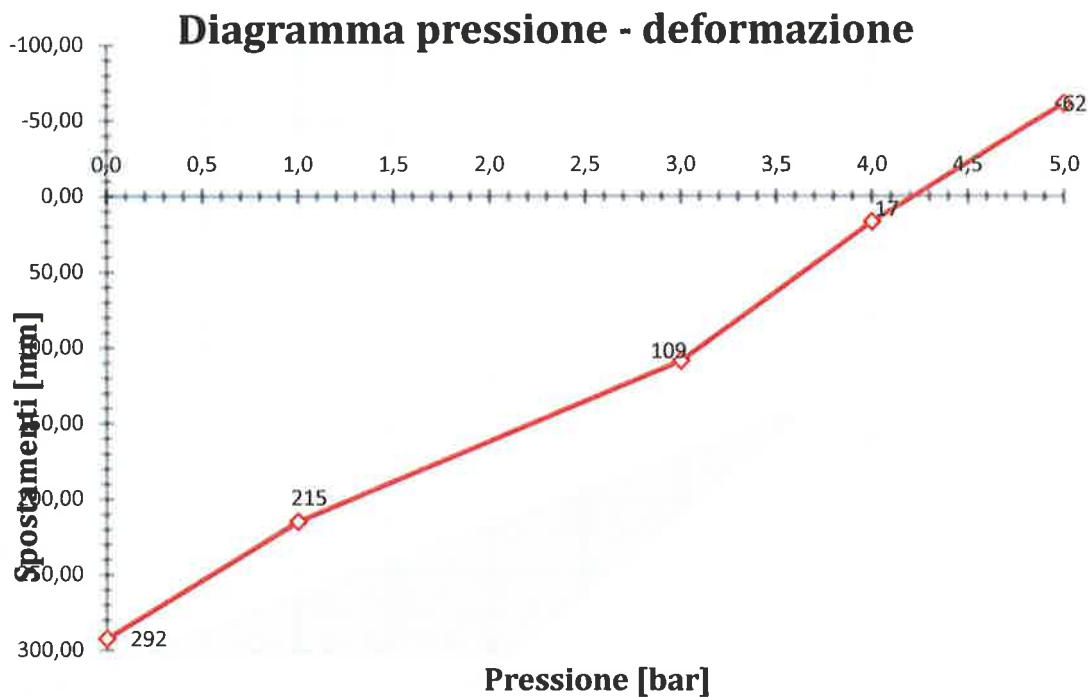
1° Fase: taglio della muratura e letture degli spostamenti

Prova MS02				
Letture	Basi di riferimento			media
	1	2	3	
	[mm]			
<i>Prima del Taglio</i>	201,962	201,436	202,056	201,818
<i>Dopo il Taglio</i>	201,676	201,187	201,714	201,526

2° Fase: inserimento del martinetto e ripristino dello stato tensionale iniziale.

Pressione [bar]	Basi di riferimento			media	ε
	1	2	3		
	[mm]				
0,0	201,676	201,187	201,714	201,526	292
1,0	201,769	201,271	201,769	201,603	215
3,0	201,915	201,390	201,823	201,709	109
4,0	201,952	201,416	202,036	201,801	17
5,0	202,104	201,525	202,010	201,880	-62

Grafico prova MS 02



Risultati

Pressione di ripristino [bar]	4,200
Tensione in situ N/mm²	0,379

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra



Tabella letture prova MD 02

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Terra

1° Fase: letture degli spostamenti e taglio della muratura con inserimento del secondo martinetto.

Prova MD 02					
Letture	Basi di riferimento				media
	Orizzontale	1V	2V	3V	
<i>Prima del Taglio</i>	201,841	203,026	202,530	202,970	202,842
<i>Dopo il Taglio</i>	201,865	203,080	202,552	202,954	202,862

2° Fase: inserimento dei martinetti e letture in corrispondenza delle fasi cicliche di carico.

Pressione di lettura	P effettiva	Basi di lettura			media	Deformazione verticale	Orizzontale	ε orizzontale
		1V	2V	3V				
[bar]	[N/mm ²]	[mm]			[μm]	[mm]	[μm]	
0	0,00	203,080	202,552	202,954	202,862	0,00	201,865	0,0
1	0,09	203,070	202,533	202,940	202,848	14,33	201,867	-2,0
2	0,18	203,037	202,526	202,930	202,831	31,13	201,870	-5,0
3	0,28	203,013	202,517	202,914	202,815	47,33	201,872	-7,0
5	0,46	202,962	202,484	202,905	202,784	78,33	201,875	-10,0
3	0,28	202,980	202,496	202,931	202,802	59,67	201,869	-4,0
0	0,00	203,068	202,546	202,940	202,851	10,67	201,867	-2,0
3	0,28	202,985	202,500	202,904	202,796	65,67	201,874	-9,0
5	0,46	202,955	202,465	202,868	202,763	99,33	201,880	-15,0
7	0,64	202,878	202,412	202,821	202,704	158,33	201,905	-40,0
9	0,83	202,787	202,379	202,666	202,611	251,33	201,981	-116,0
11	1,01	202,515	202,175	202,580	202,423	438,67	202,163	-298,0
13	1,20	201,950	201,025	202,176	201,717	1145,00	203,195	-1330,0

Risultati

Modulo di elasticità primario E	884	[N/mm ²]
Modulo di elasticità tangenziale G	351	[N/mm ²]
Pressione di rottura	13,00	[bar]
Resistenza a compressione	117,33	[N/cm ²]
Coefficiente di sicurezza effettivo	3,10	

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra



Grafico prova MD 02

Diagramma $\sigma - \varepsilon$ prova MD 02

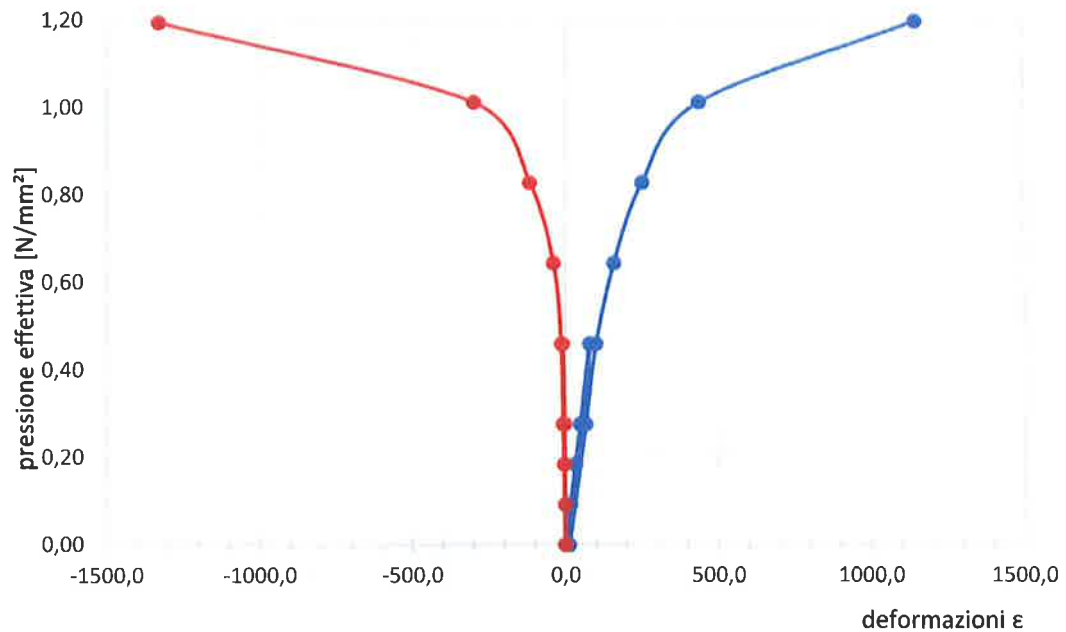
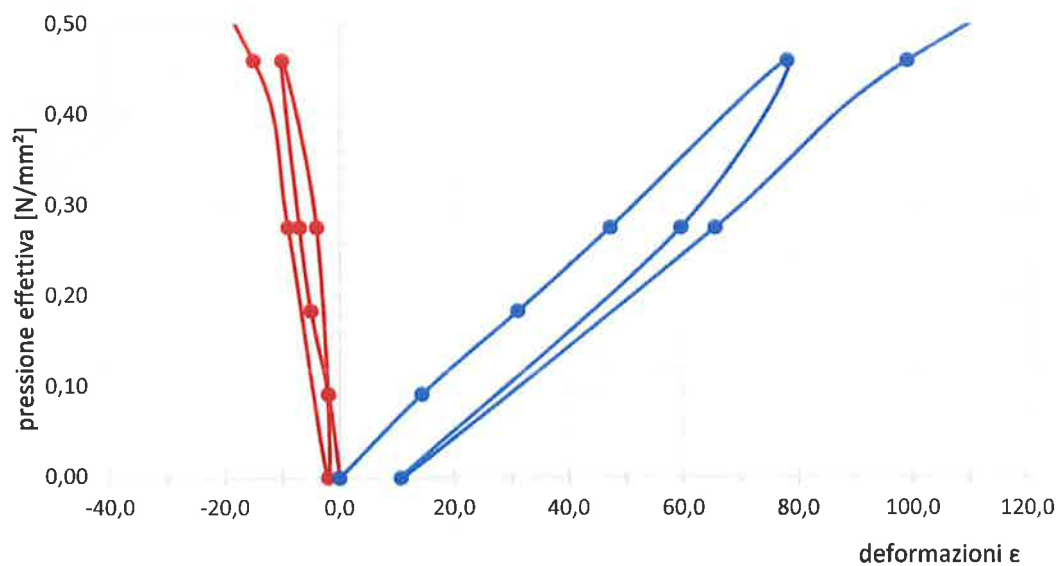


Diagramma $\sigma - \varepsilon$ prova MD 02



Prova n. 3

Tabella letture prova MS 03

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Primo

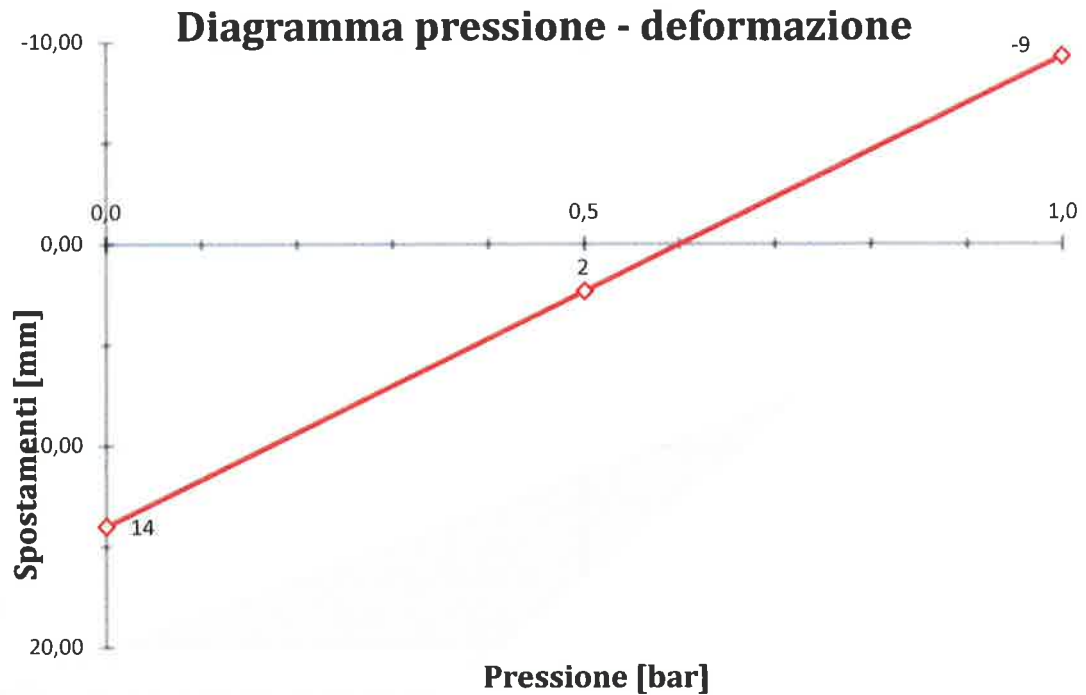
1° Fase: taglio della muratura e letture degli spostamenti

Prova MS03				
Letture	Basi di riferimento			media
	1	2	3	
	[mm]			
<i>Prima del Taglio</i>	200,920	201,800	201,780	201,500
<i>Dopo il Taglio</i>	200,910	201,779	201,769	201,486

2° Fase: inserimento del martinetto e ripristino dello stato tensionale iniziale.

Pressione [bar]	Basi di riferimento			media	ε
	1	2	3		
	[mm]				
0,0	200,910	201,779	201,769	201,486	14
0,5	200,914	201,804	201,775	201,498	2
1,0	200,924	201,814	201,790	201,509	-9

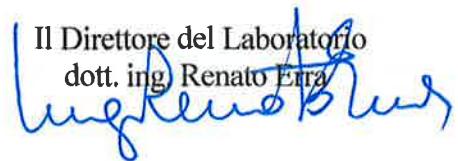
Grafico prova MS 03



Risultati

Pressione di ripristino [bar]	0,600
Tensione in situ N/mm²	0,054

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra



**Tabella letture prova MD 03****Vibo Valentia (VV), 14/06/2018****Committente:**AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)**Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri**

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Primo

1° Fase: letture degli spostamenti e taglio della muratura con inserimento del secondo martinetto.

Prova MD 03					
Letture	Basi di riferimento				media
	Orizzontale	1V	2V	3V	
Prima del Taglio	203,122	203,180	203,200	203,476	203,285
Dopo il Taglio	203,130	203,178	203,210	203,478	203,289

2° Fase: inserimento dei martinetti e letture in corrispondenza delle fasi cicliche di carico.

Pressione di lettura	P effettiva	Basi di lettura			media	Deformazione verticale	Orizzontale	ε orizzontale
		1V	2V	3V				
[bar]	[N/mm ²]	[mm]			[μm]	[mm]	[μm]	
0	0,00	203,178	203,210	203,478	203,289	0,00	203,130	0,0
1	0,09	203,175	203,206	203,473	203,285	4,00	203,132	-2,0
2	0,18	203,170	203,197	203,465	203,277	11,33	203,135	-5,0
1	0,09	203,173	203,202	203,468	203,281	7,67	203,133	-3,0
0	0,00	203,176	203,207	203,475	203,286	2,67	203,131	-1,0
2	0,18	203,168	203,192	203,461	203,274	15,00	203,136	-6,0
4	0,37	203,151	203,182	203,455	203,263	26,00	203,141	-11,0
6	0,55	203,146	203,174	203,448	203,256	32,67	203,147	-17,0
4	0,37	203,150	203,180	203,452	203,261	28,00	203,143	-13,0
2	0,18	203,164	203,190	203,455	203,270	19,00	203,138	-8,0
0	0,00	203,175	203,202	203,471	203,283	6,00	203,136	-6,0
4	0,37	203,148	203,181	203,448	203,259	29,67	203,148	-18,0
8	0,74	203,136	203,174	203,430	203,247	42,00	203,161	-31,0
10	0,92	203,124	203,172	203,425	203,240	48,33	203,172	-42,0
12	1,10	203,114	203,158	203,412	203,228	60,67	203,180	-50,0
14	1,29	203,109	203,147	203,408	203,221	67,33	203,188	-58,0
16	1,47	203,095	203,129	203,388	203,204	84,67	203,198	-68,0
22	2,02	203,045	203,108	203,349	203,167	121,33	203,244	-114,0

Risultati

Modulo di elasticità primario E	3565	[N/mm ²]
Modulo di elasticità tangenziale G	921	[N/mm ²]
Pressione di rottura	22,00	[bar]
Resistenza a compressione	198,55	[N/cm ²]
Coefficiente di sicurezza effettivo	36,67	

NB: A causa del l'esiguo carico di esercizio agente sulla muratura, non è stato possibile portare a rottura il concio murario pertanto la pressione di rottura è sicuramente maggiore di 22 bar

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra

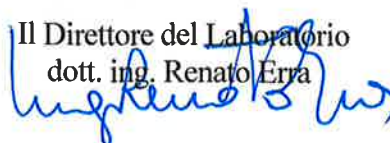


Grafico prova MD 03

Diagramma $\sigma - \varepsilon$ prova MD 03

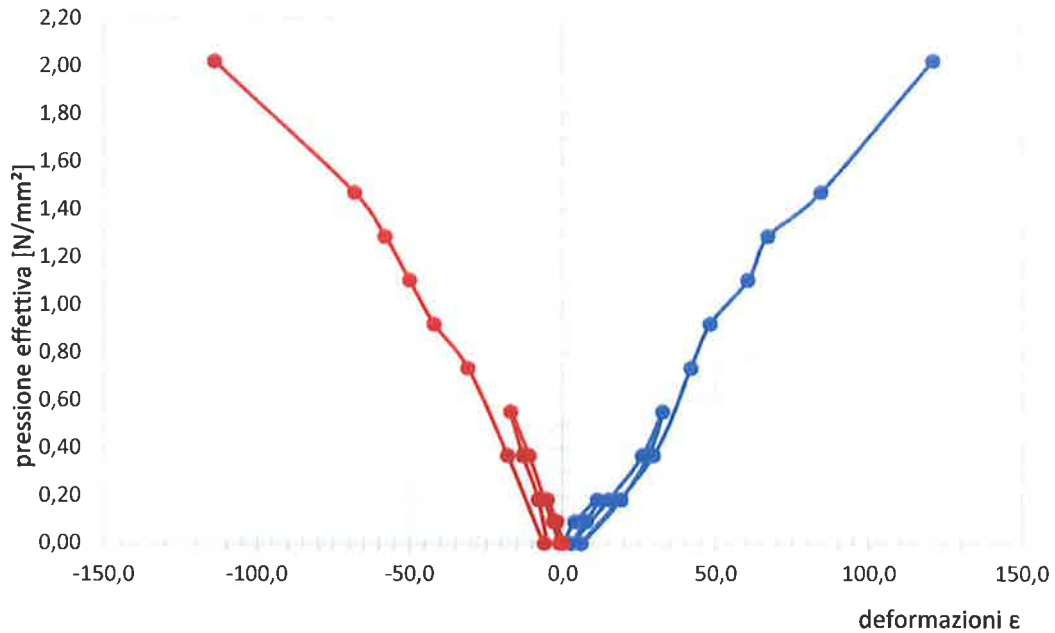
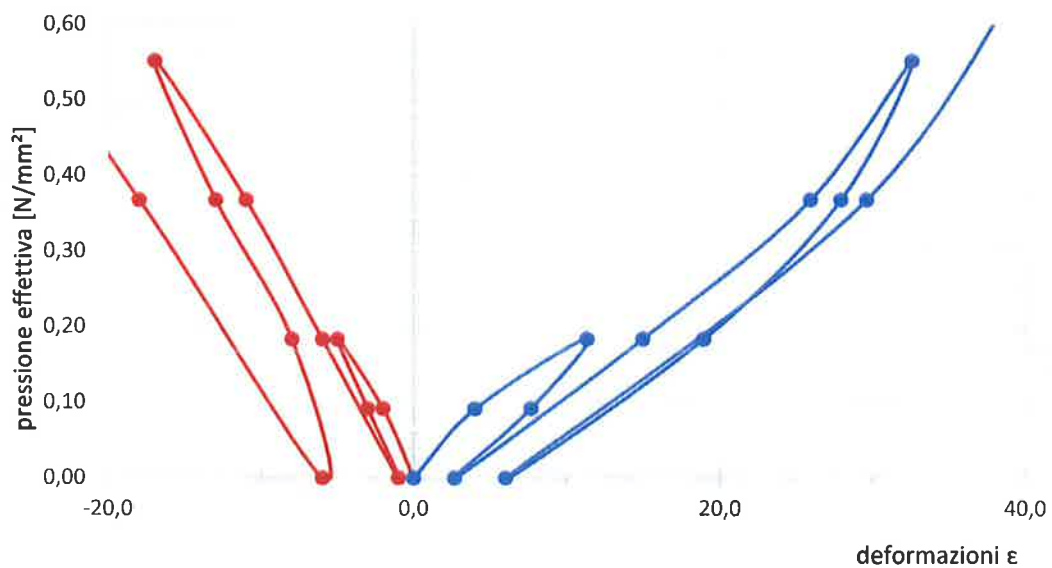


Diagramma $\sigma - \varepsilon$ prova MD 03



Prova n. 4

Tabella letture prova MS 04

Vibo Valentia (VV), 14/06/2018

Committente:

AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)

Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Primo

1° Fase: taglio della muratura e letture degli spostamenti

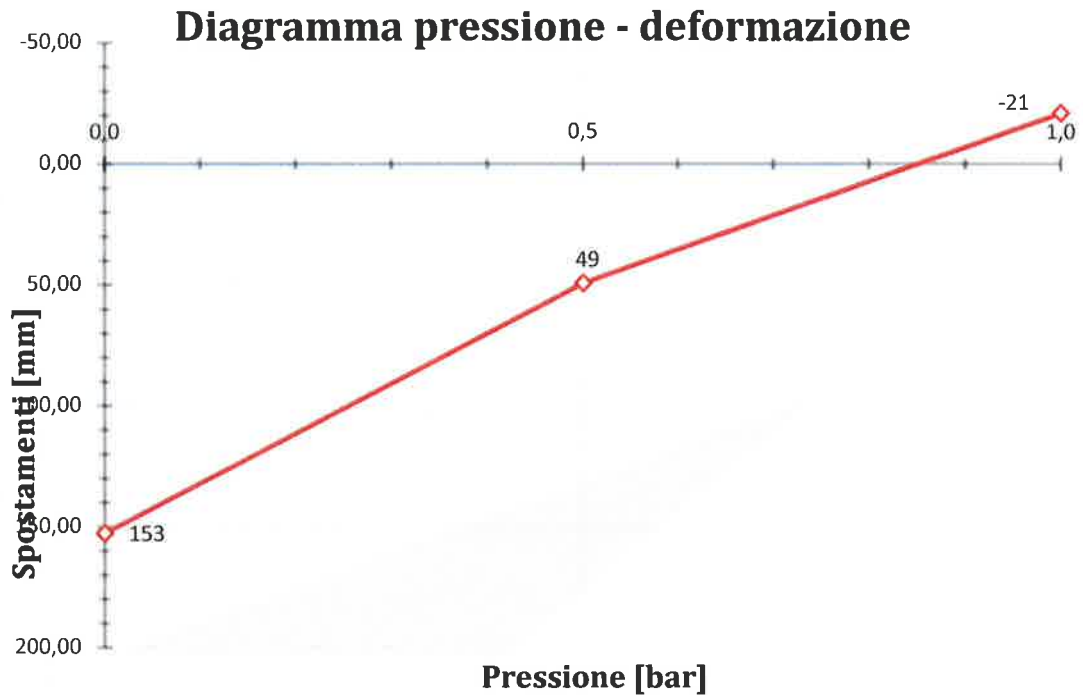
Prova MS04				
Letture	Basi di riferimento			media
	1	2	3	
	[mm]			
Prima del Taglio	201,410	202,145	201,930	201,828
Dopo il Taglio	201,227	202,040	201,760	201,676

2° Fase: inserimento del martinetto e ripristino dello stato tensionale iniziale.

Pressione [bar]	Basi di riferimento			media	ε
	1	2	3		
	[mm]				
0,0	201,227	202,040	201,760	201,676	153
0,5	201,335	202,192	201,810	201,779	49
1,0	201,378	202,295	201,875	201,849	-21



Grafico prova MS 04



Risultati

Pressione di ripristino [bar]	0,850
Tensione in situ N/mm²	0,077

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra

**Tabella letture prova MD 04****Vibo Valentia (VV), 14/06/2018****Committente:**AICI Engineering srl
via Roma n.10
83030 Montefredane (AV)**Verifica ed indagini effettuate presso il Convento S. Antonio dei Padri Cappuccini, sito nel centro storico del Comune di Vibo Valentia (VV) alla via F. Cordopatri**

Valori delle letture rilevate durante la prova eseguita su:

Muratura Piano Primo

1° Fase: letture degli spostamenti e taglio della muratura con inserimento del secondo martinetto.

Prova MD 04					
Letture	Basi di riferimento				media
	Orizzontale	1V	2V	3V	
Prima del Taglio	202,975	203,745	203,995	204,178	203,973
Dopo il Taglio	202,976	204,168	204,241	204,344	204,251

2° Fase: inserimento dei martinetti e letture in corrispondenza delle fasi cicliche di carico.

Pressione di lettura	P effettiva	Basi di lettura			media	Deformazioni verticali	Orizzontale	ε orizzontale
		1V	2V	3V				
[bar]	[N/mm ²]	[mm]			[μm]	[mm]	[μm]	
0	0,00	204,168	204,241	204,344	204,251	0,00	202,976	0,0
1	0,09	204,123	204,225	204,319	204,222	28,67	202,978	-2,0
2	0,18	204,079	204,210	204,297	204,195	55,67	202,983	-7,0
1	0,09	204,100	204,219	204,304	204,208	43,33	202,979	-3,0
0	0,00	204,148	204,237	204,321	204,235	15,67	202,977	-1,0
2	0,18	204,061	204,194	204,288	204,181	70,00	202,986	-10,0
4	0,37	204,002	204,128	204,247	204,126	125,33	202,991	-15,0
6	0,55	203,958	204,087	204,189	204,078	173,00	202,998	-22,0
8	0,74	203,904	204,012	204,124	204,013	237,67	203,024	-48,0
10	0,92	203,821	203,904	204,041	203,922	329,00	203,211	-235,0
11	1,01	203,125	203,111	203,247	203,161	1090,00	203,874	-898,0

Risultati

Modulo di elasticità primario E	724	[N/mm ²]
Modulo di elasticità tangenziale G	193	[N/mm ²]
Pressione di rottura	11,00	[bar]
Resistenza a compressione	99,28	[N/cm ²]
Coefficiente di sicurezza effettivo	12,94	

Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra

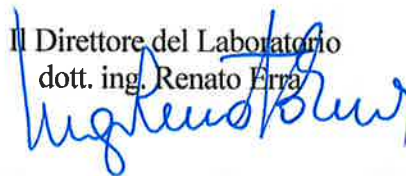


Grafico prova MD 04

Diagramma $\sigma - \varepsilon$ prova MD 04

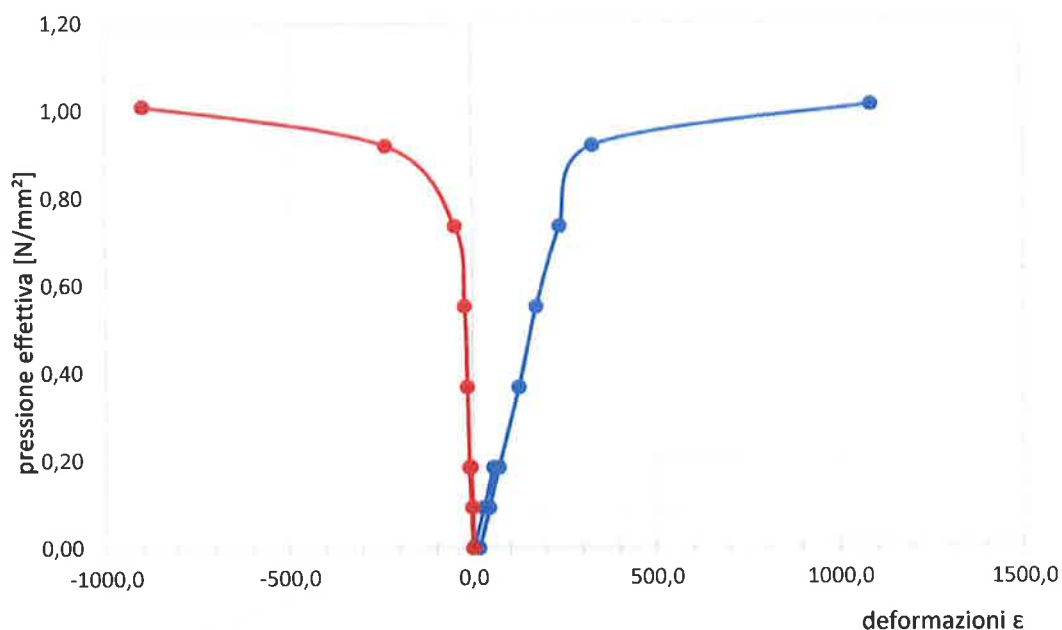
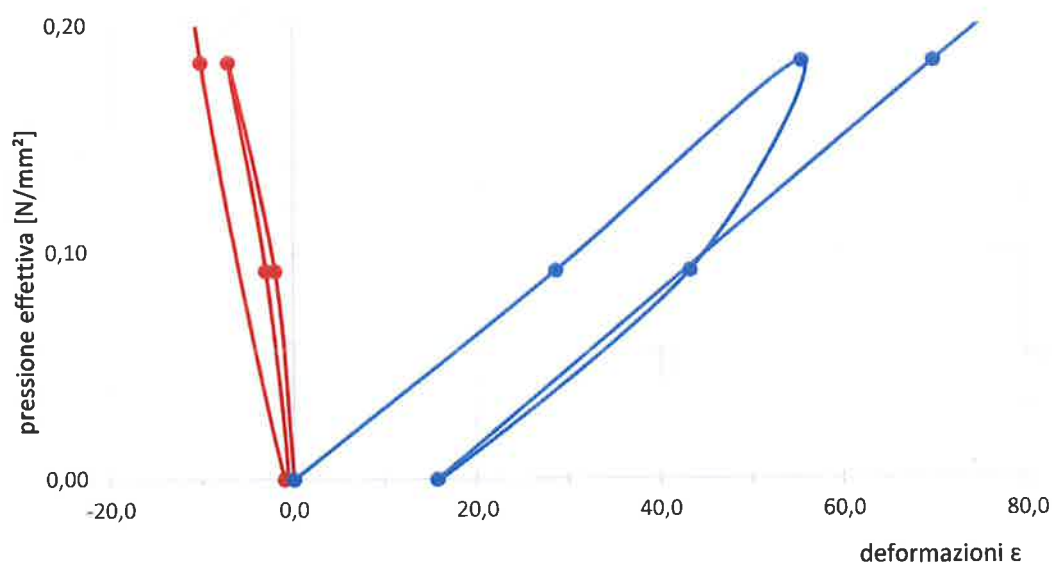


Diagramma $\sigma - \varepsilon$ prova MD 04



Documentazione fotografica



Prova n. 3 – Individuazione dell'area di prova e rimozione dell'intonaco



Prova n. 2 – Esecuzione della prova con doppio martinetto



Prova n. 4 – Esecuzione della prova con doppio martinetto




Prova n. 2 – Particolare della misura con deformometro



Ispezioni visive su muratura

Scopo dell'indagine è quella di individuare la tipologia di struttura portante previo spicconamento dell'intonaco e, nel caso di elemento in c.a. rimozione del copriferro.

Nel seguito si riporta la descrizione delle ispezioni visive e i risultati ottenuti, in particolare sono state eseguite ispezioni basate su un rilievo di tipo visivo con lo scopo di esaminare le caratteristiche della tipologia di muratura e/o di trave in c.a.

	<p><u>Ispezione visiva n. 01</u></p> <p>(IS 01)</p> <p>Elemento ispezionato:</p> <p>Muratura Piano Primo</p> <p>Muratura in mattoni rossi listellati</p>
--	---

	<p><u>Ispezione visiva n. 02</u></p> <p>(IS 02)</p> <p>Elemento ispezionato:</p> <p>Muratura Piano Primo</p> <p>Muratura in pietrame disordinata con prevalenza di pietra tenera. E parete in laterizi senza nessun ammorsamento</p>
	<p><u>Ispezione visiva n. 03</u></p> <p>(IS 03)</p> <p>Elemento ispezionato:</p> <p>Muratura Piano Primo</p> <p>Parete in laterizi.</p>
	<p><u>Ispezione visiva n. 04</u></p> <p>(IS 04)</p> <p>Elemento ispezionato:</p> <p>Muratura Piano Primo</p> <p>Muratura in pietrame disordinata con prevalenza di pietra tenera.</p>

	<p><u>Ispezione visiva n. 05</u></p> <p>(IS 05)</p> <p>Elemento ispezionato:</p> <p>Muratura Piano Primo</p> <p>Muratura in pietrame disordinata con prevalenza di pietra tenera.</p>
	<p><u>Ispezione visiva n. 06</u></p> <p>(IS 06)</p> <p>Elemento ispezionato:</p> <p>Trave Piano Interrato</p> <p>Muratura in pietrame disordinato con prevalenza di pietra tenera. Si rileva l'assenza di un cordolo.</p>

Prova penetrometrica su malta

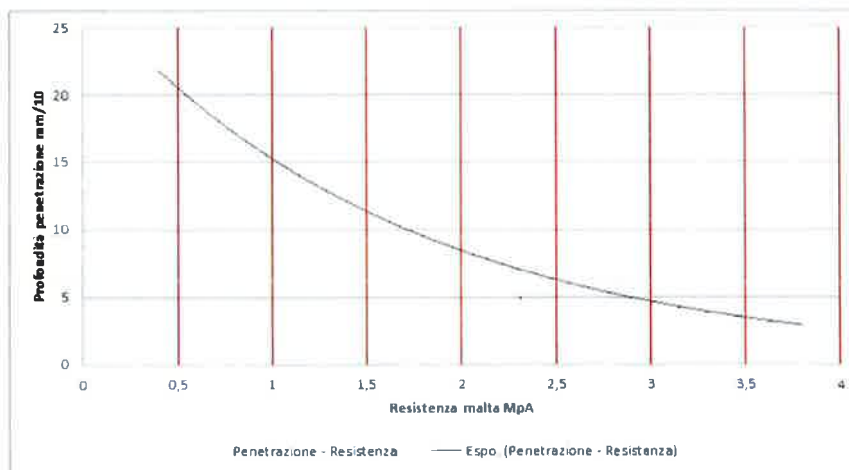
Scopo della prova è stabilire, in situ, la risposta meccanica delle malte nelle murature, attraverso la misurazione della profondità di penetrazione di una punta conica di acciaio, infissa mediante le battute di uno sclerometro.

Il penetrometro per malta utilizzato è costituito da una massa battente collegata da una molla che messa in carica manualmente, colpisce un percussore nel quale viene inserito un puntale (ago) preposto alla perforazione della malta. L'ago puntale realizzato in acciaio legato termina con forma conica con angolo di 25°. L'ago sottoposto ad urti dinamici costanti avanza all'interno del giunto di malta spinge e comprime la malta a lato del proprio percorso. La resistenza che la malta offre all'avanzamento dell'ago è proporzionale alla resistenza meccanica del materiale.

Selezionata la muratura di indagare si è proceduto:

- alla pulizia della stessa rimuovendo l'intonaco
- spazzolatura del giunto di malta orizzontale da verificare
- verifica della lunghezza dell'ago iniziale;
- ad annotare la misura nella tabella report
- eseguire la prova mediante applicazione di n. 10 battute con il percussore
- rilievo della profondità di penetrazione

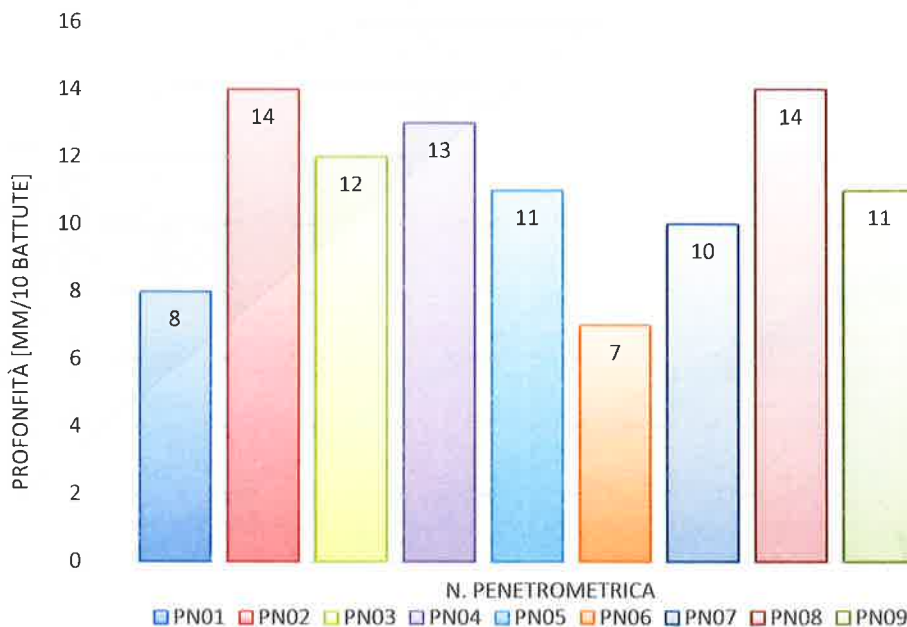
La curva di correlazione di seguito indicata rappresenta una indicazione del rapporto tra valore di penetrazione e resistenza meccanica della malta. Tali curve non devono essere considerate come riferimento assoluto.



Risultato delle misurazioni

Identificativo	Posizione	n.	Profondità di penetrazione 10 colpi
			mm
PN01	Is 01	1	8
PN02	Is 02	2	14
PN03	Mp 01	3	12
PN04	Mp 02	4	13
PN05	Is 04	5	11
PN06	Mp 03	6	7
PN07	Mp 04	7	10
PN08	Is 05	8	14
PN09	Is 06	9	11

Penetrazione - Serie di battute



Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra

Documentazione fotografica



Esecuzione delle prove penetrometriche



Esame endoscopico

L'ispezione dell'interno del solido murario attraverso indagini endoscopiche consente di effettuare tali valutazioni praticando sulla membratura un foro di pochi millimetri di diametro, rivelandosi così un esame poco invasivo.

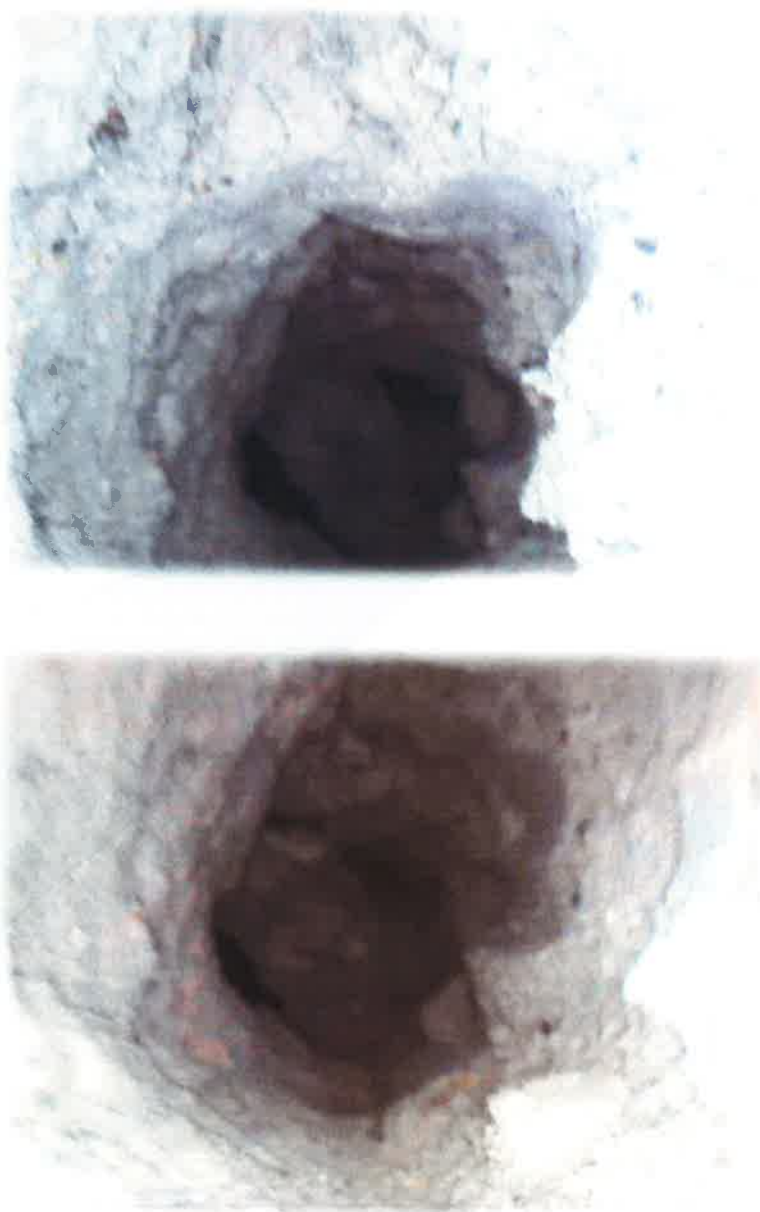
Sono stati eseguiti 12 esami endoscopici praticando fori di ispezione nei punti indicati dalla committenza.

Le immagini sono state riprese con un obiettivo avente $f = 2,5$ mm, $F = 2,0$ ed angolo di percezione pari a 120° . I fori entro cui è stata introdotta la camera per la ripresa erano di diametro pari a 30,0 mm.

Stante la soggettività dell'interpretazione delle immagini si raccomanda ai tecnici interessati un'attenta visione delle stesse.

Il Direttore del Laboratorio
dott. Ing. Renato Erra

Estratti delle endoscopie



Particolare endoscopia n. 1

Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la profondità indagata



Particolare endoscopia n. 2
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**



Particolare endoscopia n. 3
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**



Particolare endoscopia n. 4
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**



Particolare endoscopia n. 5
Muratura in laterizio forato



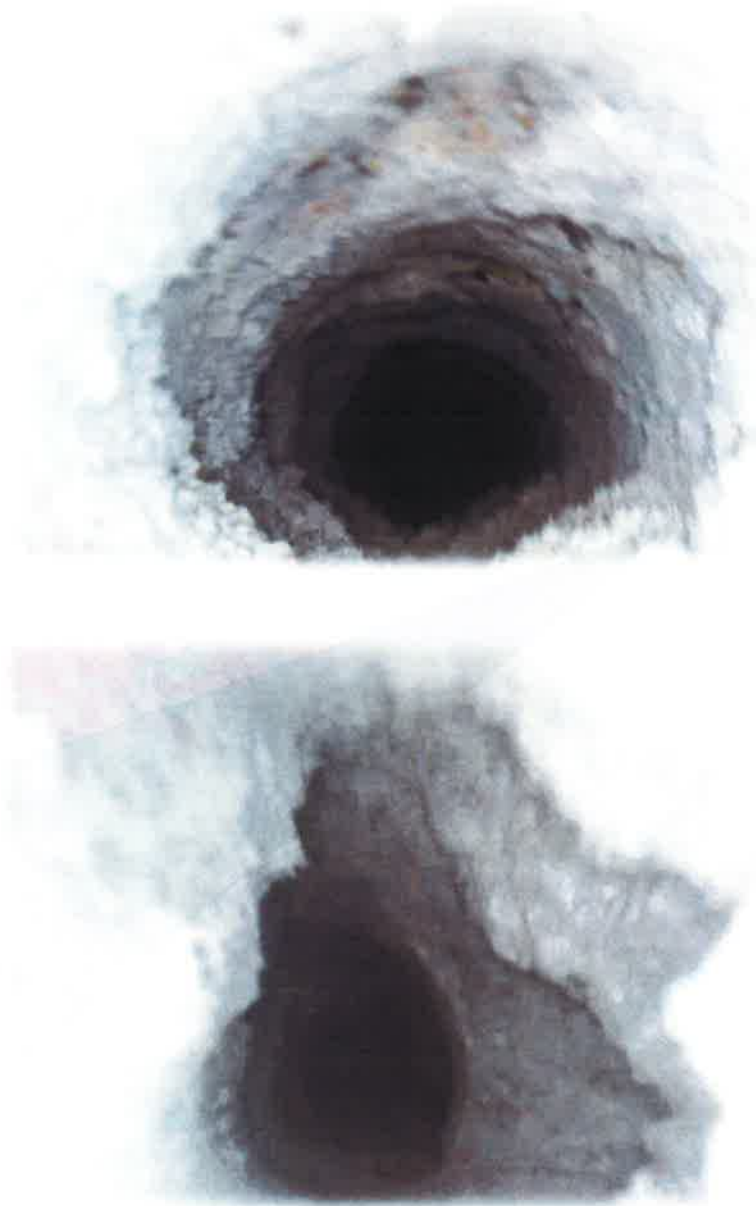
Particolare endoscopia n. 6
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**



Particolare endoscopia n. 7
Muratura in pietra per tutta la profondità indagata



Particolare endoscopia n. 8
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**



Particolare endoscopia n. 9
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**



Particolare endoscopia n. 10

Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la profondità indagata



Particolare endoscopia n. 11
Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la profondità indagata



Particolare endoscopia n. 12
**Muratura in pietrame disordinata con caratteristiche omogenee per tutta la
profondità indagata**

Documentazione fotografica



Prova durometrica

Scopo dell'indagine è quella di determinare la durezza dell'acciaio e di conseguenza effettuare una stima della resistenza a trazione delle barre d'armatura.

Il durometro è uno strumento digitale che permette di rilevare la durezza di barre di armatura, i cui valori, mediante correlazioni presenti nell' UNI EN ISO 18265, permettono di stimare la resistenza a trazione senza prelevare un campione su cui eseguire prove di laboratorio. Questa tipologia di prova non è intercambiabile con il prelievo di campioni di barre d'armatura/profilati d'acciaio, su cui eseguire le prove di resistenza a trazione di laboratorio, ma permette di estendere la stima della resistenza a trazione ad un maggior numero di elementi.

Dal punto di vista operativo preventivamente, dopo aver individuato la barra mediante pacometro, si rimuove il copriferro per una porzione adeguata alla corretta preparazione del campione di armatura stesso; sulla porzione di barra scoperta viene creata una superficie piatta e a bassa rugosità su cui verrà eseguita la prova.

Il principio della prova è molto simile a quello dello sclerometro da calcestruzzo: una sonda con una punta a elevata durezza caricata da una molla, causando una deformazione plastica alla superficie del campione, che si traduce in una perdita di energia cinetica. Questa perdita di energia è quantificata misurando la differenza di velocità d'impatto e quella di rimbalzo sulla superficie del campione ad una data distanza dalla superficie. Si eseguono una serie di misure (minimo 3, massimo 10) su punti distinti della barra. L'elettronica dello strumento elabora i segnali registrati fornendo la lettura della resistenza a trazione dell'acciaio in base a delle correlazioni esistenti in letteratura tra la durezza (grandezza effettivamente misurata, dallo strumento, in scala Leeb, HL) e la resistenza a trazione dell'acciaio.

Metodo LEEB

Il metodo utilizzato nell'esecuzione dell'indagine in oggetto è Il Metodo Leeb. Esso è basato sul principio introdotto da Dietmar Leeb nel 1975. Concettualmente è definito come il rapporto tra la velocità di rimbalzo del corpo d'impatto e la velocità d'impatto, successivamente moltiplicate per 1000. In base al tipo di metallo il metodo Leeb indica il rapporto di durezza e può anche essere convertito in altre scale (ad esempio HB, HV, HRC etc). Sfruttando lo stesso principio è possibile misurare anche il carico di rottura in riferimento all'acciaio. Il principio di funzionamento si basa sull'applicazione di una certa forza a un corpo d'impatto di un certo peso, che andrà a toccare la superficie da misurare. Lo strumento misura rispettivamente la velocità d'impatto e quella di rimbalzo quando il percussore sferico è situato a 1mm dalla superficie da misurare.

Quando si utilizza il principio dinamico di Leeb, il valore di durezza viene derivato dalla perdita di energia di un corpo di impatto, detto dardo, dopo essere stato scagliato contro il provino ed essere, appunto rimbalzato. Il principio è molto simile a quello dello scleroscopio di Shore.

Il quoziente Leeb (v_i, v_r) viene considerato come espressione dell'energia persa dal dardo nell'impatto grazie alla deformazione plastica del provino: il dardo rimbalzerà più velocemente per corpi con maggiore durezza rispetto a corpi più morbidi. Il valore della scala Leeb è ottenibile dalla seguente formula:

$$HL = 1000 \times (v_r/v_i)$$

Dove:

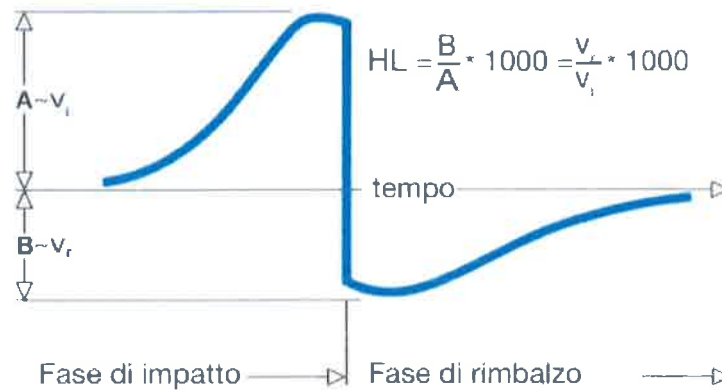
HL è il valore di durezza in scala Leeb,

v_r è la velocità di rimbalzo del dardo,

v_i è la velocità di impatto del dardo.

Il dardo è magnetizzato e nella parte di appoggio della sonda ad impatto è posta una bobina. E' noto che un magnete in movimento all'interno della bobina indurrà una tensione nel filo della bobina, e che questa tensione è direttamente proporzionale alla velocità del

magnete che passa nella bobina. Praticamente quindi la scala di Leeb è ottenuta dalla formula $1000 \times (V_r/V_i)$ dove V_r e V_i sono le tensioni rispettivamente di rimbalzo e di impatto misurate sulla bobina.



Strumentazione Utilizzata

Durometro a Rimbalzo

Il durometro a rimbalzo è uno strumento portatile utilizzato per la misurazione della durezza dei materiali. Dimensioni compatte e molto robusto, misura la durezza dei metalli in scala Leeb, Vickers, Brinell e con calcolo del carico di rottura, con memoria delle misure effettuate. Lo strumento consente il trasferimento dati tramite software dedicato.

Viene fornito con sonda a rimbalzo tipo "D" di serie, e Set di anelli adattatori (opzionale) che permettono di operare su tutte le superfici concave e convesse.

Principio di funzionamento

Il principio di funzionamento dei durometri è pressoché identico per le varie tipologie: una punta di forma varia, viene spinta con una forza nota contro il materiale da testare, a seconda della durezza del materiale e direttamente proporzionale ad essa, questo penetrerà per una certa profondità. Misurando la profondità di penetrazione o la dimensione dell'impronta si ha l'indicazione della durezza del materiale.

Il durometro a rimbalzo, avendo all'interno le curve di correlazione già inserite, restituisce direttamente la durezza del materiale in base alla scala selezionata.

Caratteristiche tecniche

- Vasta gamma di materiali misurabili.
 - Schermo LCD: retroilluminato
 - La dotazione standard include la sonda tipo D
 - Riconoscimento automatico del tipo di sonda
 - Direzione Sonde: 360°
-
- Visualizzazione scale durezza: HRB HRC HV HB HS HLD
 - Memoria: 100 gruppi
 - Informazioni di carica della batteria
 - Funzione di calibratura
 - Software opzionale di connessione con i PC
 - 2 Batterie tipo AA garantiscono un'autonomia di 100 ore
 - Autospegnimento per il risparmio energetico
 - Conforme secondo Standard ASTM A965 e DIN 50156
 - Funzioni sul display: Direzione d'impatto, consumo batteria, scala di durezza, il valore di durezza, valore medio, tipo di materiale, numero misure
 - Durezze misurabili: HRB - HRC - HV - HB - HS - HLD

Informazioni di misura:

- Forza d'impatto: 11Nmm
- Massa penetratore: 5.5g
- Minimo spessore del pezzo: 5mm
- Minimo spessore riporti: 0.8mm
- Rugosità max. superficie Ra: 1.6µm
- Massima durezza pezzo: 950HV

Inoltre la strumentazione in possesso del Laboratorio Edil-Test srl ha a disposizione anelli di supporto che servono per utilizzare il durometro a rimbalzo all' interno o all' esterno di cilindri o parti sferiche.

Nella Tabella successiva si riporta un quadro sinottico degli anelli in dotazione:

Nr	Tipo	Tipi anello	Descrizione
1	OE-15		Per superfici esterne cilindriche R10-R15
2	OE.5-R30		Per superfici esterne cilindriche R14,5-R30
3	OE-50		Per superfici esterne cilindriche R25-R50
4	OI1-R15		Per superfici interne cilindriche R11-R15
5	OI2.5-R17		Per superfici interne cilindriche R12,5-R17
6	OI16.5-30		Per superfici interne cilindriche R16,5-R30
7	EE10-15		Per superfici esterne sferiche SR10-SR15
8	EE14.5-R30		Per superfici esterne sferiche SR14.5-R30
9	CI1-R15		Per superfici interne sferiche SR11-R15
10	CI2.5-R17		Per superfici interne sferiche SR12,5-R17
11	CI16.5-30		Per superfici interne sferiche SR16,5-R30
12	UN		Adattatore universale per superfici esterne, raggio variabile RTU=∞

Risultati delle misurazioni

A seguito della apertura, è stata esaminata la superficie dei tondi per valutare la presenza della nervatura e lo stato di corrosione. Attraverso spazzole lamellari e carte abrasive, si è raggiunta la finitura superficiale richiesta da norma.


Non si è ritenuto opportuno spianare il tondo, ma ci si è limitati a rasare la nervatura, preservando la curvatura della superficie. Tale curvatura, per problemi d'appoggio della sonda, può inficiare la prova; nella prova sono stati comunque utilizzati anelli adattatori, normati e commercialmente disponibili in varie forme, che sono stati applicati alla base della sonda dello strumento, risolvendo il problema dell'appoggio.

Si anticipa che da sperimentazioni si è riscontrato che la media delle prove Leeb è confidente con il limite di snervamento del campione sottoposto a prova di trazione.

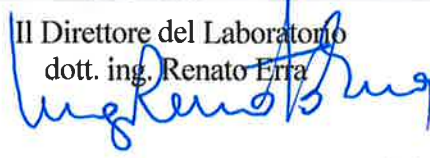
La strumentazione utilizzata è in grado di restituire il valore di resistenza in Mpa.

Identificativo n.	Riferimento	Membratura	Tensione di snervamento
			N/mm ²
1	Dur 01	Pilastro	288
2	Dur 02	Trave	291
3	Dur 03	Pilastro	279
4	Dur 04	Trave	298
5	Dur 05	Trave	284
6	Dur 06	Trave	285
7	Dur 07	Capriata	301
8	Dur 08	Capriata	292
9	Dur 09	Capriata	287
10	Dur 10	Capriata	296

Lo Sperimentatore
p.i. Nicola Criscuolo



Il Direttore del Laboratorio
dott. ing. Renato Erra



Prospetti NTC 14/01/2008

11.3.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

11.3.2.1 Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

$f_{y, nom}$	450 N/mm ²
$f_{t, nom}$	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y, nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y, nom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi < 12$ mm	4 ϕ	
per $12 \leq \phi \leq 16$ mm	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25$ mm	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40$ mm	10 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

11.3.2.2 Acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ic.

Tabella 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y, nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y, nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10$ mm	4 ϕ	

Tabella 11.3.IX - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

**Prospetti Decreto Ministero LL. PP. 14 febbraio 1992***Prospetto 1 – Acciai in barre tonde lisce*

TIPO DI ACCIAIO		Fe B 22 k	Fe B 32 k
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk} N/mm ² [kgf/mm ²]	≥ 215 [≥ 22]	≥ 315 [≥ 32]
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk} N/mm ² [kgf/mm ²]	≥ 335 [≥ 34]	≥ 490 [≥ 50]
Allungamento A_5	%	≥ 24	≥ 23
Piegamento a 180° su mandrino avente diametro	D	2 Ø	3 Ø

Prospetto 2–Acciai in barre ad aderenza migliorata

TIPO DI ACCIAIO		Fe B 38 k	Fe B 44 k
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	N/mm ² [kgf/mm ²]	≥ 375 [≥ 38]	≥ 430 [≥ 44]
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	N/mm ² [kgf/mm ²]	≥ 450 [≥ 46]	≥ 540 [≥ 55]
Allungamento A_5	%	≥ 14	≥ 12
Per barre ad aderenza migliorata aventi Ø (*)	fino a 12 mm	Piegamento a 180° su mandrino avente diametro D	
	oltre 12 mm fino a 18 mm	3 Ø	4 Ø
	oltre 18 mm fino a 25 mm	6 Ø	8 Ø
	oltre 25 mm fino a 30 mm	Piegamento e raddrizzamento su mandrino avente diametro D	
		8 Ø	10 Ø
		10 Ø	12 Ø

(*) Il diametro Ø è quello della barra tonda liscia equipesante

Rilievo geometria Solaio

Il rilievo della geometria del solaio è stata eseguita praticando un foro passante all'interno del solaio.

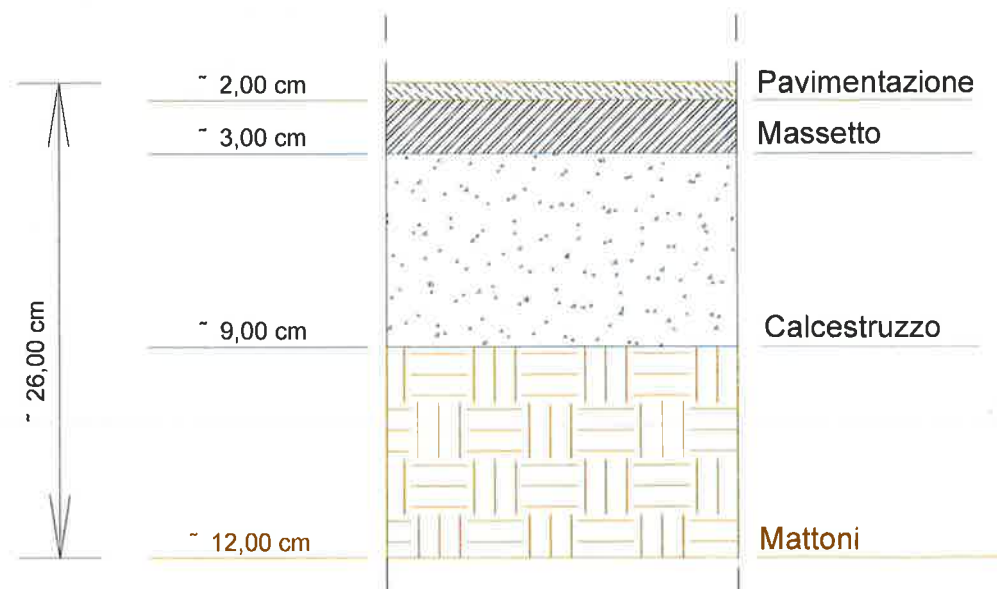
Dopo aver eseguito il foro è stata introdotta all'interno di esso una telecamera in modo da poter ispezionare la stratigrafia di tale elemento strutturale.

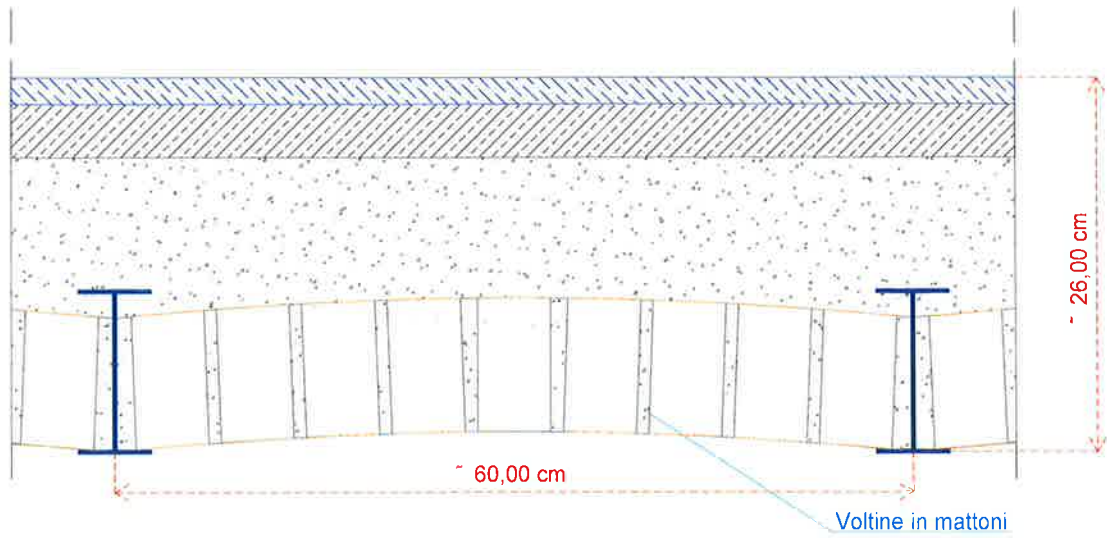
Introducendo contemporaneamente alla camera un'asta graduata è possibile infine ricavare anche le dimensioni geometriche del solaio.

In altri punti sono stati effettuati dei carotaggi con carotatrice diamantata e carotiere del dn. 80/100 mm.

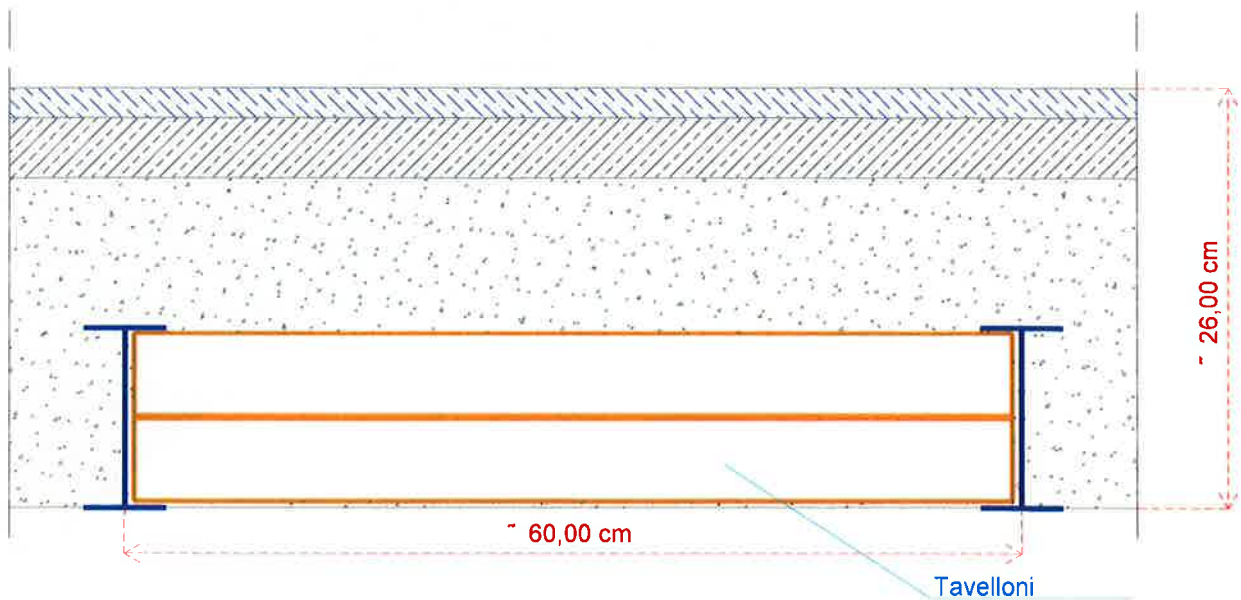
Nel seguito si riporta un schema esemplificativo della geometria del solaio e alcune immagine ricavate durante l'esecuzione delle indagini.

Punto n. 1

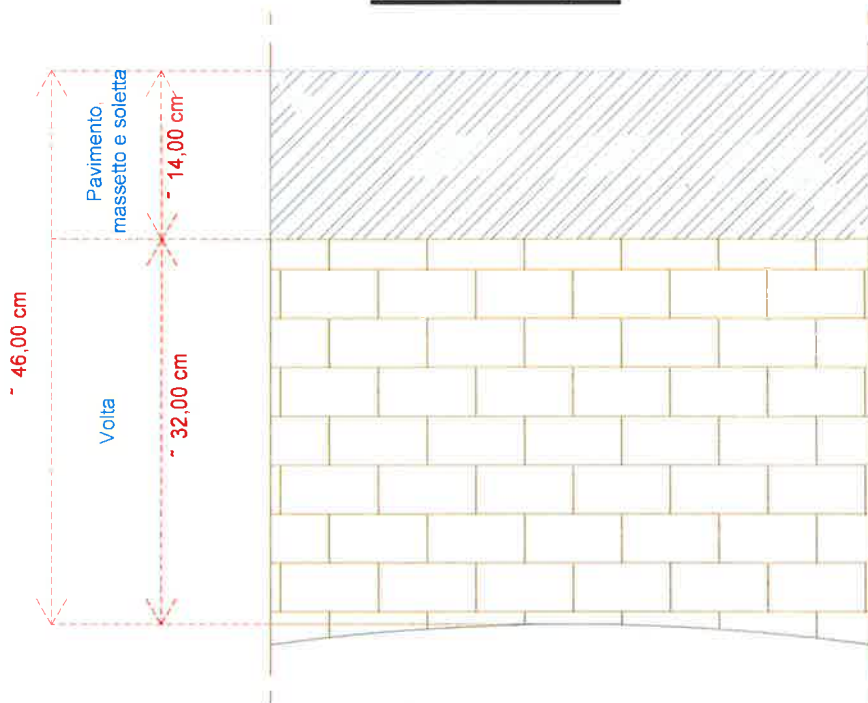




Punto n. 2

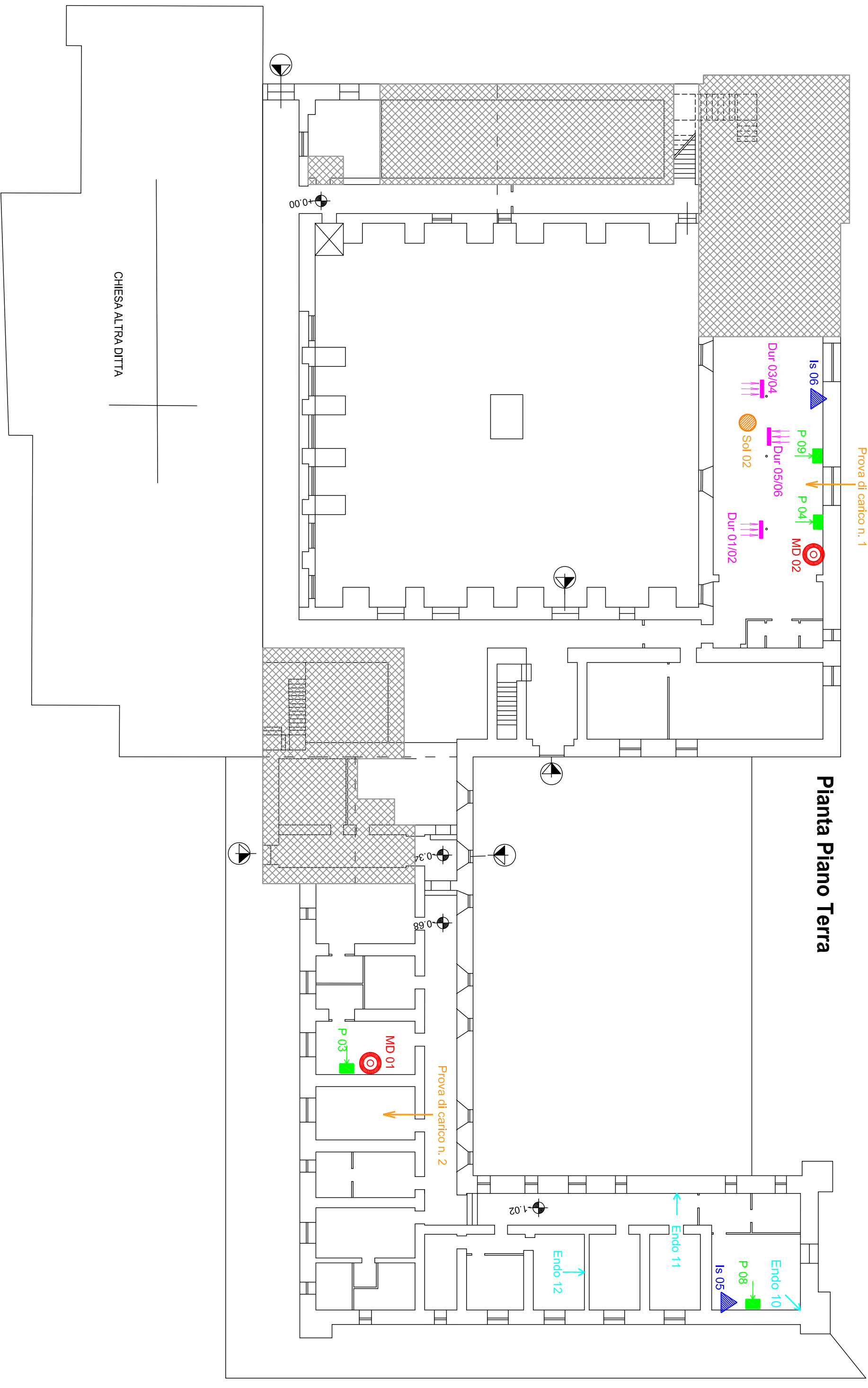


Punto n. 3



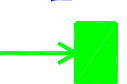
Prova di carico n. 1

Pianta Piano Terra

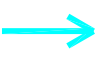


MD nn Prova con martinetti piatti

Is nn Ispezione visiva



Pn nn Prova Penetrometrica



Endo nn Esame endoscopico

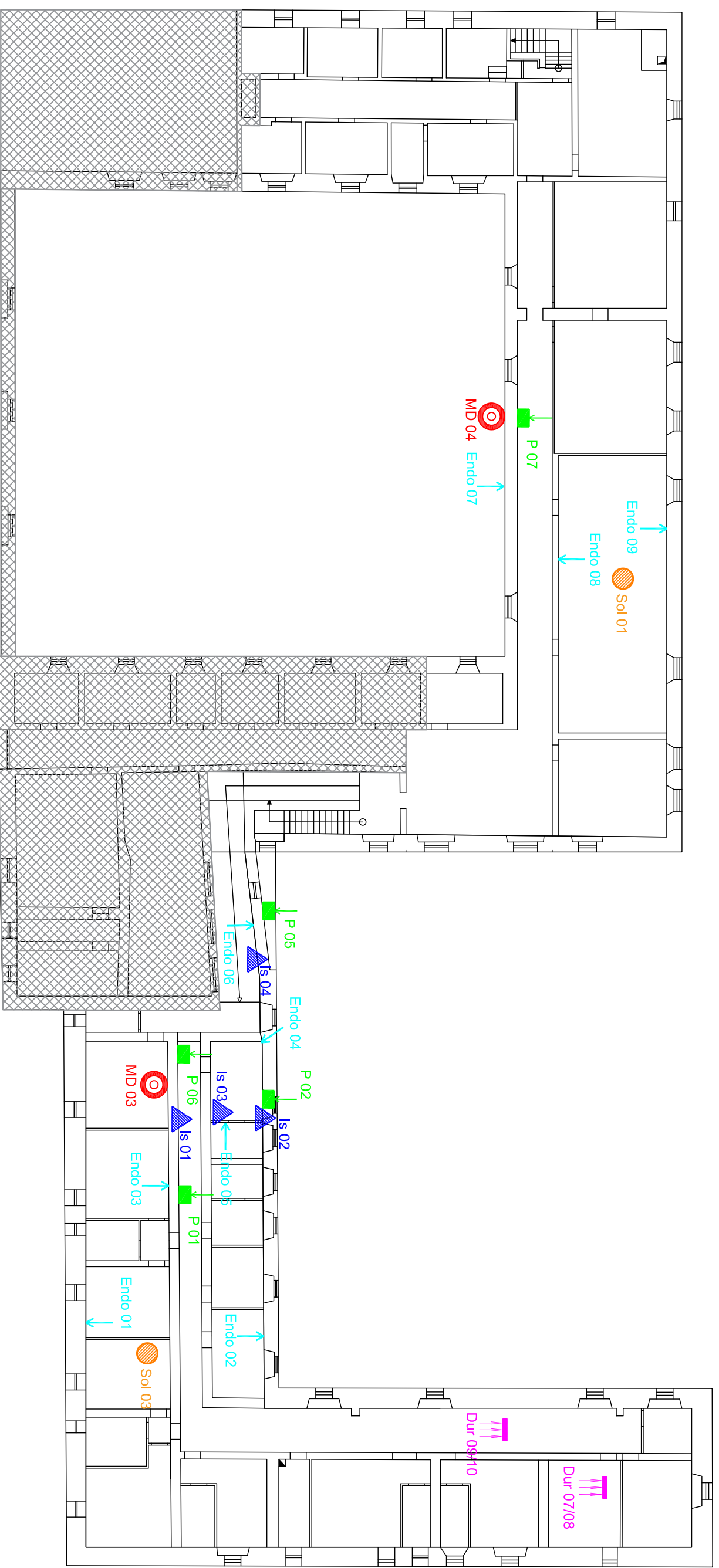


Sol nn Rilievo Solai



Dur nn Prova Durometrica

Pianta Piano Primo



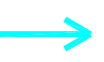
MD nn Prova con martinetti piatti



Is nn Ispezione visiva



Pn nn Prova Penetrometrica



Endo nn Esame endoscopico



Sol nn Rilievo Solai



Dur nn Prova Durometrica