



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
delle Infrastrutture
e dei Trasporti



Italiadomani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA



COMUNE
DI PADOVA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MISSIONE M5C2 - COMPONENTE C2 - AMBITO INTERVENTO INVESTIMENTO 2.3
"PROGRAMMA INNOVATIVO NAZIONALE PER LA QUALITÀ DELL'ABITARE"

**RESTAURO E RIQUALIFICAZIONE DELL'ISTITUTO EX
CONFIGLIACHI IN VIA GUIDO RENI**

CUP: H97H21000330008

PROGETTO ESECUTIVO

<p>CODICE OPERA</p> <p>LLPP EDP 2021/137</p>	<p>DATA</p> <p>GIUGNO 2023</p>
<p>DESCRIZIONE ELABORATO</p> <p>RELAZIONE SULLE STRUTTURE ESISTENTI E SULLE INDAGINI DEI MATERIALI</p>	<p>NUMERO</p> <p>APPR_050</p> <p>CODICE ELABORATO</p> <p>S_RIS</p>
<p>I PROGETTISTI</p> <p><i>coordinamento e progettazione architettonica:</i> STUDIOMAS ARCHITETTI 35125 Padova via Falloppio 39 - +39 049 8764030 - www.studiomas.com - info@studiomas.com</p> <p><i>progetto strutturale e sicurezza:</i> VENICE PLAN INGEGNERIA srl 30172 Venezia Rampa Cavalcavia 26/A - +390415314590 - www.ingegneriavenezia.it - info@veniceplan.com</p> <p><i>progetto impiantistico:</i> STUDIO CASSUTTI sas 35133 Padova via Cortivo 2 - +39 049 8936020 - www.studiocassutti.com - tecnico@studiocassutti.com</p> <p><i>modellazione BIM:</i> BIM DESIGN GROUP srl 30135 Venezia Santa Croce 466/G - +39 3472585835 - info@bdgroup.it</p> <p><i>BIM manager:</i> arch. Matteo Nativo 800118 Mugnano di Napoli via Meucci 17 - +39 3386311076 - arch.matteonativo@gmail.com</p> <p><i>esperto energetico:</i> arch. Massimo Righetto 35030 Rubano Piazza Aldo Moro 18 - +39 3484717069 - massimo@architetturarighetto.com</p> <p><i>progettista architettonico:</i> arch. Riccardo Bettin 35100 Padova via Fornasari 6ter - +39 3462438440 - bettinriccardo@gmail.com</p> <p><i>progetto acustico:</i> ing. Robis Camata 30016 Jesolo via Pazienti 2c - +39 3489029223 - www.protecno.com - camata@protecno.info</p>	<p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Arch. Domenico Lo Bosco</p> <p>IL CAPO SETTORE</p> <p>Ing. Matteo Banfi</p>



4 EMME Service S.p.A.

Prove in Sito - Laboratorio Prove Materiali

Sede legale: Via L. Zuegg, 20 - 39100 Bolzano - ITALY

Tel. 0471/543111 - Fax 543110 4emme@legalmail.it www.4emme.it

Sistema Qualità ISO 9001:2015 certificato RINA nr. 6441/01/S

INDAGINI DIAGNOSTICHE
EX ISTITUTO CONFIGLIACHI
PADOVA

PROVA n. 5297/PD

6, 7 e 9 dicembre 2022

Committente: **Comune di Padova**

Progetto Strutture: **VENICE PLAN INGEGNERIA S.r.l.**

Relatore: **geom. Fulvio De Francisci**



Prospetto est dell'edificio – Via Guido Reni – PADOVA

Rif.: PD-160-22

Padova, 12 gennaio 2023

C.F./P.I. IT 01288130212	Cap. Soc. 500.000,00 Euro	R.E.A. - BZ 111601	CASSA CENTRALE RAIFFEISEN BZ IT49 B 03493 11600 000300027138	
Bolzano 0471-543111	Firenze 055-461000	Modena 059-395414	Roma 06-71546992	Laboratori Autorizzati
Bologna 051-6346808	Genova 010-586195	Padova 049-8020707	Torino 011-7706023	Bolzano 0471-543111
Cagliari 070-490732	Marche 0734-903279	Palermo 091-6703629	Treviso 0438-990200	Milano 02-40092545
Como 031-305253	Milano 02-40092545	Piacenza 0523-755849	Verona 045-8004278	

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Individuazione della struttura	3
2. INDIVIDUAZIONE INDAGINI	4
3. INDAGINI SU MURATURA	5
3.1. RILIEVO TESSITURA MURARIA E INDAGINI SCLEROMETRICHE SU MALTA....	6
3.1.1. Descrizione della strumentazione e modalità di esecuzione dell'indagine	6
3.1.2. Rapporto dei risultati - Rilievi murature e indagini sclerometriche su malta.....	7
3.2. PENETROMETRO DA MALTA.....	19
3.2.1. Descrizione della strumentazione.....	19
3.2.2. Rapporto dei risultati – Prove penetrometriche su malta.....	20
3.2.1. Documentazione fotografica – Prove penetrometriche su malta	20
3.3. MARTINETTI PIATTI	21
3.3.1. Descrizione della strumentazione.....	21
3.3.2. Modalità di esecuzione dell'indagine	23
3.3.3. Rapporto dei risultati - Martinetti piatti	26
3.4. RIEPILOGO DEI RISULTATI - INDAGINI SU MURATURA	46
4. SCAVI IN FONDAZIONE	50
4.1. Rapporto dei risultati - Scavi in fondazione	51

1. PREMESSA

La 4 EMME Service S.p.A., specializzata nell'esecuzione di prove e indagini sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dal **Comune di Padova** di eseguire delle indagini diagnostiche mirate alla caratterizzazione di alcuni elementi strutturali relativi al fabbricato sede dell'ex Istituto Configliachi, sito in Via Guido Reni nel Comune di Padova.

La scelta delle tipologie d'indagine e degli elementi strutturali da sottoporre a verifica sono stati preventivamente concordati con lo studio di progettazione strutturale VENICE PLAN INGEGNERIA S.r.l.

Le indagini sono state eseguite i giorni 6, 7 e 9 dicembre 2022.

All'esecuzione delle indagini hanno assistito:

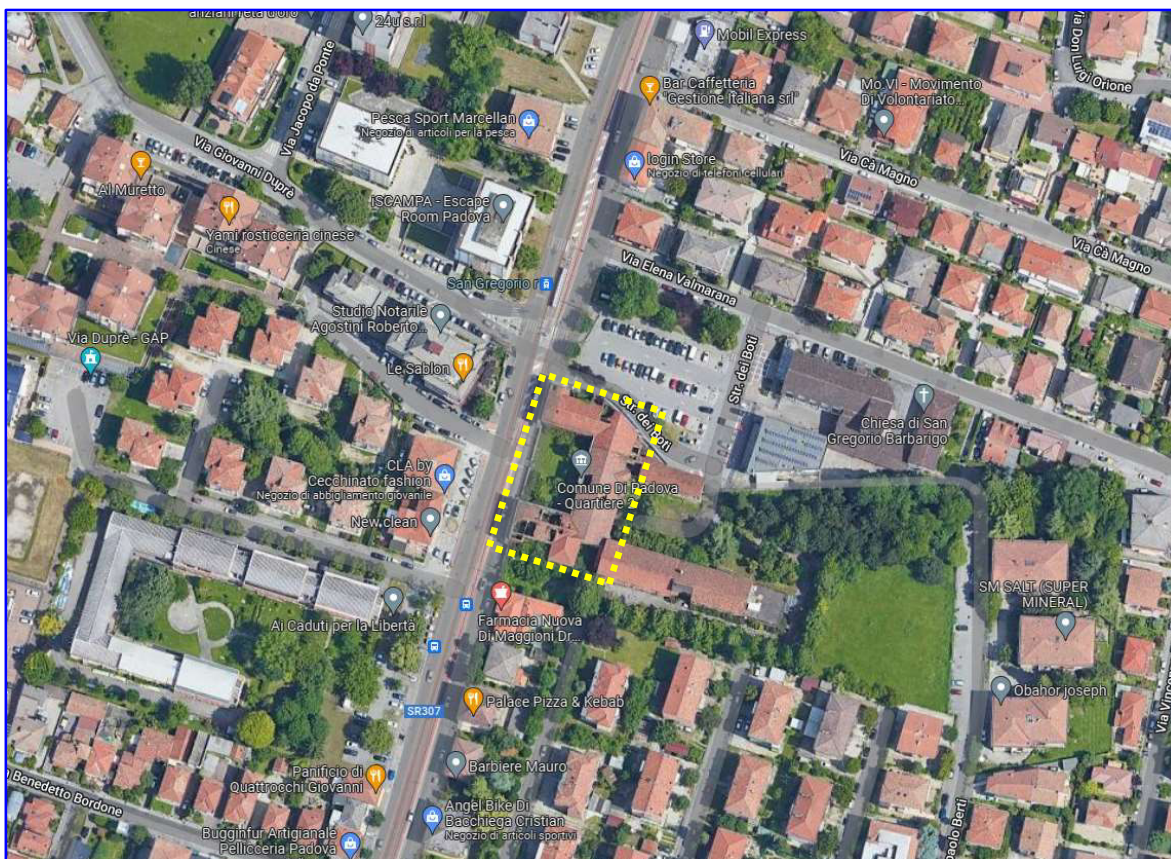
ing. Gabriele Tosi	VENICE PLAN INGEGNERIA S.r.l.
arch. Fabio Fiocco	Comune di Padova

e per la 4 EMME Service S.p.A.:

arch. Giuseppe Caramel
geom. Davide Morello
geom. Fulvio De Francisci
geom. Domenico Pigozzo

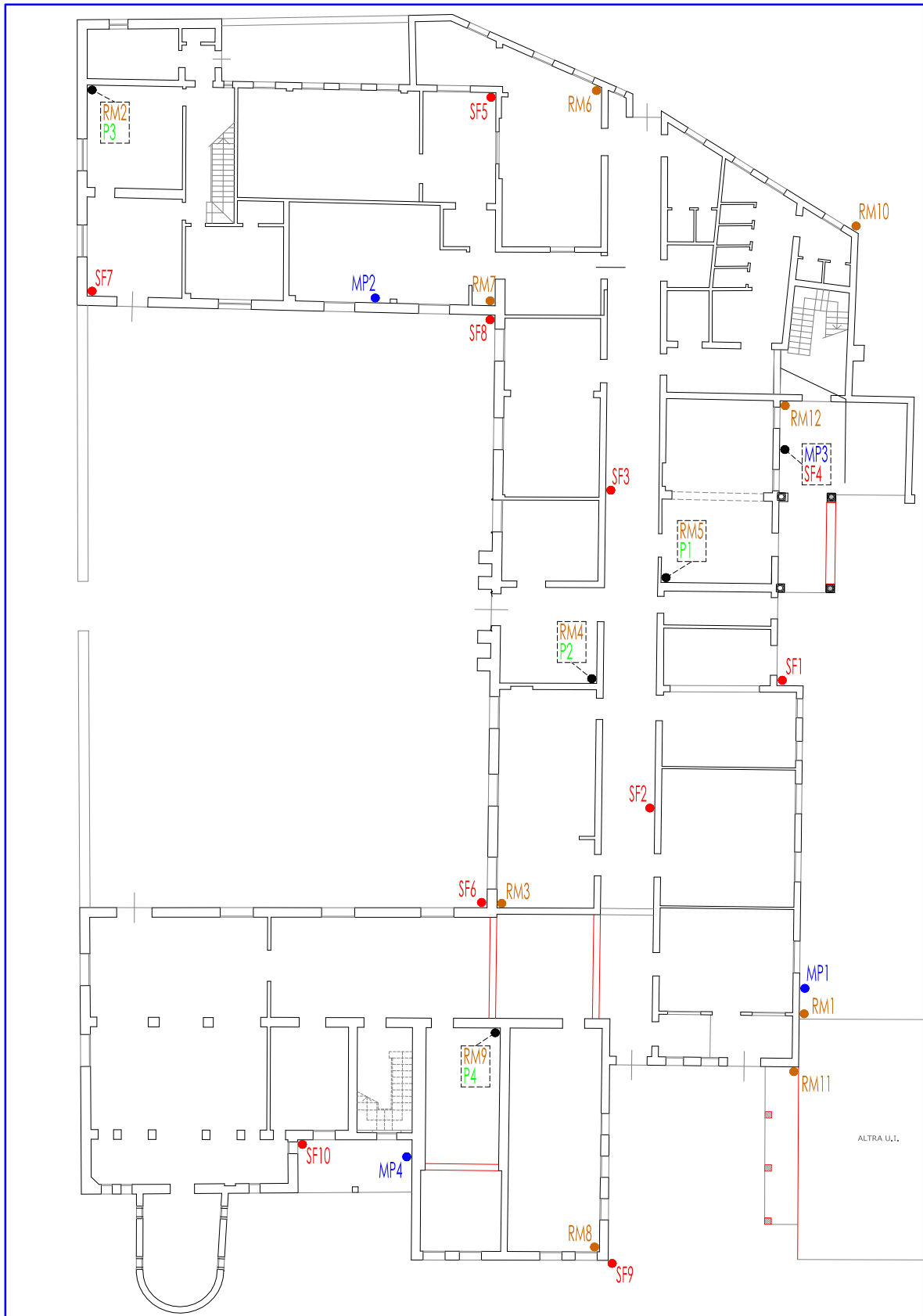
1.1. Individuazione della struttura

Si riporta una ripresa dal satellite con l'individuazione dell'istituto.



Vista dal satellite con l'individuazione dell'istituto (fonte Google Maps)

2. INDIVIDUAZIONE INDAGINI



Individuazione indagini - Piano terra

3. INDAGINI SU MURATURA

Le indagini sono state condotte per verificare la tessitura muraria e le caratteristiche meccaniche della muratura e della malta di allettamento.

Sono state eseguite:

- n. 11 rilievi tessitura muraria e ammorsamento
- n. 1 rilievo tessitura muraria
- n. 12 indagini sclerometriche su malta di allettamento
- n. 8 indagini penetrometriche su malta di allettamento
- n. 4 prove con martinetto piatto singolo
- n. 4 prove con martinetto piatto doppio
- n. 4 indagini sclerometriche su malta di allettamento zona martinetti

3.1. RILIEVO TESSITURA MURARIA E INDAGINI SCLEROMETRICHE SU MALTA

Lo scopo delle indagini è la verifica delle tipologie murarie, l'ammorsamento di muri e le caratteristiche meccaniche della malta di allettamento.

Nota: in tutte le zone d'indagine, siglate RMx (Rilievo Muratura), PMx (Martinetti Piatti), sono state eseguite le battute sclerometriche SM (Sclerometro Malta) sulla malta di allettamento, inserite nelle singole schede di rilievo e non riportate in pianta.

3.1.1. Descrizione della strumentazione e modalità di esecuzione dell'indagine Sclerometro da malta

L'indagine è stata eseguita utilizzando uno sclerometro per malta tipo *SCHMIDT-HAMMER* modello *PM*, costituito da un pendolo che è incernierato al centro di un semicerchio graduato che ne costituisce il misuratore.

La prova va compiuta più volte, divise sull'area indagata, come da indicazioni della *RILEM 127 M.S. D.7* per una valutazione dei risultati sperimentali.

Lo sclerometro viene posizionato verticalmente, con mano ferma, centrando l'apertura circolare con l'asse del giunto. La prova consiste nel far cadere il pendolo contro la malta, che rimbalzando si ferma in un punto del semicerchio.







Classe	Durezza	Indicazione di qualità
0	< 15	Very soft
A	15 ÷ 25	Soft
B	25 ÷ 35	Moderate
C	35 ÷ 45	Normal
D	45 ÷ 55	Hard
E	> 55	Very hard

Tabella RILEM 127 M.S. D.7



3.1.2. Rapporto dei risultati - Rilievi murature e indagini sclerometriche su malta
 Nelle tabelle identificative di ogni zona indagata sono riportati i rilievi effettuati.



FABBRICATO INDAGATO/ALTRA PROPRIETA'						RM1
Muratura Nord			Muratura Est			
Tipologia			Tipologia			
Muratura perimetrale altro fabbricato			Muratura perimetrale			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
30 cm			28 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
I = 250	p = /	h = 45÷55	I = 260÷265	p = 125÷130	h = 60	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
10 ÷ 30 mm			10 ÷ 17 mm			
Ammorsamento						
Regolare a corsi alterni fino a 1,60 metri d'altezza da terra.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM1	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
13	0	Very Soft	20	A	Soft	



STANZA L2 – PIANO TERRA					RM2
					
Muratura Est			Muratura Sud		
Tipologia			Tipologia		
Muratura perimetrale			Muratura di spina		
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio		
Mattoni pieni			Mattoni pieni		
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)		
40 cm			32 cm		
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)		
l = 260÷265	p = 125÷130	h = 50÷60	l = 230	p = 120	h = 55÷60
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta		
5 ÷ 25 mm			10 ÷ 21 mm		
Ammorsamento					
Due mattoni a quota 80 centimetri. La muratura sud va in accosto alla muratura est.					
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM2
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità
23	A	Soft	13	0	Very Soft



STANZA L34 – PIANO TERRA					RM3	
						
Muratura Nord			Muratura Est			
Tipologia			Tipologia			
Muratura di spina			Muratura perimetrale			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
38 cm			29 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 260	p = 125	h = 55 ÷ 60	l = 255÷260	p = 125	h = 55 ÷ 60	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
11 ÷ 20 mm			11 ÷ 18 mm			
Ammorsamento						
Due singoli mattoni alle quote di 95 145 centimetri. La muratura nord va in accosto alla muratura est.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM3	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
19	A	Soft	19	A	Soft	



STANZA L31 – PIANO TERRA					RM4	
Muratura Ovest			Muratura Nord			
Tipologia			Tipologia			
Muratura di spina			Muratura di spina			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
30 cm			27 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 240	p = 120	h = 50 ÷ 55	l = 240	p = 120	h = 50 ÷ 55	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
10 ÷ 17 mm			10 ÷ 18 mm			
Ammorsamento						
Regolare a corsi alterni.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM4	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
19	A	Soft	18	A	Soft	

STANZA L26 – PIANO TERRA					RM5	
						
Muratura Nord			Muratura Est			
Tipologia			Tipologia			
Muratura di spina			Muratura di spina			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
27 cm			17 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 250 ÷ 260	p = 125 ÷ 130	h = 55	l = 250 ÷ 260	p = 125 ÷ 130	h = 55	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
12 ÷ 20 mm			15 ÷ 20 mm			
Ammorsamento						
Non regolare.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM5	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
18	A	Soft	23	A	Soft	

STANZA L14 – PIANO TERRA					RM6	
						
Muratura Sud			Muratura Ovest			
Tipologia			Tipologia			
Muratura perimetrale			Muratura di spina			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
44 cm			28 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 240	p = 120	h = 50÷55	l = 240	p = 120	h = 45 ÷ 55	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
11 ÷ 20 mm			12 ÷ 25 mm			
Ammorsamento						
Regolare a corsi alterni.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM6	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
18	A	Soft	18	A	Soft	

STANZA L13 – PIANO TERRA					RM7	
						
Muratura Ovest			Muratura Nord			
Tipologia			Tipologia			
Muratura di spina			Muratura perimetrale			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
42 cm			30 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 260÷265		p = 130	h = 60		l = 260 ÷ 265	
					p = 130	
					h = 60	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
11 ÷ 18 mm			11÷ 18 mm			
Ammorsamento						
Un unico mattone che fa morsa della muratura ovest (spina) rispetto alla muratura nord (perimetrale)						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM7	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
17	A	Soft	17	A	Soft	

STANZA L41 – PIANO TERRA					RM8
					
Muratura Ovest		Muratura Nord			
Tipologia		Tipologia			
Muratura perimetrale		Muratura perimetrale			
Tipologia laterizio		Tipologia laterizio			
Mattoni pieni		Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)		Spessore muratura (compreso intonaco)			
26 cm		26 cm			
Dimensione laterizio (mm)		Dimensione laterizio (mm)			
l = 255÷260	p = 125÷130	h = 60	l = 255 ÷ 260	p = 125÷130	h = 60
Spessore corsi di malta		Spessore corsi di malta			
8 ÷ 22 mm		10÷ 19 mm			
Ammorsamento					
Regolare a corsi alterni.					
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM8
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità
14	0	Very Soft	14	0	Very Soft

STANZA L43 – PIANO TERRA					RM9	
						
Muratura Sud			Muratura Ovest			
Tipologia			Tipologia			
Muratura di spina			Muratura di spina			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
42 cm			42 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 240÷245	p = 125	h = 50	l = 260	p = 130	h = 60	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
5 ÷ 15 mm			10 ÷ 20 mm			
Ammorsamento						
Muratura ovest in accosto alla muratura sud.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM9	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
17	A	Soft	17	A	Soft	

MURATURA PERIMETRALE ESTERNA		RM10
Muratura Nord		
	Tipologia	
	Muratura perimetrale	
	Tipologia laterizio	
	Mattoni pieni	
	Spessore muratura (compreso intonaco)	
	38 cm	
	Dimensione laterizio (mm)	
	l = 240÷270	p = 130
Spessore corsi di malta		
12 ÷ 19 mm		
Indagine sclerometrica su malta		SM10
Ir medio	Classe	Qualità
12	0	Very Soft

FABBRICATO INDAGATO/ALTRA PROPRIETA'
RM11

Muratura Sud
Muratura Ovest

Tipologia			Tipologia		
Muratura perimetrale			Muratura perimetrale altra proprietà		
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio		
Mattoni pieni			Mattoni pieni		
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)		
28 cm			14 cm		
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)		
l = 250	p = 125	h = 60	l = 250	p = 130	h = 55 ÷ 60
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta		
6 ÷ 19 mm			9 ÷ 31 mm		
Ammorsamento					
Regolare a corsi alterni fino a 1,00 metro d'altezza da terra.					

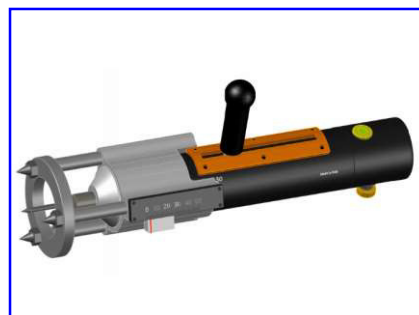
Indagine sclerometrica su malta di allettamento
SM11

Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità
20	A	Soft	16	A	Soft

STANZA L27 – PIANO TERRA					RM12	
Muratura Est			Muratura Sud			
Tipologia			Tipologia			
Muratura perimetrale			Muratura perimetrale			
Tipologia laterizio			Tipologia laterizio			
Mattoni pieni			Mattoni pieni			
Spessore muratura (compreso intonaco)			Spessore muratura (compreso intonaco)			
29 cm			28 cm			
Dimensione laterizio (mm)			Dimensione laterizio (mm)			
l = 250	p = 120	h = 50÷60	l = 250	p = 120	h = 50 ÷ 60	
Spessore corsi di malta			Spessore corsi di malta			
6 ÷ 12 mm			7÷ 14 mm			
Ammorsamento						
Regolare a corsi alterni.						
Indagine sclerometrica su malta di allettamento					SM12	
Ir medio	Classe	Qualità	Ir medio	Classe	Qualità	
18	A	Soft	18	A	Soft	

3.2. PENETROMETRO DA MALTA

La prova non distruttiva eseguita attraverso l'utilizzo del penetrometro ha lo scopo di fornire informazioni sulla resistenza che il giunto di malta offre alla penetrazione di un ago di acciaio, infisso mediante colpi generati da una massa in movimento con energia costante. Il risultato che il penetrometro fornisce è quindi la profondità di penetrazione, espressa in mm, su un numero di colpi definiti. Il penetrometro per malta serie RSM fornisce indicazioni sulla qualità e omogeneità della malta sia lungo il proprio spessore sia rapportata a differenti punti della struttura sottoposta a indagine.



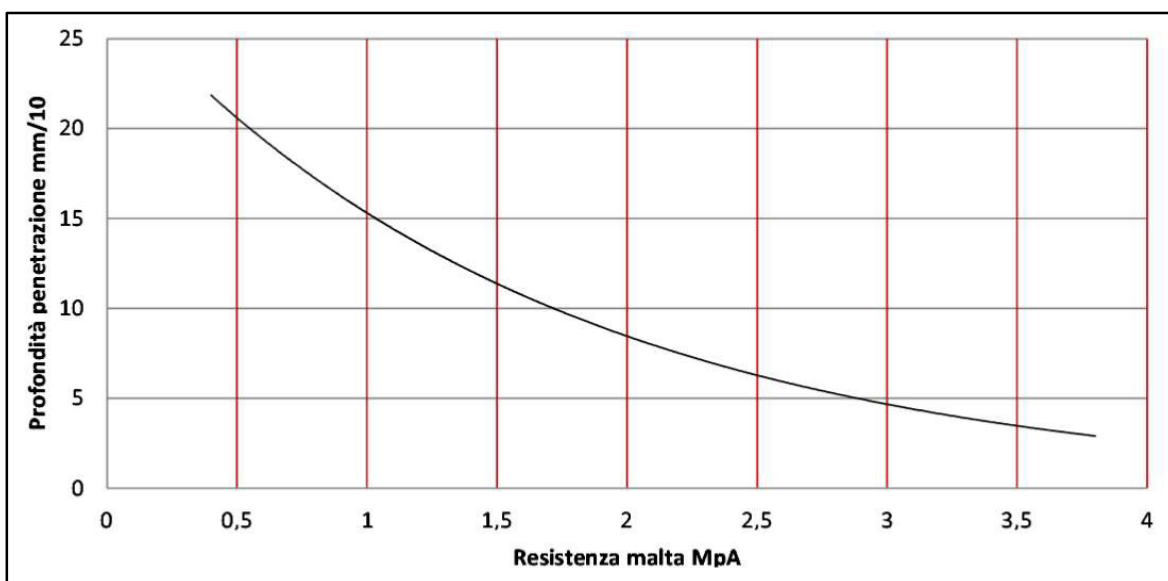
3.2.1. Descrizione della strumentazione

Il penetrometro è composto dai seguenti accessori:

- Penetrometro percussore RSM
- Corpo esterno di lettura
- Misuratore manuale di profondità
- Ago di misura e prolunga
- Accessori di riferimento per misura



La curva di correlazione di seguito indicata rappresenta un'indicazione del rapporto tra valore di penetrazione e resistenza meccanica della malta. Tale curva non deve essere considerata come riferimento assoluto.



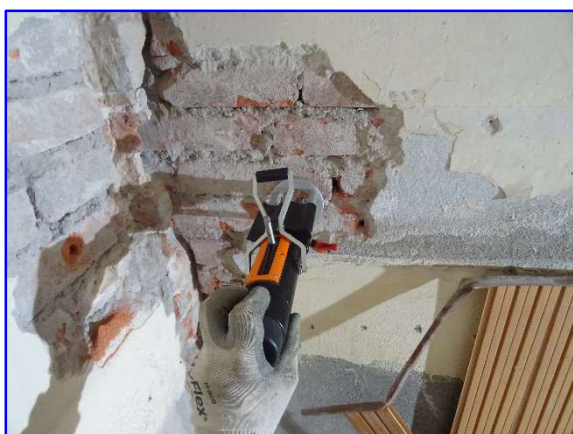
Curva di correlazione fornita dal costruttore - penetrometro da malta

3.2.2. Rapporto dei risultati – Prove penetrometriche su malta

Nella tabella a seguire sono riportati i risultati delle indagini.

Indagini penetrometriche su malta					
Indagine rif.	Profondità di penetrazione			Profondità media mm	Resistenza MPa
	mm				
P1-(RM5 dx)	8	9	8	8,3	2,00
P1-(RM5 sx)	13	14	14	13,7	1,25
P2-(RM4 dx)	14	15	15	14,7	1,15
P2-(RM4 sx)	14	14	15	14,3	1,20
P3-(RM2 dx)	20	21	20	20,3	0,55
P3-(RM2 sx)	8	9	9	8,7	1,95
P4-(RM9 dx)	16	15	16	15,7	1,00
P4-(RM9 sx)	15	15	15	15	1,05

3.2.1. Documentazione fotografica – Prove penetrometriche su malta



Indagine penetrometrica P1



Particolare indagine P1



Indagine penetrometrica P4



Particolare indagine P4

3.3. MARTINETTI PIATTI

L'indagine con martinetto piatto singolo ha lo scopo di determinare il valore della tensione esistente sulla muratura.

L'indagine con martinetto piatto doppio, eseguita successivamente alla normale prova su martinetto piatto, permette di ricavare la resistenza a rottura e il modulo elastico di una porzione di muratura compresa tra due martinetti di forma semicircolare, in modo da associare la sollecitazione gravante sulla porzione di muratura con quella massima a rottura.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Norma ASTM C1196 "In situ compressive strength within solid unit masonry estimated during flat-jack measurements"

Norma ASTM C1197 "In situ measurements of masonry deformability properties using the flat-jack measurements"

3.3.1. Descrizione della strumentazione

Martinetto piatto

Il martinetto piatto utilizzato è una cella di carico in acciaio ad alta resistenza e di forma semicircolare allungata, azionata idraulicamente.

Caratteristiche tecniche:	Grande	/	Piccolo
• Superficie:	761,5 cm ²	/	308,2 cm ²
• Spessore:	3,5 mm		
• Diametro:	34,7 cm	/	33,0 cm
• Profondità d'installazione:	25,7 cm	/	12,5 cm
• K _m :	0,85	/	0,50



Ogni martinetto è caratterizzato da un coefficiente di taratura (k_m) che ne definisce l'efficacia, ossia la riduzione della spinta rispetto alla massima teoricamente raggiungibile, tenuto conto di due fattori: la rigidità dei bordi e le eventuali deformazioni irreversibili indotte dalle prove precedenti.

Troncatrice idraulica

L'attrezzatura di taglio consiste in una troncatrice idraulica a utensile diamantato che produce un'incisione netta, di minimo disturbo per la struttura. L'incisione prodotta (di spessore 4 mm) ha una forma praticamente uguale a quella del martinetto. Si assume come area di taglio media A_t = 865 cm² per il grande e 371 cm² il piccolo.



Pompa oleodinamica manuale

L'erogazione della pressione ai martinetti piatti è effettuata tramite una pompa manuale munita di regolazione fine.



Sistema di misurazione del carico

L'applicazione della forza è gestita tramite un manometro di precisione digitale, collegato alla pompa oleodinamica.

Caratteristiche manometro digitale di precisione:

- Costruttore: AEP transducers
- Modello: DFP n. 922222
- Campo di misura: 0 ÷ 700 bar
- Risoluzione: ± 0,1 bar



Sistema di misurazione e acquisizione

La rilevazione delle deformazioni è eseguita con l'attrezzatura costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni MAE mod. A5000M 16 Canali
- trasduttori di spostamento potenziometri da 5 kΩ
- software di elaborazione 4 EMME Service S.p.A.



Trasduttori di spostamento potenziometrici

I trasduttori di spostamento potenziometri hanno le seguenti caratteristiche:

- Escursione: 0 ÷ 50 mm – 0 ÷ 100 mm
- Sensibilità: 0,01 %
- Linearità: ± 0,03 %

La catena di misura, sensore – cavo – unità, comporta un errore massimo pari a: ± 1 %.

La calibrazione è documentata con il Rapporto di Taratura n. 1992/22 datato 12 aprile 2022.



Il sistema di acquisizione dati consente di diagrammare in tempo reale l'andamento delle deformazioni nelle diverse fasi di carico/scarico. Questo è importante per evitare di scambiare per deformazioni da rilascio tensionale, episodi che invece sono originati da locali distacchi e/o disarticolazione degli elementi murari.

3.3.2. Modalità di esecuzione dell'indagine

Rilievo in sito della tensione di esercizio

Il metodo per determinare la misura dello stato tensionale in una determinata zona di una parete muraria è la prova con martinetto piatto singolo. Tale conoscenza costituisce un'importante informazione per la verifica delle condizioni attuali, e quindi della sicurezza di un edificio.

La prova è eseguita con le seguenti modalità:

- Predisposizione dei sensori di spostamento nella zona sovrastante e/o sottostante al taglio
- Alterazione dello stato tensionale della muratura mediante l'esecuzione di un taglio sul piano normale alla superficie della parete muraria e alla direzione della tensione da misurare con rilievo delle deformazioni indotte
- Inserimento nel taglio del martinetto piatto
- Ripristino dello stato tensionale iniziale mediante la pompa idraulica collegata al martinetto. Tale operazione è eseguita in uno o più cicli con incremento progressivo del carico

Il taglio eseguito comporta il rilascio delle tensioni che si manifestano con la tendenza a richiuderne i lembi.

Introducendo nella fessura un martinetto piatto, la pressione (P) applicata che riporta la muratura circostante alle condizioni antecedenti il taglio, viene assunta come prossima alla tensione di esercizio.

La pressione di ripristino delle condizioni iniziali è determinata mediante l'attenta analisi dei movimenti dei sensori di spostamento applicati nella zona soprastante il taglio.

È fondamentale la distinzione tra movimenti indotti dal rilascio elastico dovuto al taglio e movimenti legati a rotture localizzate, cricche, ecc., non originati quindi dal rilascio elastico e pertanto da non tenere in considerazione.

La tensione di esercizio in sito si ricava dalla seguente formula:

$$\sigma_v = P \times \frac{A_m}{A_t} \times K_m$$

dove:

σ_v = tensione verticale di esercizio in sito [daN/cm²]

P = pressione di ripristino delle condizioni antecedenti il taglio [daN/cm²]

A_m = area del martinetto [cm²]

A_t = area del taglio [cm²]

K_m = coefficiente di bordo del martinetto [adimensionale]

Misura della resistenza a compressione

La prova è eseguita con le seguenti modalità:

- Installazione di un secondo martinetto parallelo al primo a una distanza pari a circa due volte la larghezza del martinetto
- Esecuzione, se possibile, di altri due tagli paralleli tra loro e perpendicolari ai martinetti, disposti a delimitare lateralmente un parallelepipedo murario con una sola faccia (quella posteriore) collaborante con la struttura muraria adiacente
- Installazione dei sensori di spostamento nella zona compresa tra i due martinetti
- Esecuzione della prova a compressione aumentando la pressione nei martinetti mediante pompa idraulica. Tale operazione è eseguita in più cicli con incremento progressivo del carico massimo

La pressione di rottura è individuata mediante l'analisi dei grafici dei sensori di spostamento posti tra i due martinetti e mediante analisi visiva della muratura stessa.

La resistenza in sito si ricava dalla seguente formula:

$$\sigma_v = P \times \frac{A_m}{A_t} \times \overline{K_m}$$

dove:

σ_v = tensione di rottura [daN/cm²]

P = pressione di rottura [daN/cm²]

A_m = area del martinetto [cm²]

A_t = valore medio delle due aree di taglio [cm²]

K_m = valore medio dei due coefficienti di bordo dei martinetti [adimensionale]

La metodologia di prova con i martinetti piatti prevede che le deformazioni si stabilizzino prima di applicare il successivo incremento di carico, evidenziando così eventuali fenomeni di tipo non lineare o viscoso.

Si sottolinea che i risultati che si possono ottenere sono fortemente influenzati dall'eterogeneità della muratura indagata e che pertanto devono essere sempre interpretati alla luce delle particolari condizioni del sito.

Modulo elastico

I dati dei cicli di carico eseguiti durante la verifica della tensione di rottura sono inoltre utilizzati per determinare i valori del modulo di deformabilità ai vari livelli di carico.

Il valore del modulo elastico viene determinato utilizzando i valori acquisiti durante l'ultimo ciclo di carico, con due metodologie di calcolo:

- a circa il 70% della tensione di rottura della muratura
- nell'intervallo tra il 10% e il 40% della tensione di rottura della muratura

70% della tensione di rottura

Il valore del modulo elastico è il risultato della media aritmetica dei moduli elastici relativi ai singoli trasduttori di spostamento, attraverso la relazione:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

dove:

E = modulo elastico [MPa]

$\Delta\sigma$ = intervallo di carico considerato [MPa]

$\Delta\varepsilon$ = deformazione assiale relativa corrispondente [adimensionale]

Le deformazioni considerate sono riferite alla distanza tra i capisaldi dei trasduttori di spostamento.

Intervallo 10% e 40% della tensione di rottura

Secondo il D.M. LL.PP. del 20/11/1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento", si assume come valore del modulo di elasticità quello calcolato nell'intervallo tra il 10% e il 40% della tensione di rottura della muratura.

Per il calcolo viene presa in considerazione la deformazione media dei tre trasduttori di spostamento relativa all'intervallo sopra citato, calcolata utilizzando l'equazione della linea di tendenza lineare relativa a una porzione del grafico carico-deformazioni dell'ultimo ciclo di carico.

La formula per il calcolo del modulo di elasticità è la seguente:

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\frac{L_2}{L} - \frac{L_1}{L}}$$

dove:

σ_1 = 10% del carico di rottura della muratura [N/mm²]

σ_2 = 40% del carico di rottura della muratura [N/mm²]

L_1 = deformazione media calcolata al 10% del carico di rottura della muratura [mm]

L_2 = deformazione media calcolata al 40% del carico di rottura della muratura [mm]

L = media delle basi di misura dei trasduttori di spostamento [mm]

3.3.3. Rapporto dei risultati - Martinetti piatti

Nota: per una migliore lettura visiva dei grafici riguardanti i cicli a rottura, i dati negativi registrati dal trasduttore orizzontale Se.4 (in apertura), vengono sempre invertiti di segno, seguendo così lo stesso andamento di quelli verticali (in chiusura).

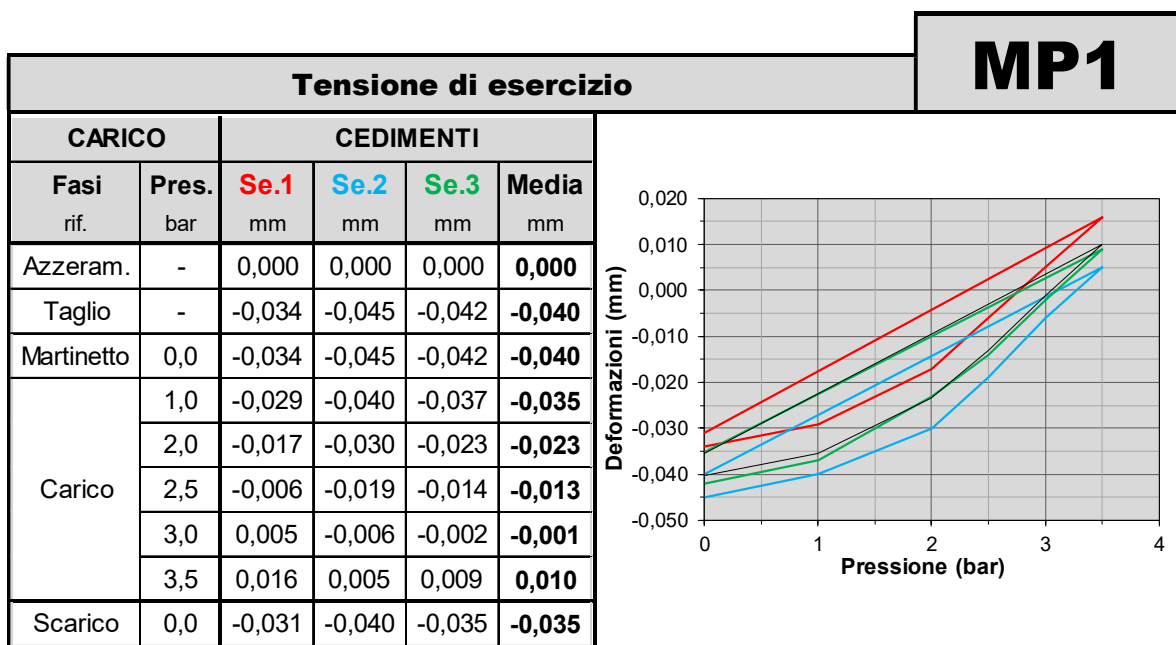
Martinetto piatto n. MP1

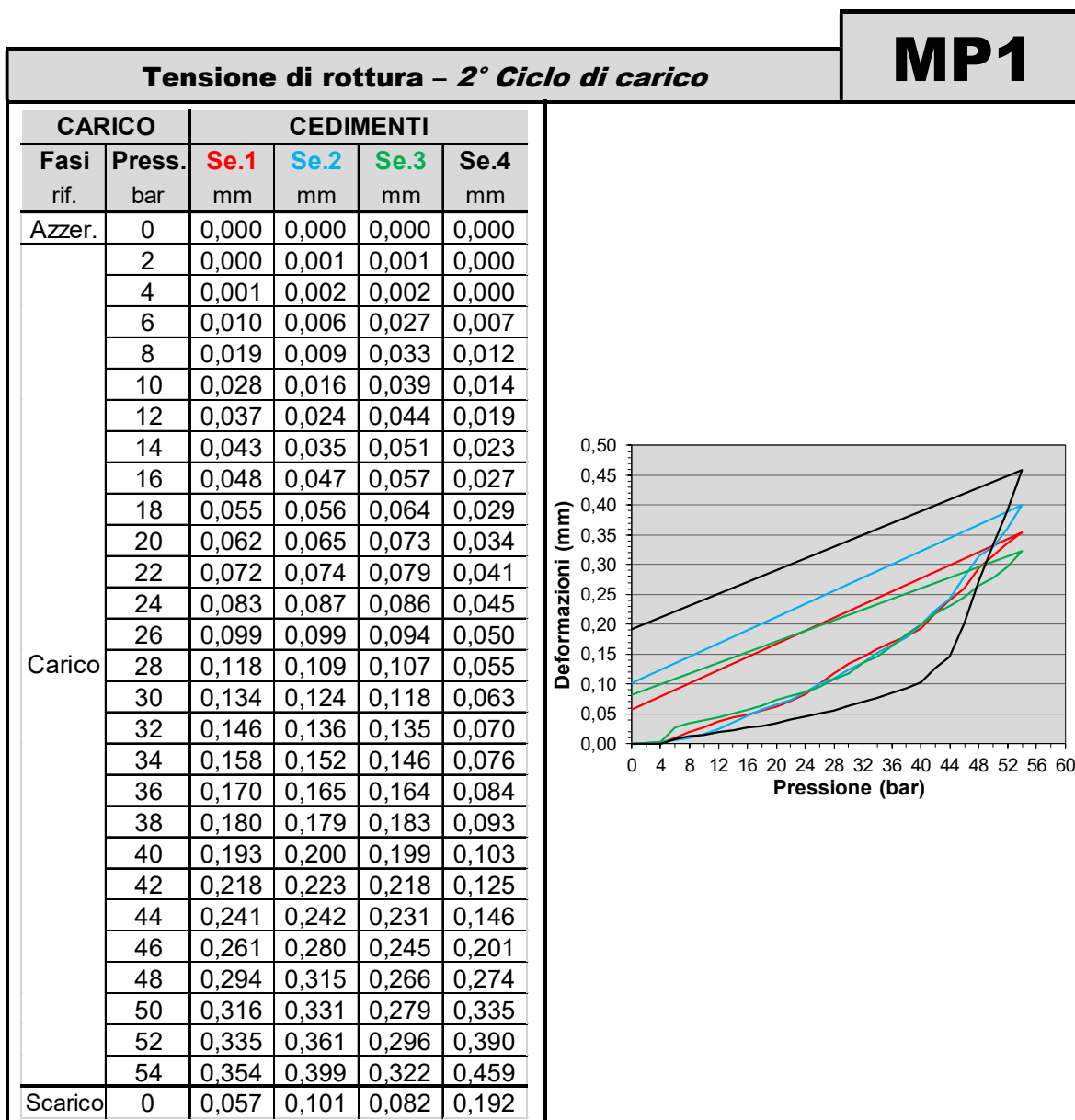
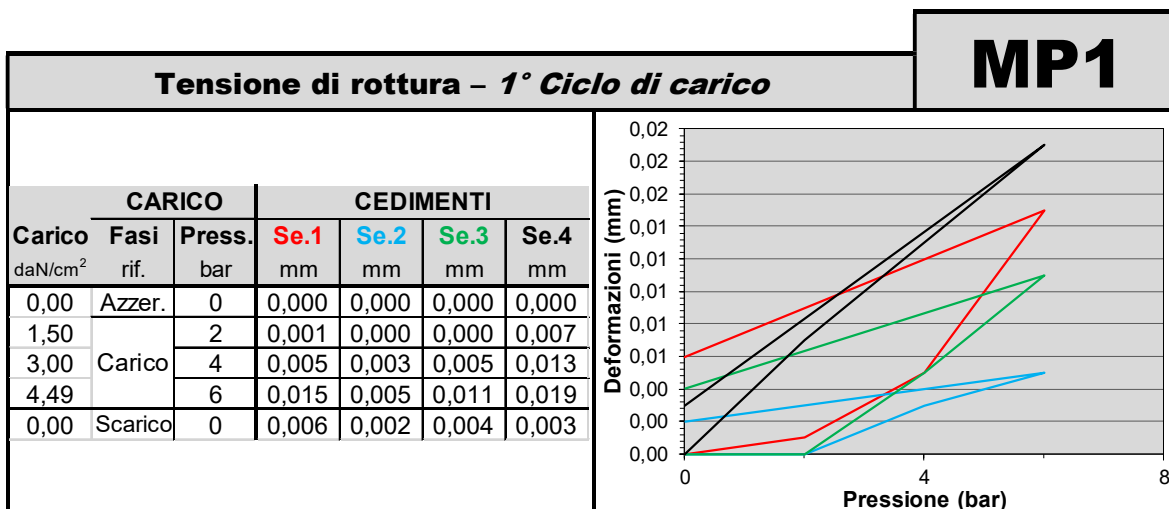
MARTINETTO PIATTO SINGOLO		MP1
Tensione di esercizio		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 2 teste	28 cm compreso intonaco	
Tensione di esercizio		
2,2 daN/cm²		

Dopo l'esecuzione del primo taglio inferiore e l'inserimento del martinetto, la muratura è ritornata alle condizioni iniziali a circa 3,0 bar di pressione.

Pressione	$P = 3,0 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di esercizio	$\sigma_v = 2,2 \text{ daN/cm}^2$

I diagrammi pressione-deformazioni riportati nelle tabelle seguenti, relativi ai trasduttori verticali Se.1, Se.2 e Se.3 e orizzontale Se.4 (solo per i cicli a rottura), rappresentano la risposta della muratura all'applicazione del carico.




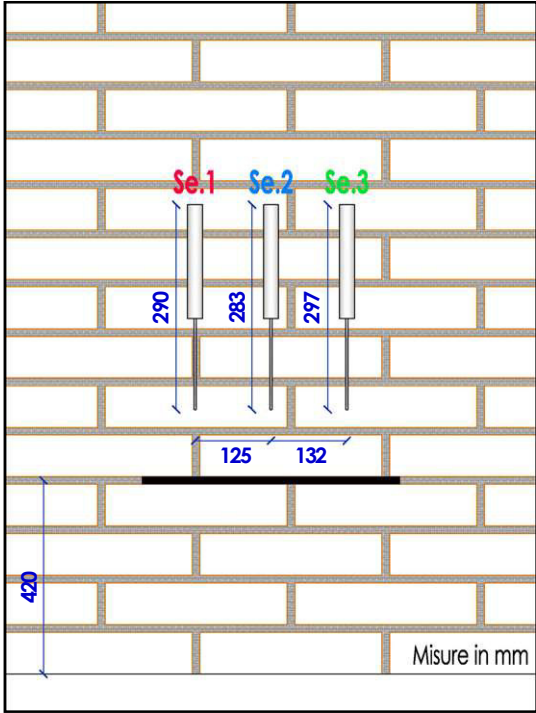


Pur non avendo definito la tensione di rottura effettiva della muratura, si riportano i valori del modulo elastico riferiti al carico massimo raggiunto.

Modulo di elasticità 70% del carico raggiunto														MP1	
Ciclo di carico	Intervalli di carico $\Delta\sigma$		Basi di misura			Deformazioni depurate			Deformazioni assiali relative $\Delta\varepsilon$			Modulo elastico E			
	Pressione		Se.1	Se.2	Se.3	Se.1	Se.2	Se.3	Se.1	Se.2	Se.3	Se.1	Se.2	Se.3	Media
n.	bar	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	MPa	MPa	MPa	MPa
2°	10	0,75	298	297	299	0,028	0,016	0,039	0,094	0,054	0,130	7972	13903	5742	9206
	20	1,50				0,062	0,065	0,073	0,208	0,219	0,244	7200	6845	6136	6727
	30	2,25				0,134	0,124	0,118	0,450	0,418	0,395	4997	5382	5694	5358
	38	2,85				0,180	0,179	0,183	0,604	0,603	0,612	4712	4722	4650	4695
	46	3,45				0,294	0,315	0,266	0,987	1,061	0,890	3492	3249	3873	3538
	54	4,04				0,354	0,399	0,322	1,188	1,343	1,077	3405	3011	3756	3390

Modulo di elasticità 10%÷40% del carico raggiunto											MP1				
											<p align="center">Equazione della linea di tendenza lineare (2° Ciclo di carico)</p> <p align="center">$y = 0,0051 x - 0,0101$</p>				
Ciclo di carico	Press. rottura	Carico $\sigma_1 - \sigma_2$				Linea di tendenza		Deformaz. Media $L_1 - L_2$ mm	Media basi di misura L mm	Modulo elastico E MPa					
		%	bar	daN/cm ²	N/mm ²	x	±								
2°	54	10	5,4	4,04	0,40	0,0051	-0,0101	0,011	298,0	5843					
		40	21,6	16,18	1,62	0,0051	-0,0101	0,072							

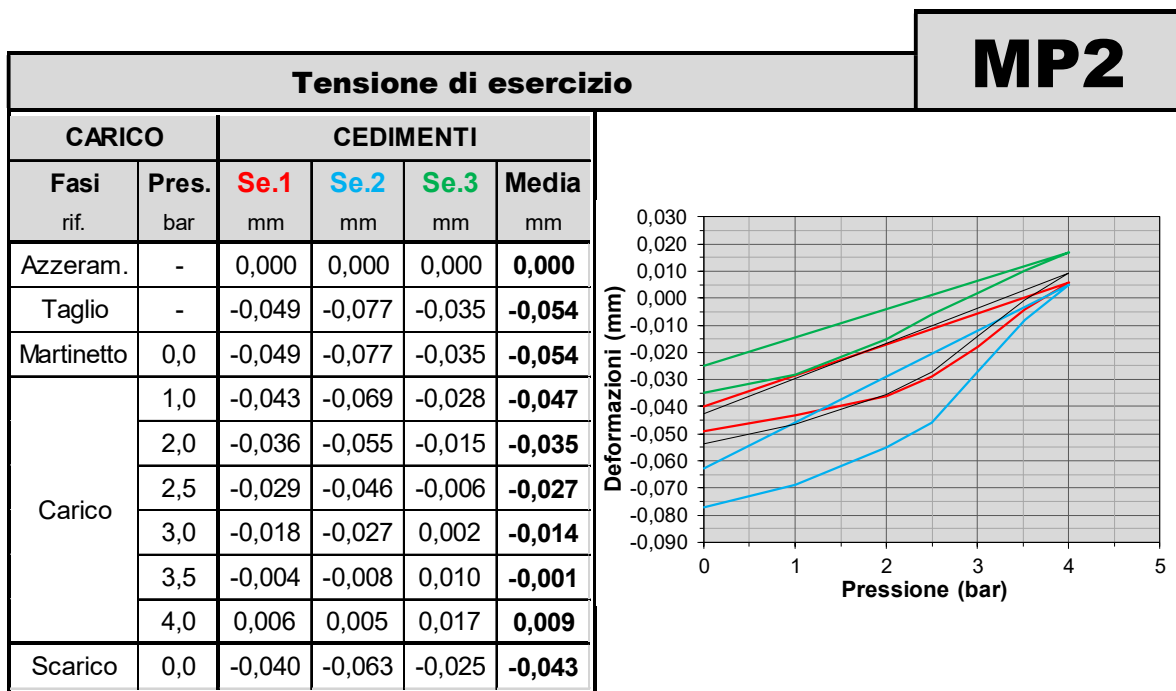
Martinetto piatto n. MP2

MARTINETTO PIATTO SINGOLO		MP2
Tensione di esercizio		
		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 2 teste	27 cm compreso intonaco	
Tensione di esercizio		
2,6 daN/cm²		

Dopo l'esecuzione del primo taglio inferiore e l'inserimento del martinetto, la muratura è ritornata alle condizioni iniziali a circa 3,5 bar di pressione.

Pressione	$P = 3,5 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di esercizio	$\sigma_v = 2,6 \text{ daN/cm}^2$

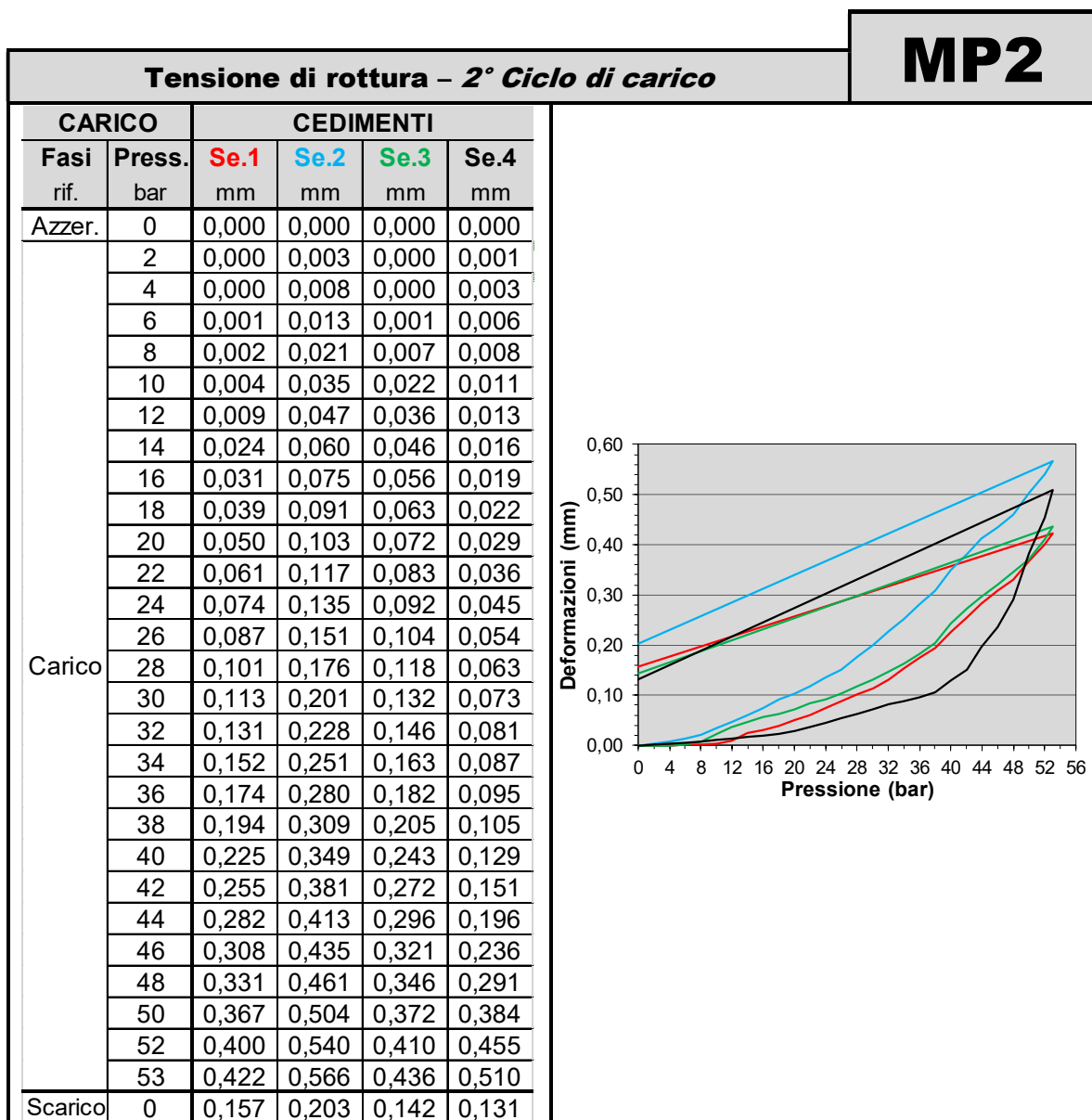
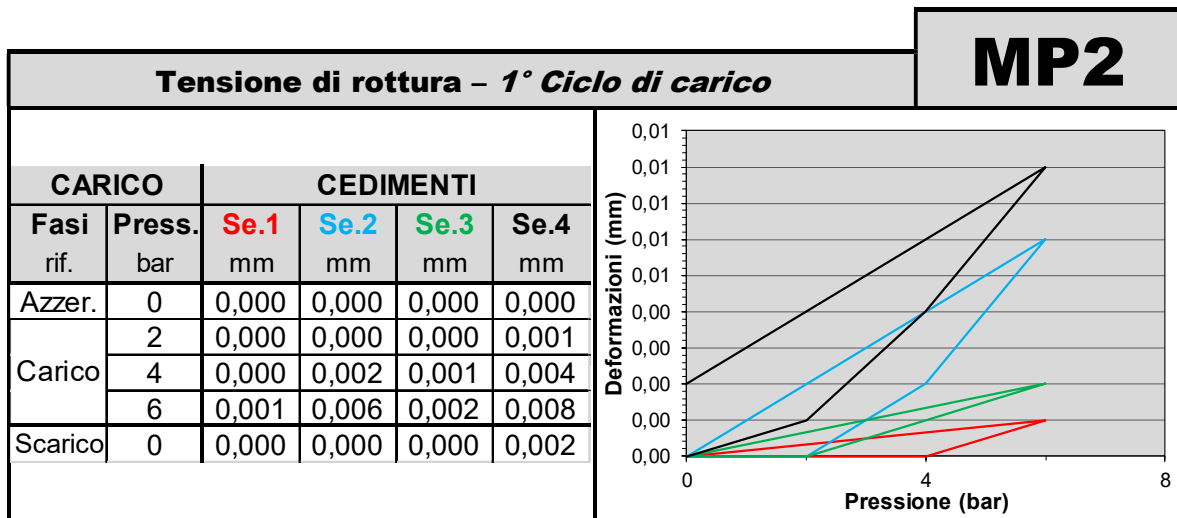
I diagrammi pressione-deformazioni riportati nelle tabelle seguenti, relativi ai trasduttori verticali Se.1, Se.2 e Se.3 e orizzontale Se.4 (solo per i cicli a rottura), rappresentano la risposta della muratura all'applicazione del carico.



MARTINETTO PIATTO DOPPIO		MP2
Tensione di rottura		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 2 teste	27 cm compreso intonaco	
Tensione di rottura		
≥ 39,7 daN/cm²		

Non è stato possibile definire la tensione di rottura del complesso murario per limiti meccanici dei martinetti, raggiungendo una pressione di 53 bar con la comparsa di fessurazioni capillari sulla zona compresa tra i martinetti, sinonimo di inizio del processo di rottura.

Pressione	$P \geq 53 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di rottura	$\sigma_v \geq 39,7 \text{ daN/cm}^2$



Pur non avendo definito la tensione di rottura effettiva della muratura, si riportano i valori del modulo elastico riferiti al carico massimo raggiunto.

Modulo di elasticità 70% del carico raggiunto														MP2	
Ciclo di carico	Intervalli di carico $\Delta\sigma$		Basi di misura			Deformazioni depurate			Deformazioni assiali relative $\Delta\varepsilon$			Modulo elastico E			
	n.	bar	MPa	Se.1 mm	Se.2 mm	Se.3 mm	Se.1 mm	Se.2 mm	Se.3 mm	Se.1 10^{-3}	Se.2 10^{-3}	Se.3 10^{-3}	Se.1 MPa	Se.2 MPa	Se.3 MPa
2°	10	0,75	290	283	297	0,004	0,035	0,022	0,014	0,124	0,074	54303	6056	10112	23490
	20	1,50				0,050	0,103	0,072	0,172	0,364	0,242	8688	4116	6179	6328
	30	2,25				0,113	0,201	0,132	0,390	0,710	0,444	5767	3164	5056	4662
	38	2,85				0,194	0,309	0,205	0,669	1,092	0,690	4255	2607	4124	3662
	46	3,45				0,308	0,435	0,321	1,062	1,537	1,081	3244	2241	3188	2891
	53	3,97				0,422	0,566	0,436	1,455	2,000	1,468	2728	1985	2704	2472

Modulo di elasticità 10%÷40% del carico raggiunto														MP2	
Equazione della linea di tendenza lineare (2° Ciclo di carico)															
$y = 0,0071 x - 0,307$															
Ciclo di carico	Press. rottura	Carico $\sigma_1 - \sigma_2$				Linea di tendenza		Deformaz. Media $L_1 - L_2$ mm	Media basi di misura L mm	Modulo elastico E MPa					
		%	bar	daN/cm ²	N/mm ²	x	±								
2°	53	10	5,3	3,97	0,40	0,0071	-0,0307	-0,003	290,0	4085					
		40	21,2	15,88	1,59	0,0071	-0,0307	0,082							

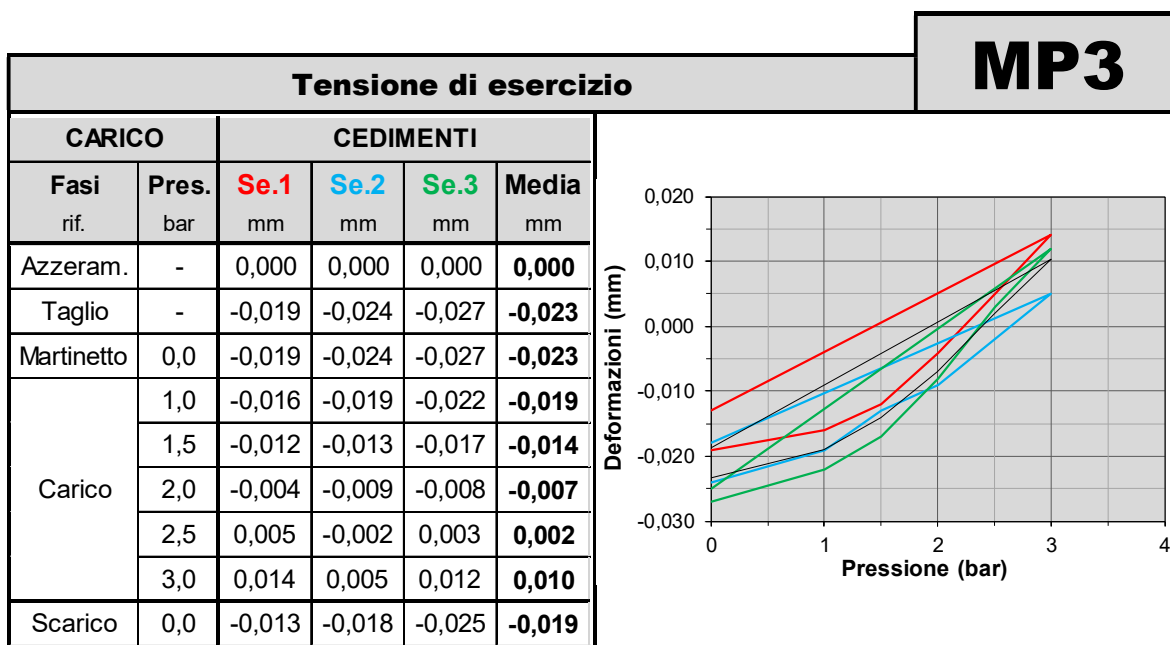
Martinetto piatto n. MP3

MARTINETTO PIATTO SINGOLO		MP3
Tensione di esercizio		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 2 teste	28 cm compreso intonaco	
Tensione di esercizio		
1,9 daN/cm²		

Dopo l'esecuzione del primo taglio inferiore e l'inserimento del martinetto, la muratura è ritornata alle condizioni iniziali a circa 2,5 bar di pressione.

Pressione	$P = 2,5 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di esercizio	$\sigma_v = 1,9 \text{ daN/cm}^2$

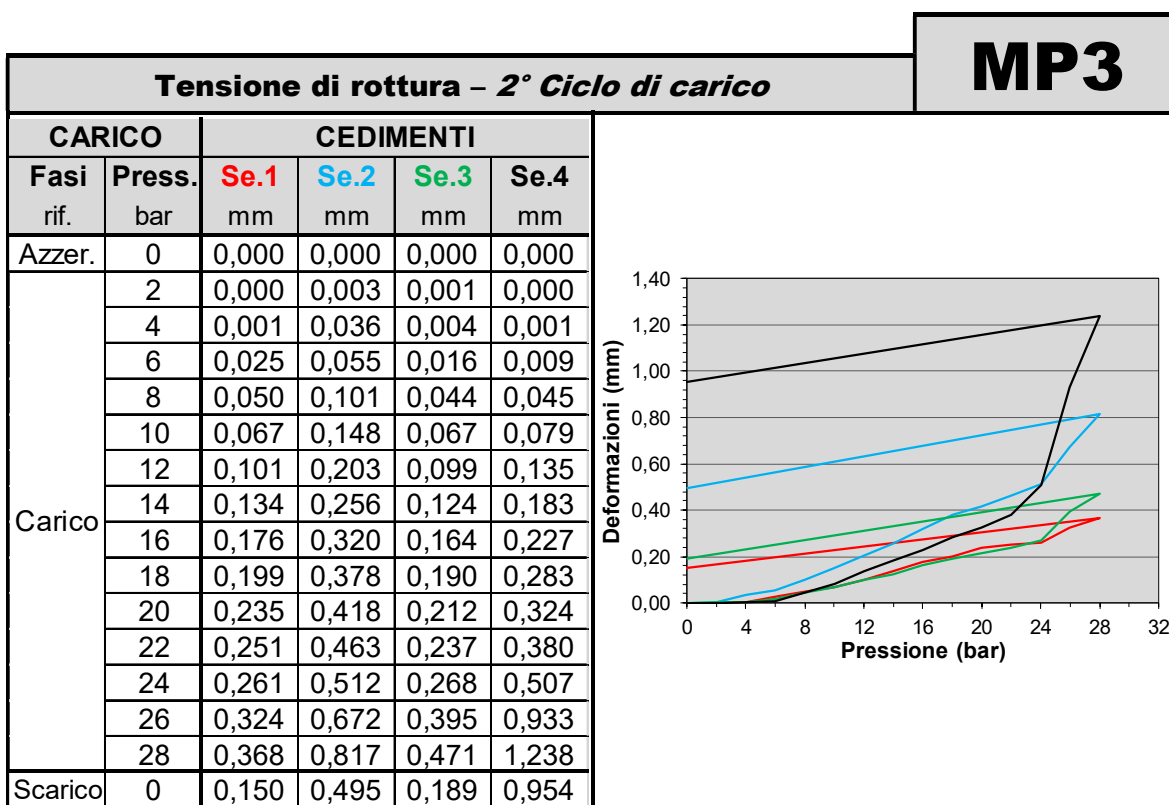
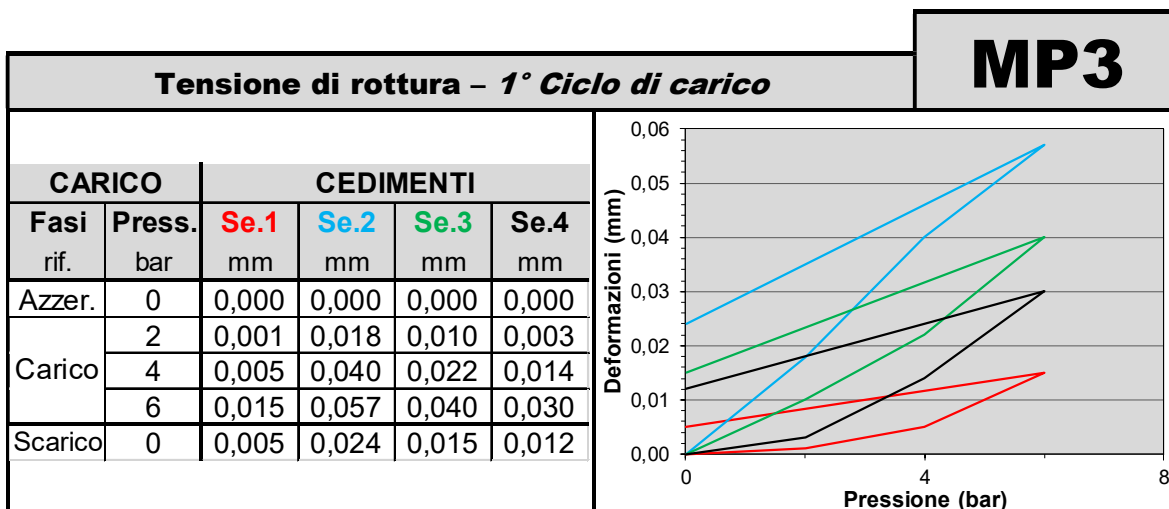
I diagrammi pressione-deformazioni riportati nelle tabelle seguenti, relativi ai trasduttori verticali Se.1, Se.2 e Se.3 e orizzontale Se.4 (solo per i cicli a rottura), rappresentano la risposta della muratura all'applicazione del carico.



MARTINETTO PIATTO DOPPIO		MP3
Tensione di rottura		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 2 teste	28 cm compreso intonaco	
Tensione di rottura		
18,0 daN/cm²		

La rottura del complesso murario si è verificata alla pressione di circa 24 bar in base alla lettura dei tre sensori verticali e del sensore orizzontale, con la comparsa di alcune fessurazioni sulla zona compresa tra i martinetti.


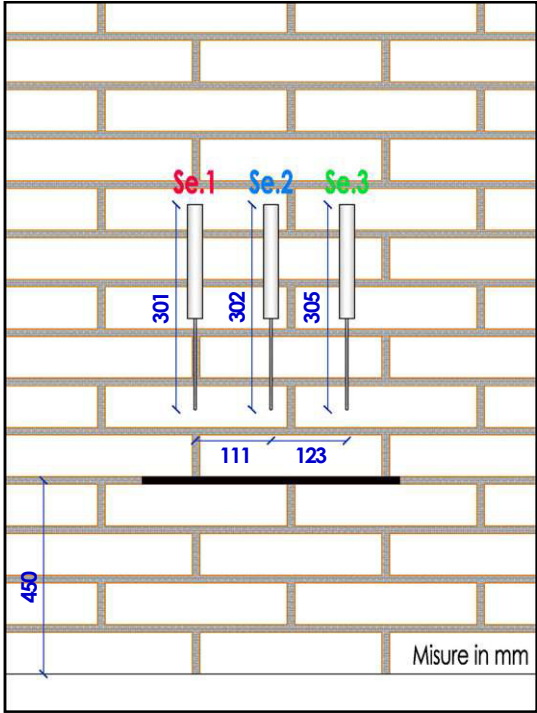
Pressione	$P = 24 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di rottura	$\sigma_v = 18,0 \text{ daN/cm}^2$



Modulo di elasticità 70% del carico raggiunto														MP3		
Ciclo di carico	Intervalli di carico $\Delta\sigma$		Basi di misura			Deformazioni depurate			Deformazioni assiali relative $\Delta\varepsilon$			Modulo elastico E				
	n.	bar	MPa	Se.1 mm	Se.2 mm	Se.3 mm	Se.1 mm	Se.2 mm	Se.3 mm	Se.1 10^{-3}	Se.2 10^{-3}	Se.3 10^{-3}	Se.1 MPa	Se.2 MPa	Se.3 MPa	Media MPa
2°	6	0,45		262	275	270	0,025	0,055	0,016	0,095	0,200	0,059	4710	2247	7584	4847
	12	0,90	0,101				0,203	0,099	0,385	0,738	0,367	2332	1218	2451	2000	
	16	1,20	0,176				0,320	0,164	0,672	1,164	0,607	1784	1030	1973	1596	
	18	1,35	0,199				0,378	0,190	0,760	1,375	0,704	1775	981	1916	1557	
	24	1,80	0,261				0,512	0,268	0,996	1,862	0,993	1804	966	1811	1527	
	28	2,10	0,368				0,817	0,471	1,405	2,971	1,744	1493	706	1202	1134	

Modulo di elasticità 10%÷40% del carico raggiunto											MP3				
											Equazione della linea di tendenza lineare (2° Ciclo di carico)				
$y = 0,0158 x - 0,298$															
Ciclo di carico	Press. rottura	Carico $\sigma_1 - \sigma_2$				Linea di tendenza		Deformaz. Media $L_1 - L_2$ mm	Media basi di misura L mm	Modulo elastico E MPa					
		%	bar	daN/cm ²	N/mm ²	x	±								
2°	24	10	2,4	1,80	0,18	0,0158	-0,0298	-0,001	269,0	1703					
		40	9,6	7,19	0,72	0,0158	-0,0298	0,084							

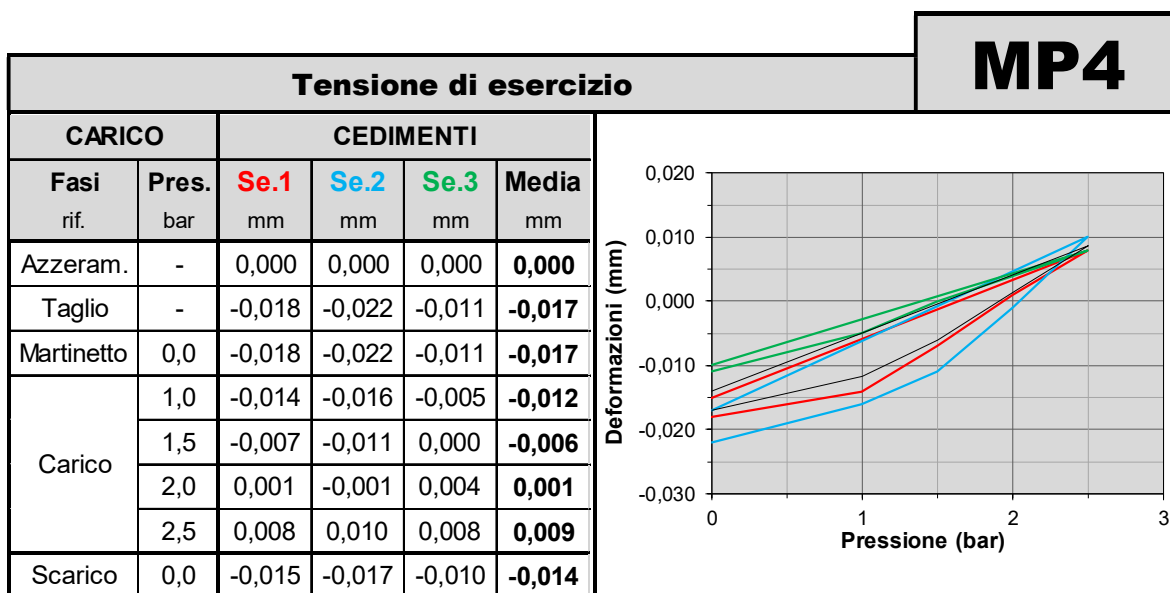
Martinetto piatto n. MP4

MARTINETTO PIATTO SINGOLO		MP4
Tensione di esercizio		
		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 3 teste	42 cm compreso intonaco	
Tensione di esercizio		
1,5 daN/cm²		

Dopo l'esecuzione del primo taglio inferiore e l'inserimento del martinetto, la muratura è ritornata alle condizioni iniziali a circa 2 bar di pressione.

Pressione	$P = 2,0 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di esercizio	$\sigma_v = 1,5 \text{ daN/cm}^2$

I diagrammi pressione-deformazioni riportati nelle tabelle seguenti, relativi ai trasduttori verticali Se.1, Se.2 e Se.3 e orizzontale Se.4 (solo per i cicli a rottura), rappresentano la risposta della muratura all'applicazione del carico.



MARTINETTO PIATTO DOPPIO		MP4
Tensione di rottura		
Tipologia muratura	Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 3 teste	42 cm compreso intonaco	
Tensione di rottura		
23,9 daN/cm²		

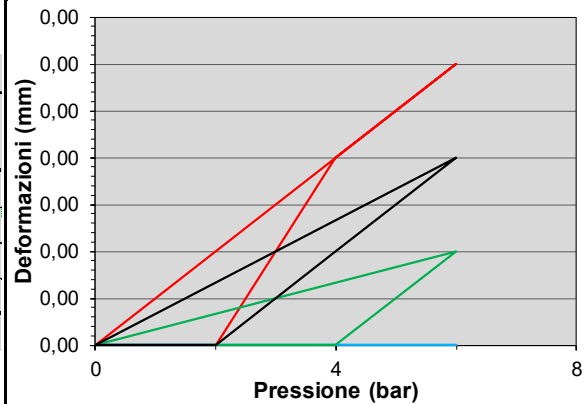
La rottura del complesso murario si è verificata alla pressione di circa 32 bar in base alla lettura dei tre sensori verticali e del sensore orizzontale, con la comparsa di alcune fessurazioni sulla zona compresa tra i martinetti.

Pressione	$P = 32 \text{ bar}$
Area del martinetto	$A_m = 761,5 \text{ cm}^2$
Area del taglio	$A_t = 865,0 \text{ cm}^2$
Coeff. di bordo martinetto	$k_m = 0,85$
Tensione di rottura	$\sigma_v = 23,9 \text{ daN/cm}^2$

MP4

Tensione di rottura - 1° Ciclo di carico

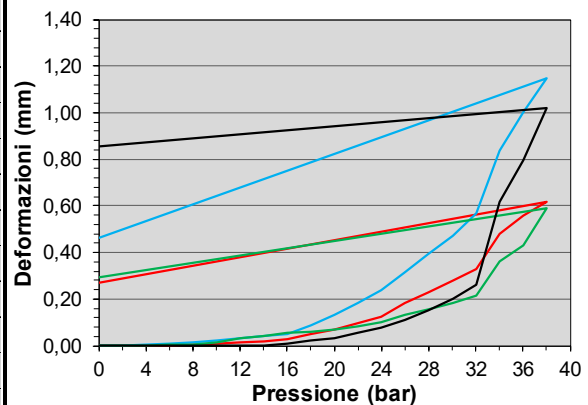
CARICO		CEDIMENTI			
Fasi rif.	Press. bar	Se.1 mm	Se.2 mm	Se.3 mm	Se.4 mm
Azzer.	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Carico	2	0,000	0,000	0,000	0,000
	4	0,002	0,000	0,000	0,001
	6	0,003	0,000	0,001	0,002
Scarico	0	0,000	0,000	0,000	0,000



MP4

Tensione di rottura - 2° Ciclo di carico

CARICO		CEDIMENTI			
Fasi rif.	Press. bar	Se.1 mm	Se.2 mm	Se.3 mm	Se.4 mm
Azzer.	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Carico	2	0,001	0,000	0,001	0,001
	4	0,001	0,004	0,001	0,000
	6	0,002	0,010	0,003	0,001
	8	0,003	0,016	0,004	0,001
	10	0,007	0,025	0,012	0,001
	12	0,013	0,033	0,034	0,001
	14	0,020	0,043	0,043	0,001
	16	0,028	0,050	0,053	0,009
	18	0,049	0,087	0,060	0,023
	20	0,069	0,132	0,070	0,032
	22	0,098	0,184	0,084	0,055
	24	0,125	0,239	0,099	0,078
	26	0,181	0,315	0,131	0,111
	28	0,229	0,392	0,154	0,152
	30	0,281	0,471	0,181	0,203
	32	0,329	0,569	0,213	0,260
34	0,480	0,839	0,360	0,617	
36	0,556	1,002	0,431	0,797	
38	0,616	1,150	0,591	1,018	
Scarico	0	0,269	0,461	0,293	0,856


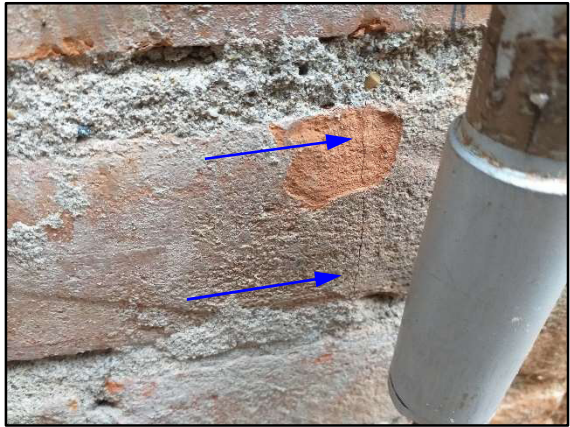
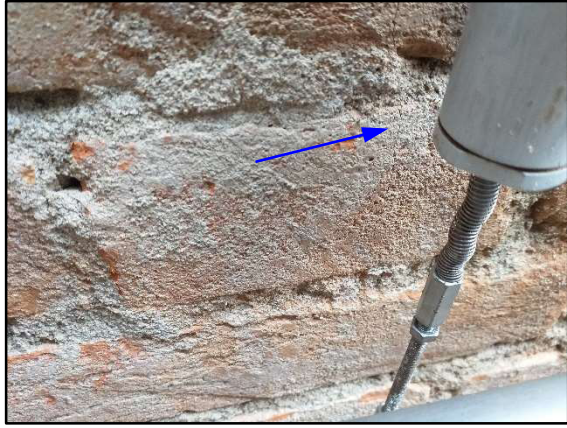
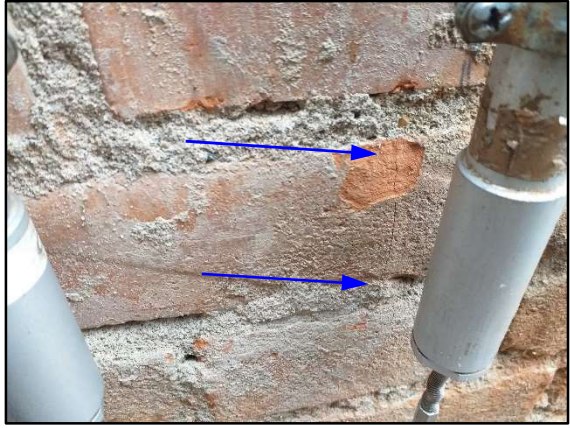


Modulo di elasticità 70% del carico raggiunto														MP4	
Ciclo di carico	Intervalli di carico $\Delta\sigma$		Basi di misura			Deformazioni depurate			Deformazioni assiali relative $\Delta\varepsilon$			Modulo elastico E			
	n.	bar	MPa	Se.1	Se.2	Se.3	Se.1	Se.2	Se.3	Se.1	Se.2	Se.3	Se.1	Se.2	Se.3
				mm	mm	mm	mm	mm	mm	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	MPa	MPa	MPa
2°	6	0,45	301	302	305	0,002	0,010	0,003	0,007	0,033	0,010	67635	/	45689	56662
	12	0,90				0,013	0,033	0,034	0,043	0,109	0,111	20811	8225	8063	12366
	18	1,35				0,049	0,087	0,060	0,163	0,288	0,197	8282	4680	6853	6605
	22	1,65				0,098	0,184	0,084	0,326	0,609	0,275	5061	2705	5983	4583
	32	2,40				0,329	0,569	0,213	1,093	1,884	0,698	2193	1272	3432	2299
	38	2,85				0,616	1,150	0,591	2,047	3,808	1,938	1391	747	1469	1202

Modulo di elasticità 10%÷40% del carico raggiunto											MP4				
											Equazione della linea di tendenza lineare (2° Ciclo di carico)				
$y = 0,0039 x - 0,124$															
Ciclo di carico	Press. rottura	Carico $\sigma_1 - \sigma_2$				Linea di tendenza		Deformaz. Media $L_1 - L_2$ mm	Media basi di misura L mm	Modulo elastico E MPa					
		%	bar	daN/cm ²	N/mm ²	x	±								
2°	32	10	3,2	2,40	0,24	0,0039	-0,0124	-0,003	302,7	7761					
		40	12,8	9,59	0,96	0,0039	-0,0124	0,025							

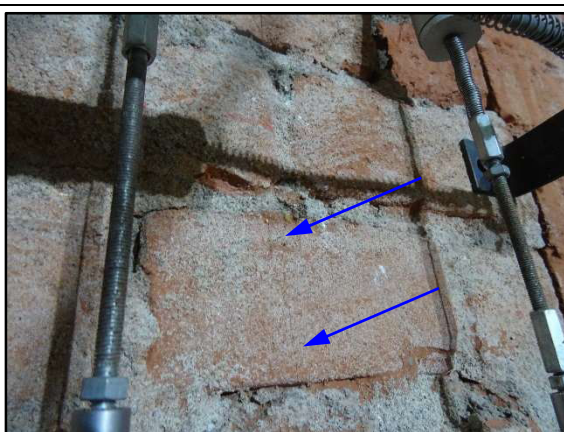
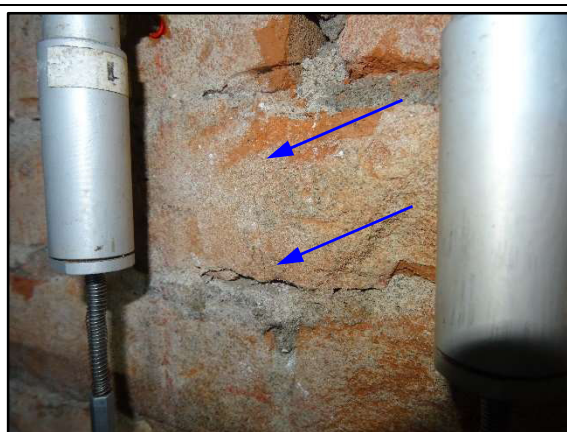
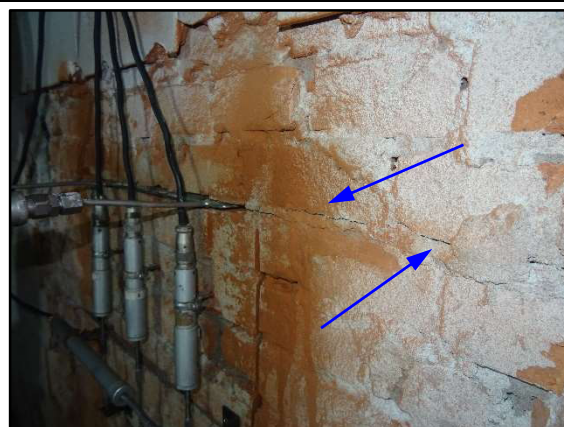
3.4. RIEPILOGO DEI RISULTATI - INDAGINI SU MURATURA

Si riportano delle schede riepilogative identificative delle zone di prova.

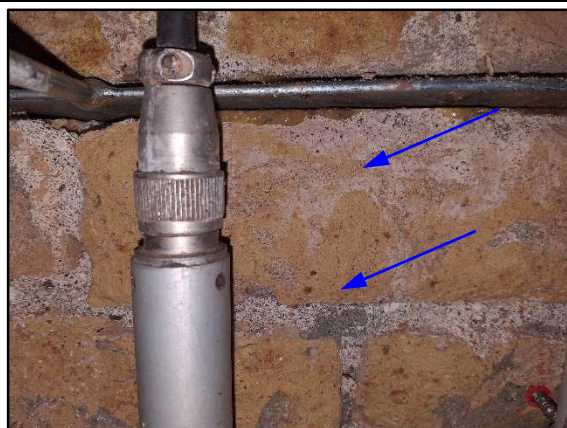
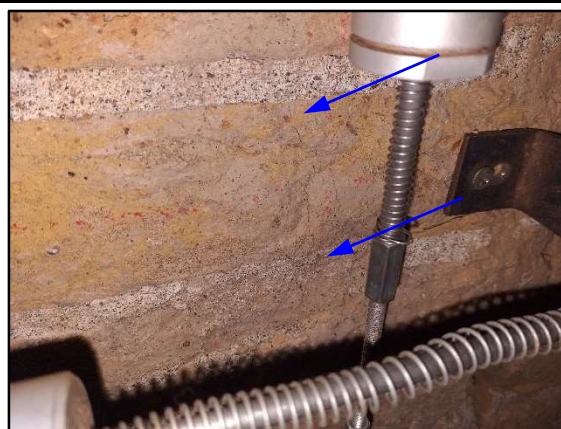
MURATURA PERIMETRALE – LATO EST		MP1
		
		
Tipologia muratura		Spessore muratura
Mattoni pieni lavorati a 2 teste		28 cm compreso intonaco
Tensione di esercizio		Tensione di rottura
2,2 daN/cm² (3,0 bar)		≥ 40,4 daN/cm² (54 bar)
Modulo elastico		
70% tensione di rottura		10%÷40% tensione di rottura
4695 MPa (38 bar)		5843 MPa
Indagine sclerometrica su malta di allettamento		
Indice di rimbalzo medio <i>I_r</i>	Classe	Qualità
20	A	Soft

MURATURA PERIMETRALE – FRONTE SUD, ALA NORD
– Giardino su Via Guido Reni –

MP2



Tipologia muratura		Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 2 teste		27 cm compreso intonaco	
Tensione di esercizio		Tensione di rottura	
2,6 daN/cm ² (3,5 bar)		≥ 39,7 daN/cm ² (53 bar)	
Modulo elastico			
70% tensione di rottura		10%÷40% tensione di rottura	
3662 MPa (38 bar)		4085 MPa	
Indagine sclerometrica su malta di allettamento			
Indice di rimbalzo medio <i>I_r</i>	Classe	Qualità	
17	A	Soft	

MURATURA PERIMETRALE – LATO EST
MP3

Tipologia muratura

Mattoni pieni lavorati a 2 teste

Spessore muratura

28 cm compreso intonaco

Tensione di esercizio

 1,9 daN/cm² (2,5 bar)

Tensione di rottura

 18,0 daN/cm² (24 bar)

Modulo elastico

70% tensione di rottura

1596 ÷ 1557 MPa (16 ÷ 18 bar)

10%÷40% tensione di rottura

1703 MPa

Indagine sclerometrica su malta di allettamento
Indice di rimbalzo medio *I_r*

18

Classe

A

Qualità

Soft

MURATURA PERIMETRALE – LATO OVEST,FRONTE SUD
MP4


Tipologia muratura		Spessore muratura	
Mattoni pieni lavorati a 3 teste		42 cm compreso intonaco	
Tensione di esercizio		Tensione di rottura	
1,5 daN/cm ² (2,0 bar)		23,9 daN/cm ² (32 bar)	
Modulo elastico			
70% tensione di rottura		10%÷40% tensione di rottura	
4583 MPa (22 bar)		7761 MPa	
Indagine sclerometrica su malta di allettamento			
Indice di rimbalzo medio <i>I_r</i>	Classe	Qualità	
19	A	Soft	

4. SCAVI IN FONDAZIONE

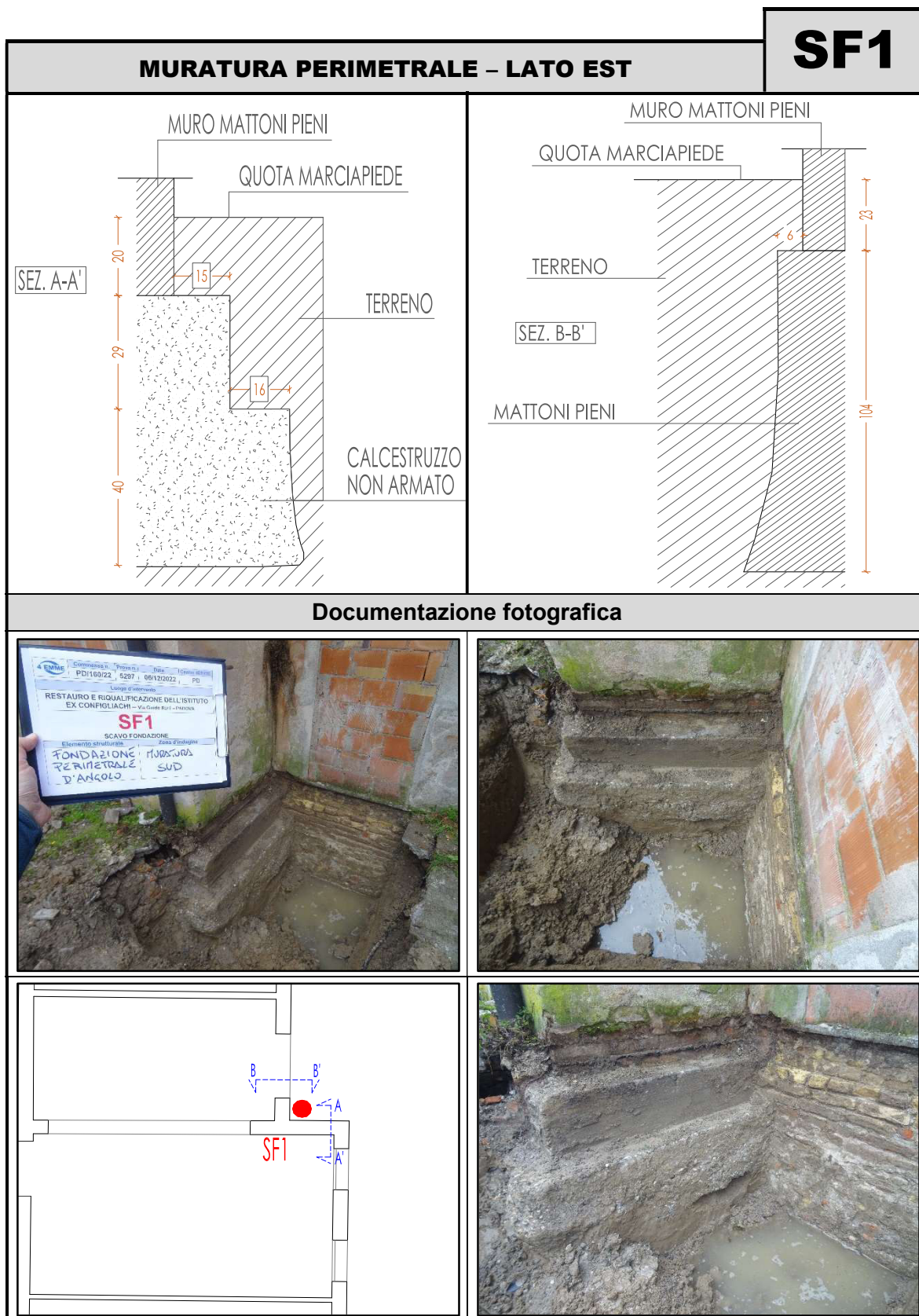
Lo scopo dei sondaggi è la verifica della tipologia delle strutture che costituiscono le fondazioni del fabbricato, fino al piano di posa.

Sono stati eseguiti:

- n. 10 scavi in fondazione e successivo rilievo geometrico

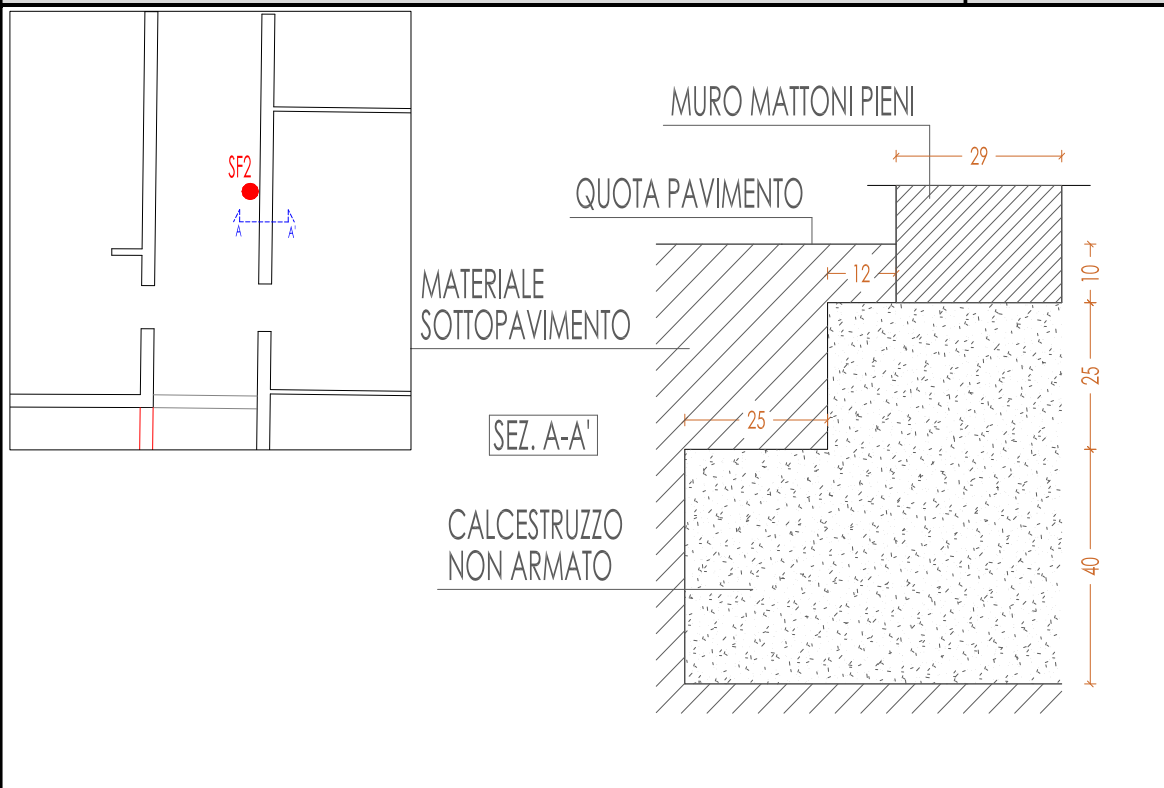
4.1. Rapporto dei risultati - Scavi in fondazione

A seguire sono riportate le schede identificative dei sondaggi con gli schemi quotati delle fondazioni.



MURATURA DI SPINA, CORRIDOIO INTERNO

SF2

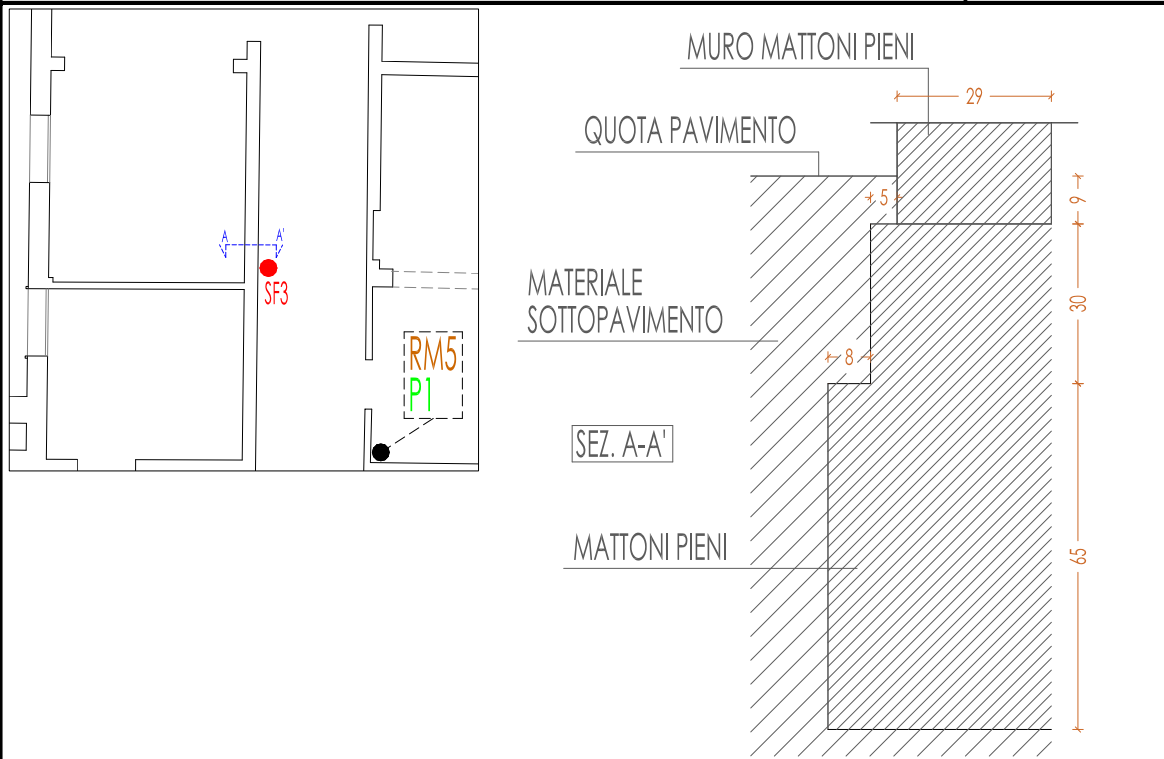


Documentazione fotografica



MURATURA DI SPINA, CORRIDOIO INTERNO

SF3

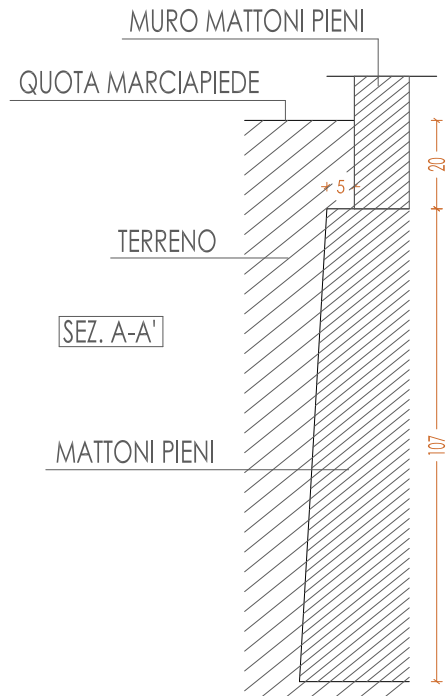
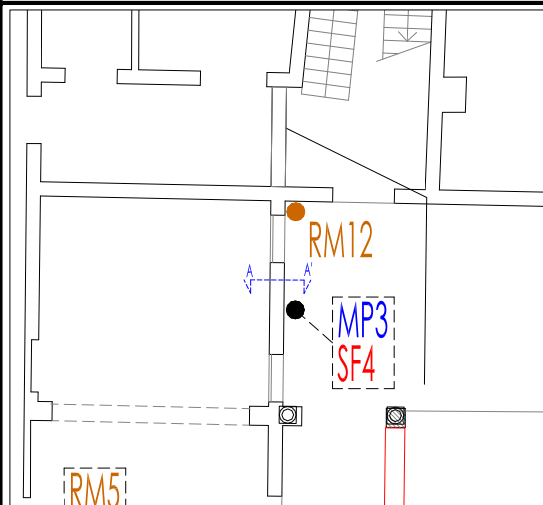


Documentazione fotografica



MURATURA PERIMETRALE - LATO EST

SF4

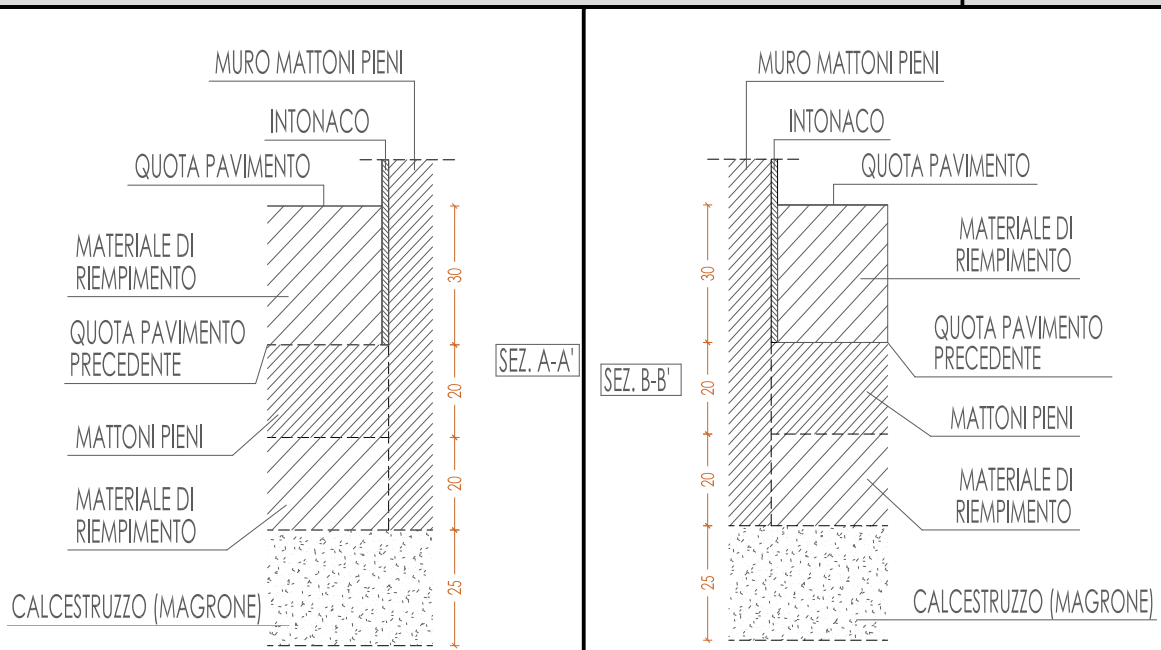


Documentazione fotografica

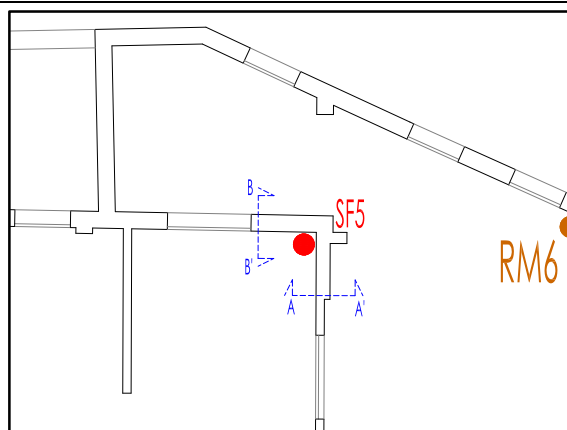


SF5

MURATURA INTERNA – FRONTE NORD

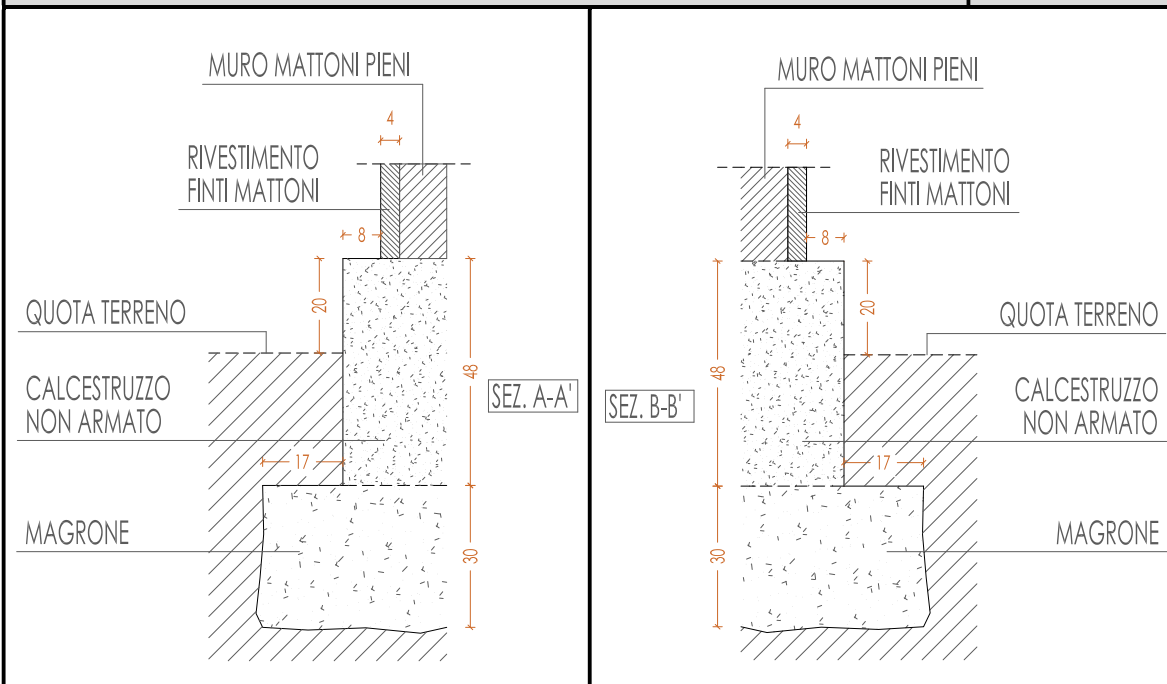


Documentazione fotografica

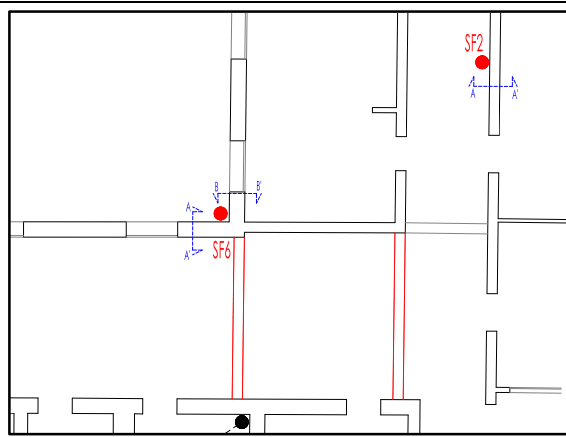


MURATURA PERIMETRALE – ANGOLO GIARDINO SUD-EST

SF6

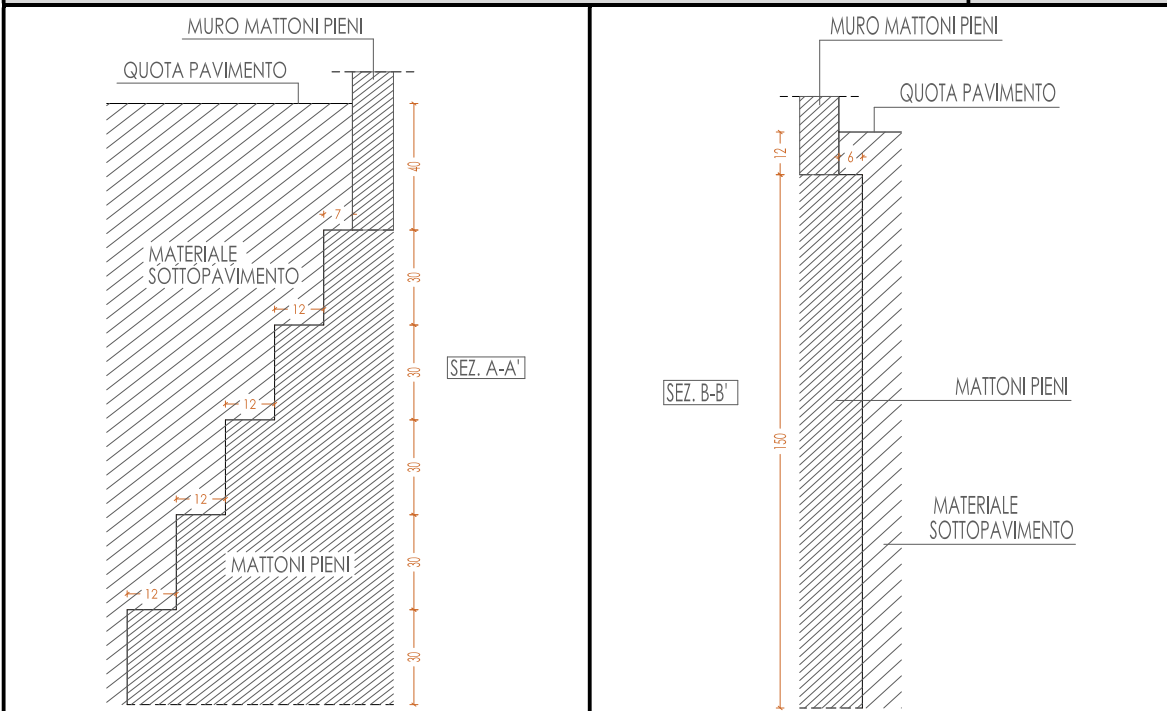


Documentazione fotografica

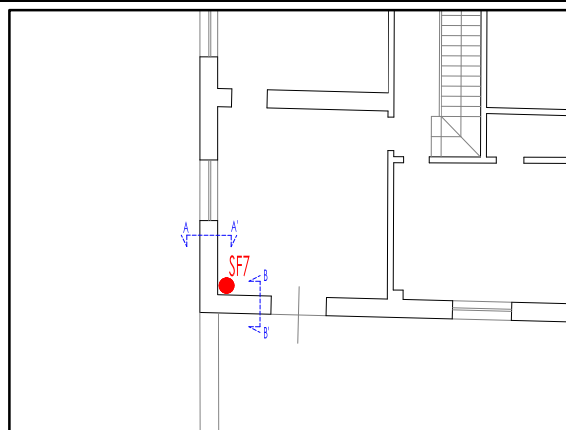


MURATURA PERIMETRALE-ANGOLO GIARDINO NORD-OVEST

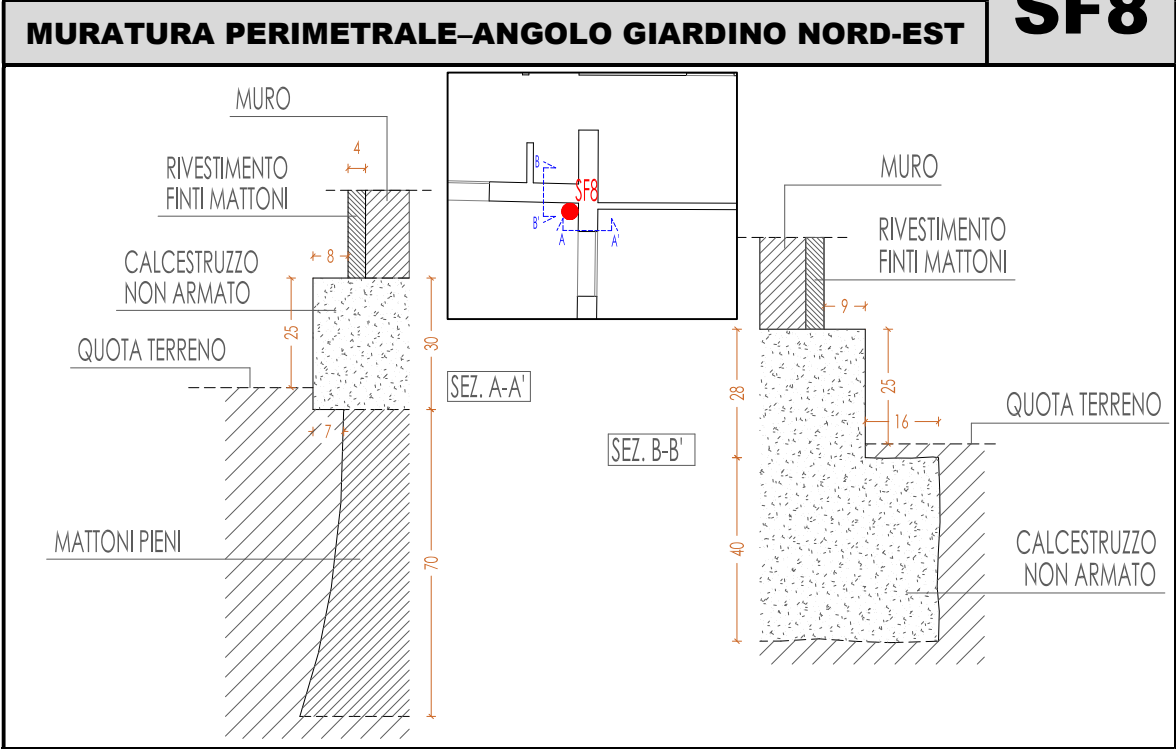
SF7



Documentazione fotografica



SF8

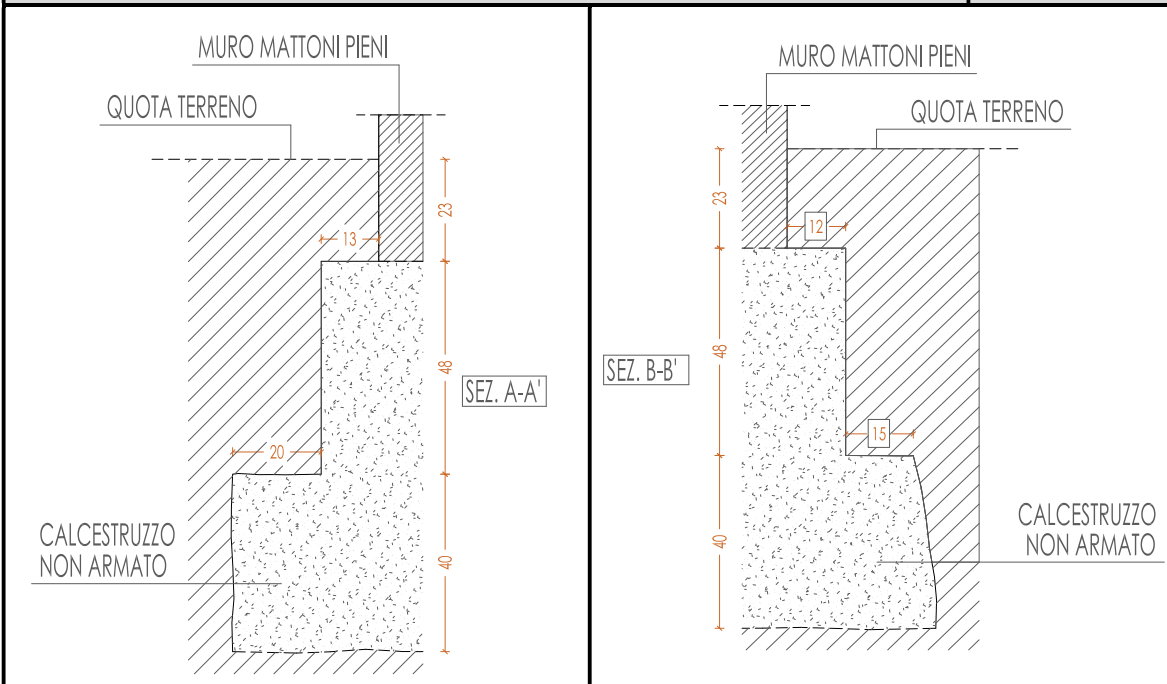


Documentazione fotografica

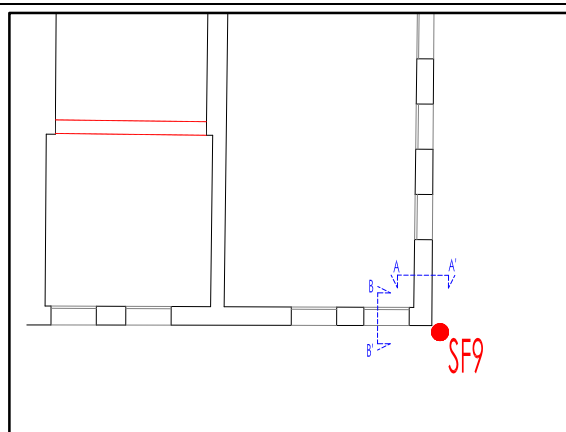


MURATURA PERIMETRALE – LATO SUD-EST, ALA SUD

SF9

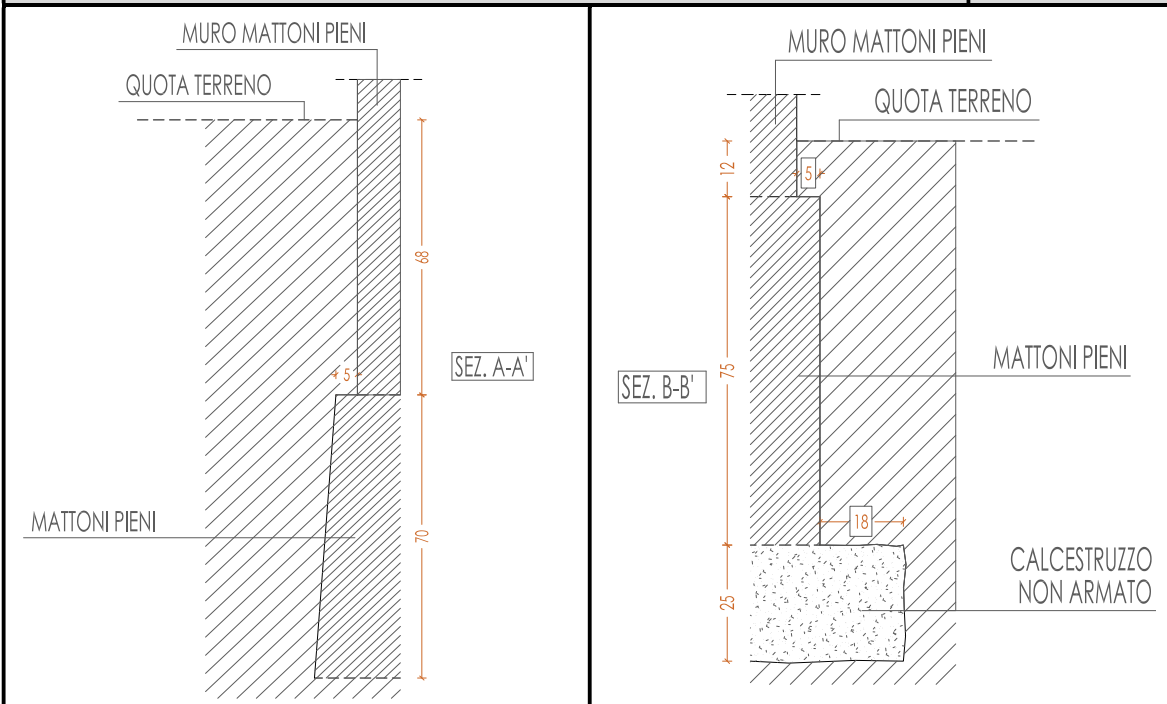


Documentazione fotografica

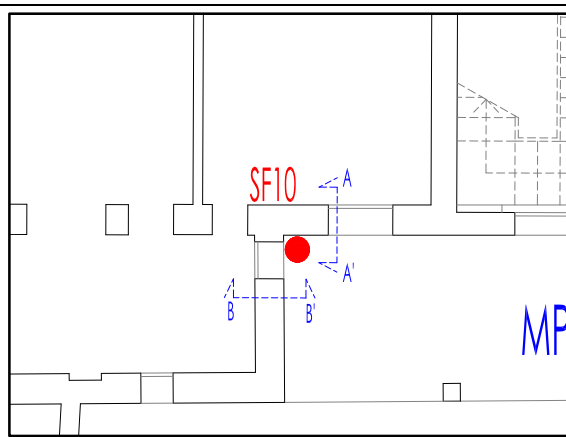


MURATURA PERIMETRALE – LATO SUD, ALA SUD

SF10

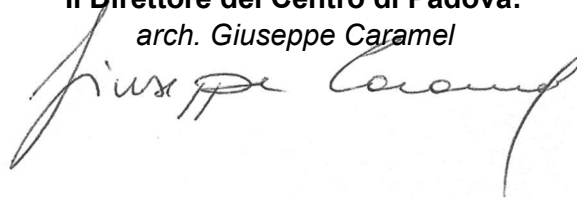


Documentazione fotografica



Padova, 12 gennaio 2023

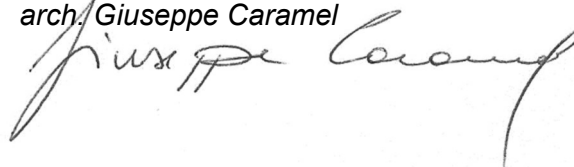
4 EMME Service S.p.A.
Il Direttore del Centro di Padova:
arch. Giuseppe Caramel



Il relatore:
geom. Fulvio De Francisci



Revisionata da:
arch. Giuseppe Caramel



PER INFORMAZIONI E DETTAGLI TECNICI:

www.4emme.it