



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Provincia di Ravenna

Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Servizio Programmazione e Progettazione

INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO PRESSO IL POLO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO SEZIONE PROFESSIONALE "E. STOPPA" DI VIA FRANCESCO BARACCA, 62 - LUGO (RA)
PNRR - NEXT GENERATION EU - Missione 4, Componente 1, Investimento 3.3
CUP : J42C20000850001

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Presidente: Michele de Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio: Arch.Giovanna Garzanti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Paolo Nobile

PROFESSIONISTI ESTERNI:

ARCHITETTO RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE - COORDINATORE IN FASE DI PROGETTAZIONE PER LA SICUREZZA E LA SALUTE NEI CANTIERI

Arch. Roberto DI RAMIO

PROFESSIONISTI RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE EDILE ED ARCHITETTONICA

Arch. Pietro LA GATTA

Ing. Maurizio CIARROCCHI

PROFESSIONISTI RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Ing. Daniele CIANCHETTA

Arch. Roberto DI RAMIO

INGEGNERE RESPONSABILE DEL PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Ing. Massimo GEROSOLIMO PORZIELLA

PROFESSIONISTI RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE STRUTTURALE

Ing. Sebastiano ORTU

Ing. Daniele CIANCHETTA

GEOLOGO RESPONSABILE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

Ged. Primo FALCIONI

GIOVANE PROFESSIONISTA

Arch. Michele D'AMICO

ATI | Titolare del servizio di progettazione definitiva ed esecutiva e coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione

CONSULENTI (ai sensi del D.lgs. n. 50/2016)
Arch. Clelia Dell'Arciprete - Arch. Sara Menna - Ing. Francesca Orsini - Ing. Marianna Sabia

Capogruppo

Mandante



INSIGHT & Co. S.r.l.

Via Tiburtina Valeria, 149/1
65129 Pescara (PE)
Tel. 085/4159367 - Fax. 085.2192520
e-mail: direzionetecnica@insight.co.it
PEC: insight@arubapec.it



S.A.G.I. S.r.l.

Società per l'Ambiente, la Geologia e l'Ingegneria
Via Pasubio,20
63074 San Benedetto del Tronto (AP)
Tel. e Fax. 0735.757580
e-mail: info@sagistudio.it
PEC: info@pec.sagistudio.it

Mandante



Via Spaventa,10
63039 Sulmona (AQ)
Tel. 0864.51619 e Fax. 0864.576003
e-mail: studiotecnico@progettointegrato.it
PEC: massimo.gerosolimoporziella@ing.pe.eu

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE INDAGINI DIAGNOSTICHE

Elaborato num: PDE_STRU_02	Revisione: 00	Data: Ottobre 2022	Scala:	Nome file: PDE_STRU_02_REL.IND_r00
--------------------------------------	-------------------------	------------------------------	--------	--



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO

RAPPORTO DI PROVA

RdP2021056-A_Rev.1 del 23/09/2021



Oggetto della prova:	Indagini diagnostiche su edificio scolastico
Committente:	INSIGHT&CO S.R.L. via Tiburtina Valeria 149/1 Pescara
Località del cantiere:	Via Fratelli Cortesi, 48022 Lugo RA
Responsabile Tecnico di Prova	Dott. Ing. Davide Basile Tecnico certificato UNI EN ISO 9712 e UNI/Pdr 56:2019 III livello per metodi SC, UT, MG MO, MPT, TT, PC, ES, IM, CH. II livello per metodi DN VT indus.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:2001

1 GENERALITÀ	2
1.1 Riferimenti normativi	2
1.2 Personale tecnico che ha eseguito le operazioni di prova	2
2 MODALITÀ DELLE PROVE.....	3
2.1 Indagini visive su muratura mediante saggi	3
2.2 Prova con martinetti piatti doppi su muratura.....	3
2.3 Stima della resistenza a scorrimento di mattoni – resistenza a taglio “ τ ” dei giunti di malta in presenza dei carichi verticali ..	5
2.4 Stimare con penetrometro la resistenza in situ della malta della muratura.....	6
3 INDICAZIONE IN PIANTA DELLE ZONE DI PROVA ()	7
4 RISULTATI DELLE INDAGINI	12
4.1 Indagini visive su muratura mediante saggi	12
4.2 Martinetti piatti doppi	17
4.3 Prove scorrimento (Shove tests)	36
4.4 Prova penetrometrica per la stima della resistenza in situ della malta della muratura.	40
5 TARATURA STRUMENTI LABORATORIO AUTORIZZATO	44



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

1 Generalità

In data 25-26 agosto 2021 è stata effettuata una campagna di indagini diagnostiche, secondo le modalità e tempistiche richieste dal Committente, presso edificio sito in via Fratelli Cortesi 2, Lugo RA.

L'intervento, eseguito secondo richiesta del Committente, che ha indicato l'ubicazione, il numero e la tipologia di prove necessarie all'indagine, è consistito nel:

- eseguire indagini visive su muratura mediante saggi;
- stimare le caratteristiche di deformabilità delle murature portanti mediante test con martinetti piatti doppi.
- eseguire prova penetrometrica su malta per stimarne la resistenza a compressione;
- stimare la resistenza a taglio dei giunti di malta tra i laterizi (in presenza dei carichi verticali in essere nelle zone di prova).

Le metodologie applicate e punti di prova, sono stati indicati e concordati dal gruppo di progettazione e dalla committenza. Il professionista si assume la responsabilità per la precisione delle misure effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio al progettista al quale spettano verifica ed approvazione.

1.1 Riferimenti normativi

- ASTM International C1197-14a “Standard test method for in situ measurement of masonry deformability properties using the flatjack method;
- D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21/01/2019, n. 7 C.S.LL.PP.

1.2 Personale tecnico che ha eseguito le operazioni di prova

Ha eseguito le operazioni di prova:

- Dott. Ing. Davide Basile;
- Dott. Ing. Carmine Errico
- Sig. Antonino Basile.
- Dott. Geol. Alberto Trivoli



2 Modalità delle prove

2.1 Indagini visive su muratura mediante saggi

L'esame della qualità muraria ha come finalità principale quella di stabilire se la muratura in esame è capace di un comportamento strutturale idoneo a sostenere le azioni statiche e dinamiche prevedibili per l'edificio in oggetto. È di fondamentale importanza non solo caratterizzare la muratura per stimarne i parametri meccanici, ma verificare attraverso saggi visivi come essa è stata apparecchiata.

L'esame visivo è condotto mediante la rimozione di un'area dell'intonaco di almeno 1 m x 1 m al fine di individuare la tipologia e la tessitura del paramento murario in esame. Permette inoltre di individuare la presenza di elementi strutturali non a vista, nicchie o cavedi per alloggiamento dell'impiantistica e, se effettuati in corrispondenza dell'innesto tra due murature, il relativo grado di ammorsamento. Di particolare importanza risulta la presenza o meno di elementi di collegamento trasversali (es. diatoni), la forma, la tipologia e dimensione degli elementi, la tessitura, l'orizzontalità delle giaciture, il regolare sfalsamento dei giunti, la qualità e consistenza della malta.

Indagine necessaria al fine di stabilire un adeguato livello di conoscenza degli elementi costruttivi secondo il DM 17/01/2018 e la relativa Circolare 21/01/2019 n.7.

2.2 Prova con martinetti piatti doppi su muratura.

2.2.1 Attrezzatura di prova

Per l'esecuzione della prova di martinetti piatti è stata utilizzata la seguente attrezzatura:

- martinetti piatti oleodinamici semiovali Novatest, dimensioni 360 x 250 cm, per la determinazione dello stato di sollecitazione e delle caratteristiche di deformabilità della muratura;
- mototroncatrice a disco diamantato per la realizzazione di un taglio con profondità di 26 cm nella muratura, lungo i giunti di malta orizzontali, per l'inserimento dei martinetti piatti;
- pompa manuale per martinetti piatti;
- manometro digitale AEP 700 bar CL18 matr. 924086 Certificato Taratura Certificato 274/20.
- deformometro meccanico di precisione DN250/10 CL68 con comparatore millesimale Mitutoyo Certificato 263/20.

2.2.2 Preparazione della zona di prova

Preventivamente alla scelta della zona di prova sono stati effettuati i saggi per verificare che la tipologia di muratura fosse paragonabile ad altre riscontrate all'interno del fabbricato.

Individuata una porzione muraria apparentemente omogenea, si è proceduto rimuovere l'intonaco per scegliere una zona di muratura più adatta all'esecuzione del test con martinetti piatti.

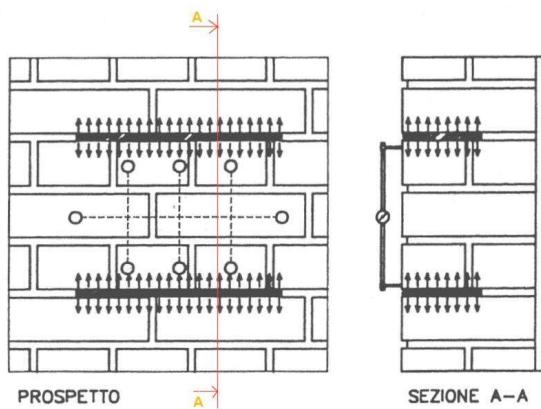


Posizionate le basi di misura per le rilevazioni deformometriche tramite un collante rigido a rapido indurimento, si è proceduto all'esecuzione dei due tagli mediante la mototroncatrice eccentrica e all'inserimento dei martinetti piatti semiovali, che sono stati poi collegati alla pompa oleodinamica. I martinetti piatti si inseriscono di misura al taglio effettuato con la sega eccentrica.

2.2.3 Stima delle caratteristiche di deformabilità della muratura

La determinazione delle caratteristiche di deformabilità della muratura viene effettuata praticando due tagli orizzontali paralleli ad una distanza compresa tra 1 e 1,5 volte la larghezza del martinetto utilizzato. La condizione risultante equivale ad una compressione monoassiale della porzione di muratura compresa fra i due tagli, in direzione ortogonale al piano di posa dei mattoni, che consentirà la stima della resistenza a compressione e del modulo elastico. Il materiale su cui viene eseguita la prova è di norma molto eterogeneo, facendo questa tipologia di indagine si fa sì che i valori misurati corrispondano ai più rappresentativi possibili di un comportamento medio della apparecchiatura muraria presa in esame. Le condizioni che caratterizzano tale prova sono costituite dal tipo di compressione uniaxiale e dal fatto che la porzione di struttura muraria in esame ha dei vincoli particolari non simmetrici ed a volte non del tutto ben definiti. Per la prova con n.2 martinetti (si veda il disegno schematico seguente), inseriti in altrettanti tagli piani paralleli e sovrapposti, la messa in pressione idraulica dei due martinetti è realizzata con un doppio circuito. Le basi deformometriche (longitudinali e trasversali) installate sulla faccia della porzione di muratura in prova, interposta fra i due martinetti, consentono di ottenere il quadro completo del suo comportamento deformativo e di consuetudine se ne applicano 3÷4 in direzione verticale e 1÷2 in direzione orizzontale. Il calcolo della deformabilità è eseguito applicando il carico per cicli di carico e scarico, con intensità crescente.

SCHEMA DELLA PROVA CON DOPPIO MARTINETTO PER LA STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMAZIONE



Il valore del modulo elastico verticale (longitudinale) della muratura è determinato dalla relazione:



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

$$E_v = \frac{\sigma}{\varepsilon_v}$$

dove: ε_v =deformazione verticale (longitudinale) misurata in prossimità dell'asse di mezzeria dell'elemento murario delimitato dai due martinetti.

Il valore del modulo elastico orizzontale (trasversale) della muratura è determinato dalla relazione:

$$E_t = \frac{\sigma}{\varepsilon_t}$$

dove: ε_t =deformazione orizzontale (trasversale) misurata dalle basi di misura applicate sull'elemento murario delimitato dai due martinetti.

I moduli elastici riportati nelle tabelle alle varie entità di carico si riferiscono a:

$$E_{tg} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

dove: E_{tg} =modulo elastico tangente, ovvero il rapporto tra gli incrementi $\Delta\sigma$ ed $\Delta\varepsilon$ relativi all'intervallo tra la fase di carico rispettiva e quella immediatamente precedente. Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

2.3 Stima della resistenza a scorrimento di mattoni – resistenza a taglio “ τ ” dei giunti di malta in presenza dei carichi verticali.

Il test ha come fine la stima del carico di resistenza ultima per scorrimento di un mattone tra due giunti di malta e viene effettuato applicando al mattone stesso, mediante pistone cilindrico, una forza laterale in modo da esercitare una tensione tangenziale sulla malta (taglio τ). La prova viene eseguita sotto la tensione verticale di compressione agente (stato tensionale presente nella zona di prova al momento dell'esecuzione del test). Il carico viene incrementato per step (fasi) durante i quali sono monitorati gli spostamenti orizzontali del mattone.

2.3.1 Apparecchiatura di prova.

Per l'esecuzione della prova di scorrimento su murature è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- martinetto cilindrico CL04 oleodinamico da 200kN Certificato 259/20.
- pompa manuale;
- manometro digitale AEP 700 bar CL18 matr. 924086 Certificato Taratura Certificato 274/20.
- deformometro meccanico di precisione DN250/10 CL68 con comparatore millesimale Mitutoyo Certificato 263/20.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

2.4 Stimare con penetrometro la resistenza in situ della malta della muratura.

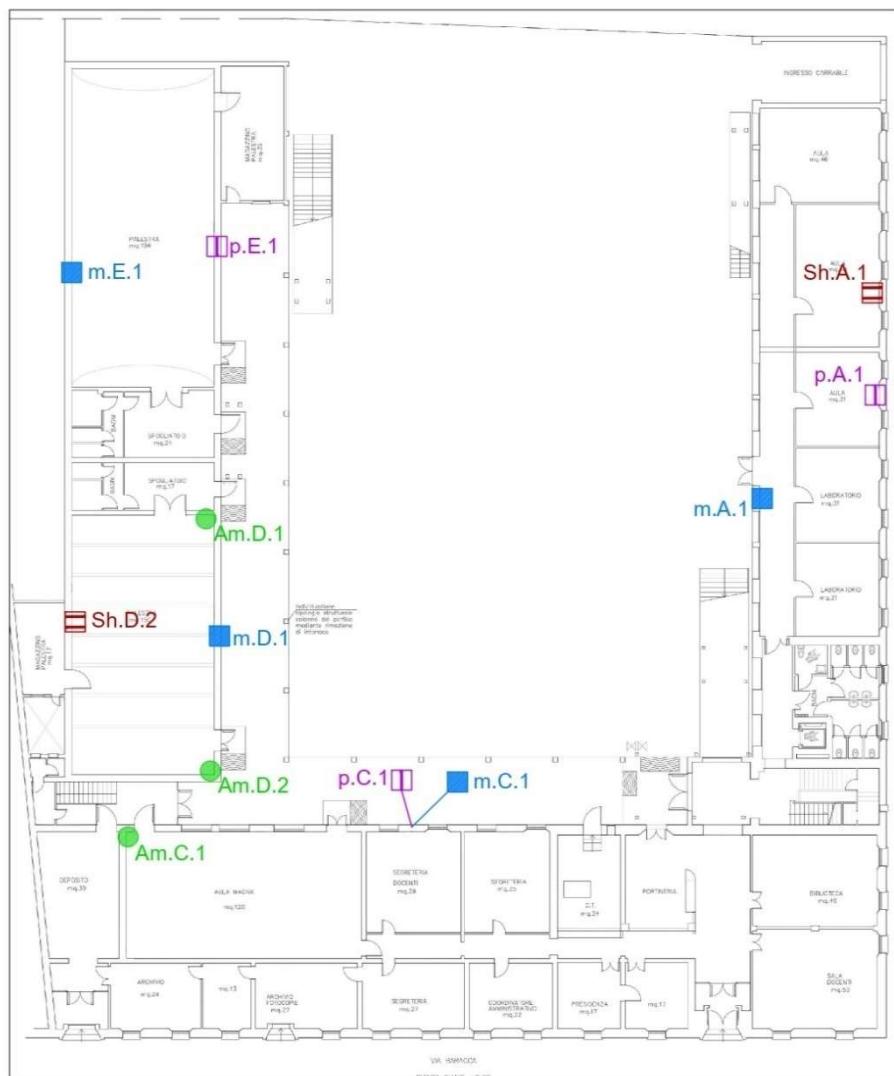
Si tratta di un metodo di rilevamento basato sulla relazione tra la profondità di penetrazione del chiodo nella malta e la resistenza alla compressione della stessa. Inserire un chiodo nel mortaio usando il carico della molla di compressione. Testare la profondità di penetrazione del chiodo e convertire la resistenza alla compressione della malta secondo la curva di misurazione della forza. Il metodo di penetrazione è facile, preciso e a basso costo. Lo strumento è conforme alle norme

ASTM C803.



3 Indicazione in pianta delle zone di prova (1)

Nei fogli seguenti sono riportati i disegni schematici in pianta del fabbricato con indicate le zone di ubicazione delle prove (fornita dal Committente).



Pianta Piano Terra

Legenda

●	Am: Indagine visiva (rilevo ammorsamento)
■	m: Martinetto piatto
□	p: Prova penetrazione malta
■	Sh: Shove test

Posizionamento prove piano terra.

¹ secondo le richieste del Committente



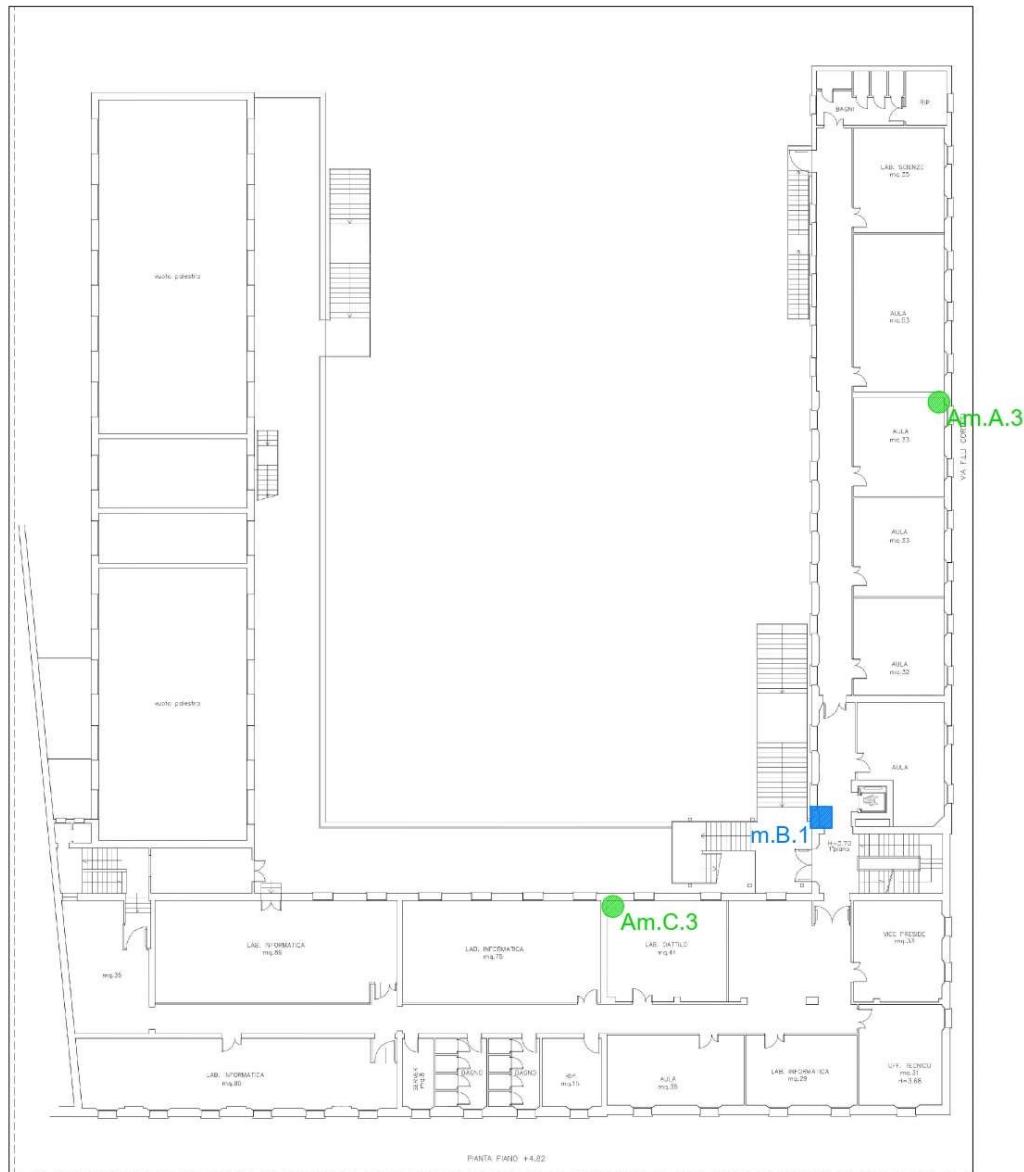
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione, su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



Pianta Piano Primo

Legenda

- Am: Indagine visiva (rilievo ammorsamento)
 - m: Martinetto piatto

Posizionamento prove piano primo.

Sede Legale: Via Romeo Sud 264/B - 48124 Ravenna (RA) - Cell. +39 3389780997 - P.IVA e C. Fisc. 02568840397
REA: RA 13513 - **PEC:** classedil@cert.cna.it - **E-Mail:** classedilsrl@gmail.com - **Web Site:** www.classedil.it



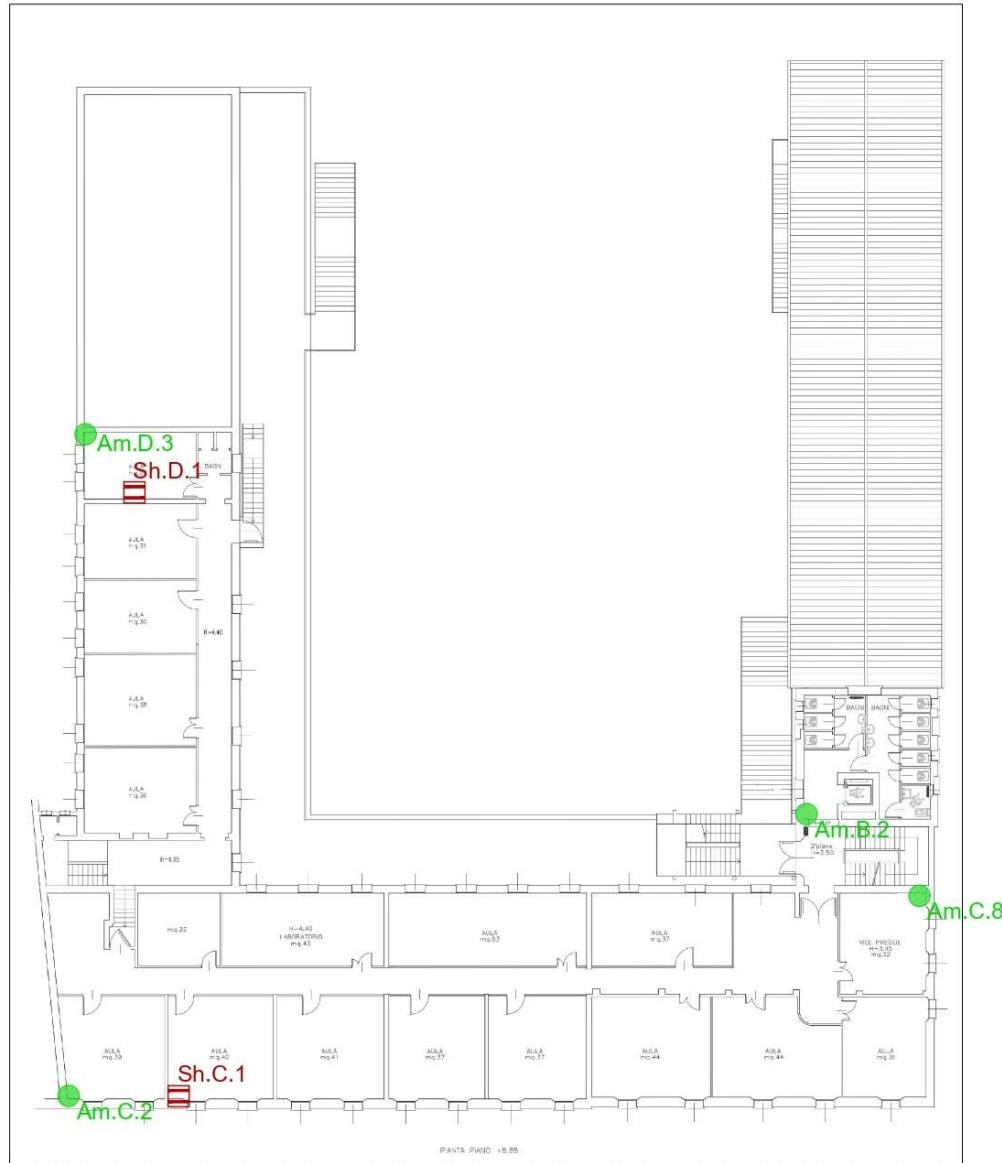
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



Posizionamento prove piano secondo.



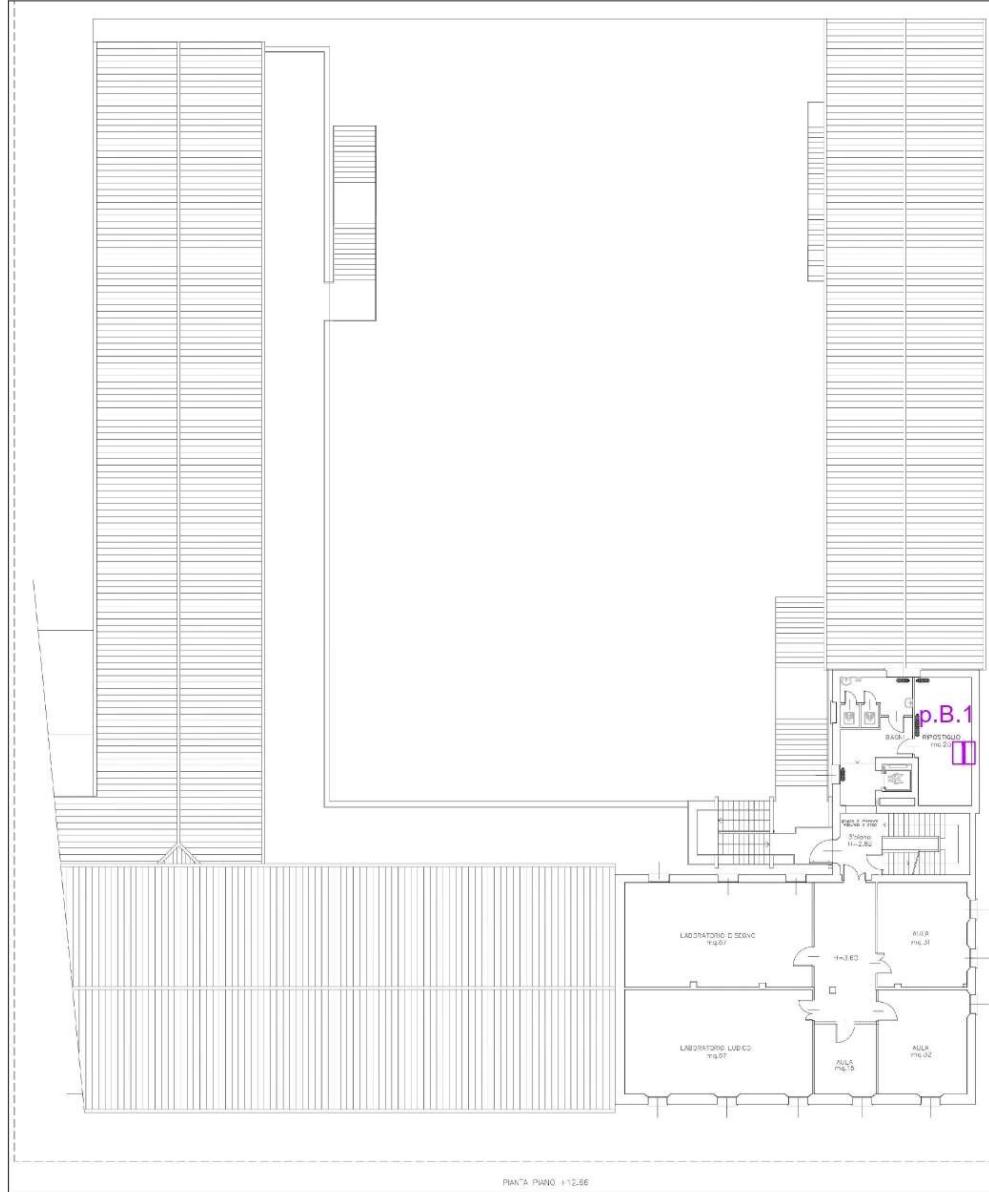
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione, su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



Pianta Piano Terzo

Legenda

II p: Prova penetrazione malta

Posizionamento prove piano terzo.



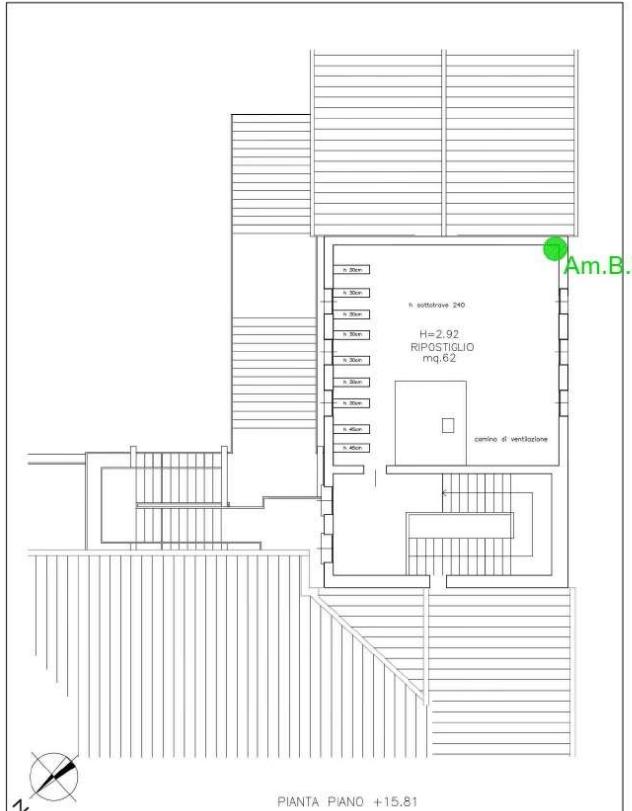
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



Pianta Piano Quarto

Legenda

● Am:	Indagine visiva (rilevo ammorsamento)
■ Sh:	Shove test

Posizionamento prove piano terzo.



4 Risultati delle indagini

4.1 Indagini visive su muratura mediante saggi

4.1.1 Am.D.1

Posizione del paramento	Piano Terra
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 5,5 / 6 cm, lunghezza 28 cm, larghezza 14 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Cattivo ammorsamento, sovrapposizione di solo 3 mattoni su 8 corsi esaminati
Immagini dell'indagine	

4.1.2 Am.D.2

Posizione del paramento	Piano Terra
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 5,5 / 6 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento
Immagini dell'indagine	



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.1.3 Am.C.1

Posizione del paramento	Piano Terra
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 6 cm, lunghezza 28,5 cm, larghezza 14 cm
Spessore giunti	Variabile da 2 a 2,5 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento, solo 1 corso non ammorsato di quelli esaminati
Immagini dell'indagine	

4.1.4 Am.A.3

Posizione del paramento	Piano Primo
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni, forati e calcestruzzo
Dimensione elementi	Mattone pieno: Altezza 6 cm, larghezza 13,5 / 14 cm Forato: Altezza 14 cm, lunghezza 27 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2,5 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento
Immagini dell'indagine	



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.1.5 Am.C.3

Posizione del paramento	Piano Primo
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 5 / 6 cm, lunghezza 28,5 / 29 cm, larghezza 14 / 15 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Nessun ammorsamento rilevabile
Immagini dell'indagine	

4.1.6 Am.D.3

Posizione del paramento	Piano Quarto
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 5,5 / 6 cm, lunghezza 27,5 / 28,5 cm, larghezza 13,5/ 14,5 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2,5 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.1.7 Am.C.2

Posizione del paramento	Piano Secondo
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 5 / 6 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento
Immagini dell'indagine	

4.1.8 Am.B.2

Posizione del paramento	Piano Secondo
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 6 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento
Immagini dell'indagine	



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.1.9 Am.C.8

Posizione del paramento	Piano Secondo
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza variabile da 5 a 6 cm, larghezza 14 / 15 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Nessun ammorsamento rilevabile, presenza vano tecnico
Immagini dell'indagine	

4.1.10 Am.B.3

Posizione del paramento	Piano Quarto
Tipologia degli elementi	Mattoni pieni
Dimensione elementi	Altezza 5,5 / 6 cm, lunghezza 27,5 / 28,5 cm, larghezza 13,5/ 14,5 cm
Spessore giunti	Variabile da 1 a 2 cm
Ammorsamento	Buon ammorsamento
Immagini dell'indagine	



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.2 Martinetti piatti doppi

4.2.1 M.A.1

Materiale impiegato: n°2 martinetti piatti 350 x260mm.

Punto M.A.1	Carico max raggiunto “σ” [N/mm ²]	Descrizione muratura e note di prova:
Piano Terra	2,23	<p>La muratura testata è formata da mattoni pieni. Dimensione media degli elementi 28 x 5.5 x 13,5 cm.</p> <p>I letti di malta sono omogenei e vanno a compensare i vuoti tra i vari elementi con spessori in media di 15 mm.</p> <p>L'apparecchiatura presenta sia diatoni che ortostati con giunti verticali sfalsati.</p>



M.A.1 – Configurazione di prova e posizionamento prova



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

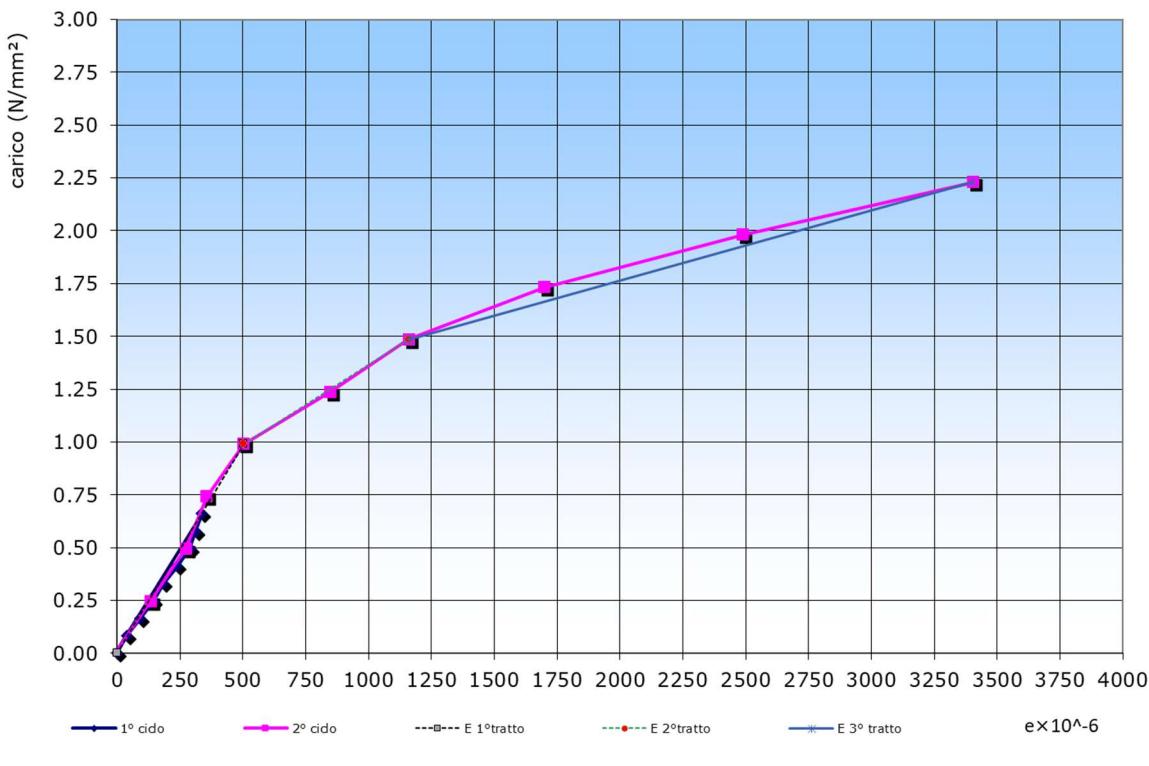


UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA

BASI DI MISURA LONGITUDINALI - PROVA M.A.1

Pressione P (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura longitudinali										Estensione media (mm)	Deformaz. media g × 10⁻⁶	E tangente (N/mm²)	
		L1 (mm)	Δ 1 (mm)	Defor. 1 g × 10⁻⁶	L2 (mm)	Δ 2 g × 10⁻⁶	Defor. 2 g × 10⁻⁶	L3 (mm)	Δ 3 g × 10⁻⁶	Defor. 3 g × 10⁻⁶	L4 (mm)	Δ 4 g × 10⁻⁶	Defor. 4 g × 10⁻⁶		
0.0	0.00	250.080			250.267			249.866			249.913			0	
1.0	0.08	250.075	0.005	20	250.260	0.007	28	249.851	0.015	60	249.901	0.012	48	0.010	39
2.0	0.17	250.060	0.020	80	250.250	0.017	68	249.836	0.030	120	249.888	0.025	100	0.023	92
3.0	0.25	250.034	0.046	184	250.246	0.021	84	249.812	0.054	216	249.889	0.024	96	0.036	145
4.0	0.33	250.034	0.046	184	250.215	0.052	208	249.811	0.055	220	249.882	0.031	124	0.046	184
5.0	0.41	250.024	0.056	224	250.205	0.062	248	249.788	0.078	312	249.870	0.043	172	0.060	239
6.0	0.50	250.022	0.058	232	250.197	0.070	280	249.763	0.103	412	249.854	0.059	236	0.073	290
7.0	0.58	250.021	0.059	236	250.193	0.074	296	249.753	0.113	452	249.847	0.066	264	0.078	312
8.0	0.66	250.011	0.069	276	250.184	0.083	332	249.751	0.115	460	249.843	0.070	280	0.084	337
0.0	0.00	250.093	-0.013	-52	250.260	0.007	28	249.866	0.000	0	249.913	0.000	0	-0.001	-6
3.0	0.25	250.045	0.035	140	250.237	0.030	120	249.817	0.049	196	249.893	0.020	80	0.034	134
6.0	0.50	250.025	0.055	220	250.204	0.063	252	249.766	0.100	400	249.858	0.055	220	0.068	273
9.0	0.74	250.008	0.072	288	250.179	0.088	352	249.745	0.121	484	249.837	0.076	304	0.089	357
12.0	0.99	249.980	0.100	400	250.141	0.126	503	249.700	0.166	664	249.802	0.111	444	0.126	503
15.0	1.24	249.918	0.162	648	250.050	0.217	867	249.589	0.277	1109	249.720	0.193	772	0.212	849
18.0	1.49	249.868	0.212	848	249.976	0.291	1163	249.482	0.384	1537	249.640	0.273	1092	0.290	1160
21.0	1.73	249.763	0.317	1268	249.840	0.427	1706	249.309	0.557	2229	249.514	0.399	1597	0.425	1700
24.0	1.98	249.602	0.478	1911	249.645	0.622	2485	249.060	0.806	3226	249.330	0.583	2333	0.622	2489
27.0	2.23	249.440	0.640	2559	249.412	0.855	3416	248.741	1.125	4502	249.128	0.785	3141	0.851	3405



M.A.1 - Diagramma carico-deformazione basi verticali



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

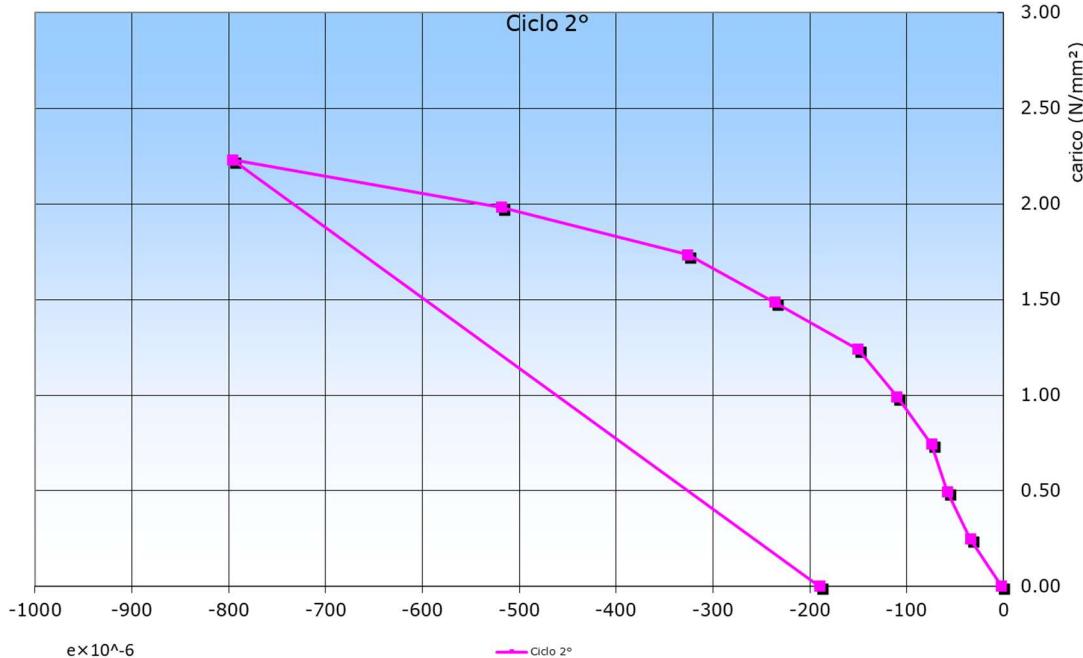
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA BASI DI MISURA TRASVERSALI - PROVA M.A.1

Pressione p (bar)	Carico "σ" (N/mm ²)	Basi di misura trasversali						Estensione media (mm)	Deformaz. Media ε × 10 ⁻⁶	E trasvers. tangente (N/mm ²)
		L5 (mm)	Δ 5 (mm)	Defor. 5 ε × 10 ⁻⁶	L6 (mm)	Δ 6 (mm)	Defor. 6 ε × 10 ⁻⁶			
0.0	0.00	249.990			250.120					
1.0	0.08	249.994	-0.004	-16	250.122	-0.002	-8	-0.003	-12	-6881
2.0	0.17	249.999	-0.009	-36	250.122	-0.002	-8	-0.005	-22	-8256
3.0	0.25	250.000	-0.010	-40	250.124	-0.004	-16	-0.007	-28	-13764
4.0	0.33	250.001	-0.011	-44	250.124	-0.004	-16	-0.007	-30	-41278
5.0	0.41	250.002	-0.012	-48	250.125	-0.005	-20	-0.008	-34	-20645
6.0	0.50	250.007	-0.017	-68	250.126	-0.006	-24	-0.011	-46	-6880
7.0	0.58	250.011	-0.021	-84	250.130	-0.010	-40	-0.015	-62	-5161
8.0	0.66	250.013	-0.023	-92	250.130	-0.010	-40	-0.016	-66	-20639
0.0	0.00	249.990	0.000	0	250.121	-0.001	-4	-0.001	-2	-10321
3.0	0.25	250.003	-0.013	-52	250.124	-0.004	-16	-0.008	-34	-7740
6.0	0.50	250.009	-0.019	-76	250.130	-0.010	-40	-0.014	-58	-10322
9.0	0.74	250.015	-0.025	-100	250.132	-0.012	-48	-0.018	-74	-15481
12.0	0.99	250.026	-0.036	-144	250.139	-0.019	-76	-0.028	-110	-6881
15.0	1.24	250.040	-0.050	-200	250.145	-0.025	-100	-0.037	-150	-6193
18.0	1.49	250.069	-0.079	-316	250.159	-0.039	-156	-0.059	-236	-2880
21.0	1.73	250.095	-0.105	-420	250.178	-0.058	-232	-0.081	-326	-2752
24.0	1.98	250.149	-0.159	-636	250.220	-0.100	-400	-0.129	-518	-1290
27.0	2.23	250.223	-0.233	-932	250.285	-0.165	-660	-0.199	-796	-891
0.0	0.00	250.052	-0.062	-248	250.153	-0.033	-132	-0.047	-190	-3679



M.A.1 - Diagramma carico-deformazione basi orizzontali.

CLASSEDIL S.r.l.



Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:2001

N.B. I moduli elastici tangenti riportati nelle tabelle alle varie entità di carico si riferiscono a: $E_{tg} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ ovvero il rapporto tra gli incrementi medi relativi all'intervallo tra la fase di carico rispettiva e quella immediatamente precedente. Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

Di seguito è riportata, al solo scopo indicativo, una nostra personale stima del modulo elastico derivata dalla pendenza del primo tratto pressoché costante della curva carico-spostamento (visibile qui sopra). I valori riportati sono una media delle pendenze di ciascun punto con il riferimento di inizio ciclo o di un insieme di valori costituenti un tratto a pendenza costante, scelto a nostra discrezione visivamente sul grafico.

Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

- Modulo elastico 1° tratto da 0 a 0,99 N/mm²: 1970 N/mm²
- Modulo elastico 2° tratto da 0,99 a 1,49 N/mm²: 754 N/mm²
- Modulo elastico 3° tratto da 1,49 a 2,48 N/mm²: 331 N/mm²



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.2.2 M.B.1

Materiale impiegato: n°2 martinetti piatti 350 x260mm.

Punto M.B.1	Carico max raggiunto “σ” [N/mm ²]	Descrizione muratura e note di prova:
Piano Terra	2,97	<p>La muratura testata è formata da mattoni pieni. Dimensione media degli elementi 28 x 5.5 x 14 cm.</p> <p>I letti di malta sono omogenei e vanno a compensare i vuoti tra i vari elementi con spessori in media di 15 mm.</p> <p>L'apparecchiatura presenta sia diatoni che ortostati con giunti verticali sfalsati.</p>



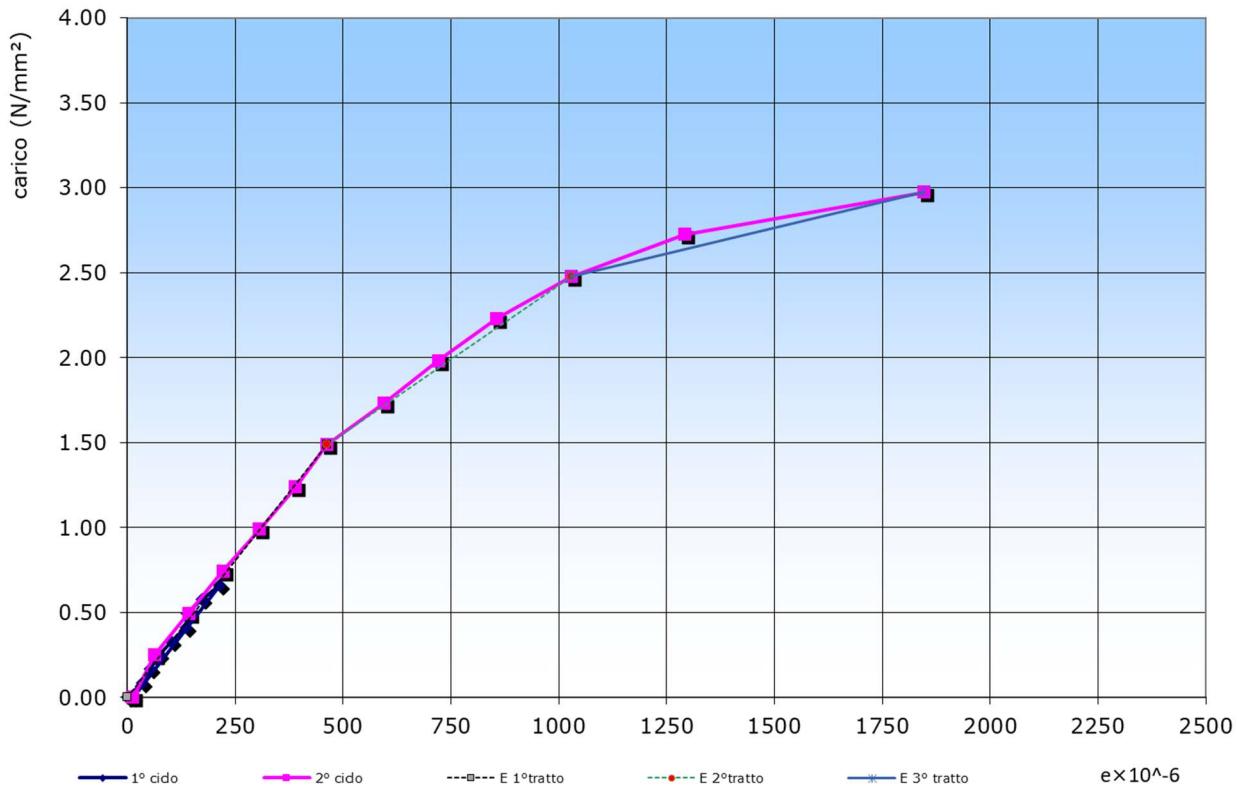
M.B.1 – Configurazione di prova e posizionamento prova



STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA

BASI DI MISURA LONGITUDINALI - PROVA M.B.1

Pressione P (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura longitudinali												Estensione media (mm)	Deformaz. media ε × 10⁻⁶	E tangente (N/mm²)
		L1 (mm)	Δ 1 (mm)	Defor. 1 ε × 10⁻⁶	L2 (mm)	Δ 2 <th>Defor. 2 ε × 10⁻⁶</th> <th>L3 (mm)</th> <th>Δ 3 ε × 10⁻⁶</th> <th>Defor. 3 ε × 10⁻⁶</th> <th>L4 (mm)</th> <th>Δ 4 ε × 10⁻⁶</th> <th>Defor. 4 ε × 10⁻⁶</th> <th data-kind="ghost"></th> <th data-kind="ghost"></th> <th data-kind="ghost"></th>	Defor. 2 ε × 10⁻⁶	L3 (mm)	Δ 3 ε × 10⁻⁶	Defor. 3 ε × 10⁻⁶	L4 (mm)	Δ 4 ε × 10⁻⁶	Defor. 4 ε × 10⁻⁶			
0.0	0.00	249.837			249.974			250.105			250.070			0		
1.0	0.08	249.829	0.008	32	249.964	0.010	40	250.094	0.011	44	250.064	0.006	24	0.009	35	2359
2.0	0.17	249.822	0.015	60	249.958	0.016	64	250.093	0.012	48	250.060	0.010	40	0.013	53	4586
3.0	0.25	249.820	0.017	68	249.948	0.026	104	250.087	0.018	72	250.058	0.012	48	0.018	73	4128
4.0	0.33	249.811	0.026	104	249.940	0.034	136	250.083	0.022	88	250.049	0.021	84	0.026	103	2752
5.0	0.41	249.806	0.031	124	249.930	0.044	176	250.076	0.029	116	250.038	0.032	128	0.034	136	2502
6.0	0.50	249.796	0.041	164	249.936	0.038	152	250.074	0.031	124	250.042	0.028	112	0.034	138	41153
7.0	0.58	249.792	0.045	180	249.918	0.056	224	250.064	0.041	164	250.038	0.032	128	0.043	174	2293
8.0	0.66	249.786	0.051	204	249.906	0.068	272	250.048	0.057	228	250.031	0.039	156	0.054	215	2014
0.0	0.00	249.836	0.001	4	249.967	0.007	28	250.102	0.003	12	250.068	0.002	8	0.003	13	3270
3.0	0.25	249.820	0.017	68	249.958	0.016	64	250.085	0.020	80	250.060	0.010	40	0.016	63	4953
6.0	0.50	249.795	0.042	168	249.933	0.041	164	250.073	0.032	128	250.043	0.027	108	0.035	142	3135
9.0	0.74	249.784	0.053	212	249.905	0.069	276	250.046	0.059	236	250.029	0.041	164	0.055	222	3096
12.0	0.99	249.761	0.076	304	249.890	0.084	336	250.003	0.102	408	250.025	0.045	180	0.077	307	2914
15.0	1.24	249.728	0.109	436	249.854	0.120	480	250.005	0.100	400	250.009	0.061	244	0.097	390	2983
18.0	1.49	249.695	0.142	568	249.818	0.156	624	249.983	0.122	488	250.028	0.042	168	0.115	462	3439
21.0	1.73	249.676	0.161	644	249.792	0.182	728	249.956	0.149	596	249.966	0.104	416	0.149	596	1849
24.0	1.98	249.640	0.197	789	249.748	0.226	904	249.927	0.178	712	249.950	0.120	480	0.180	721	1981
27.0	2.23	249.613	0.224	897	249.697	0.277	1108	249.888	0.216	864	249.930	0.140	560	0.214	857	1821
30.0	2.48	249.557	0.280	1121	249.652	0.322	1288	249.854	0.251	1004	249.894	0.176	704	0.257	1029	1440
33.0	2.72	249.498	0.339	1357	249.571	0.403	1612	249.788	0.317	1267	249.837	0.233	932	0.323	1292	942
36.0	2.97	249.361	0.476	1905	249.413	0.561	2244	249.613	0.492	1967	249.752	0.318	1272	0.462	1847	446

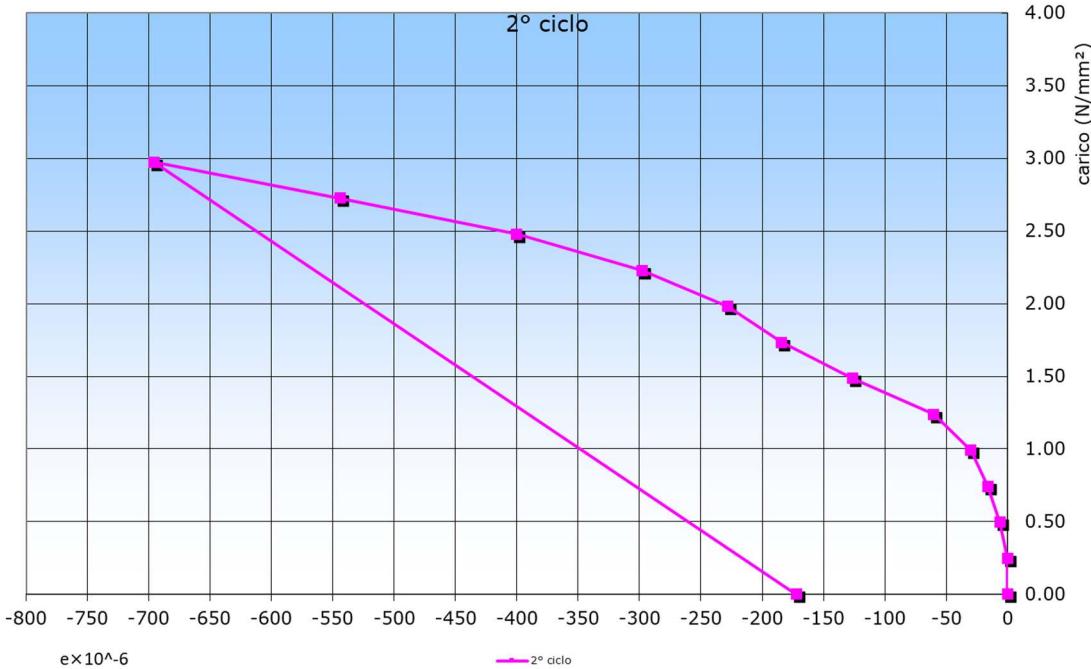


M.B.1 - Diagramma carico-deformazione basi verticali



STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA BASI DI MISURA TRASVERSALI - PROVA M.B.1

Pressione p (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura trasversali						Estensione media (mm)	Deformaz. Media ε × 10⁻⁶	Etrasvers. tangente (N/mm²)
		L5 (mm)	Δ 5 (mm)	Defor. 5 ε × 10⁻⁶	L6 (mm)	Δ 6 (mm)	Defor. 6 ε × 10⁻⁶			
0.0	0.00	249.950			250.008					
1.0	0.08	249.951	-0.001	-4	250.008	0.000	0	-0.001	-2	-41272
2.0	0.17	249.951	-0.001	-4	250.009	-0.001	-4	-0.001	-4	-41281
3.0	0.25	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	-41272
4.0	0.33	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	#DIV/0!
5.0	0.41	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	#DIV/0!
6.0	0.50	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	#DIV/0!
7.0	0.58	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	#DIV/0!
8.0	0.66	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	#DIV/0!
0.0	0.00	249.950	0.000	0	250.008	0.000	0	0.000	0	-110066
3.0	0.25	249.950	0.000	0	250.008	0.000	0	0.000	0	#DIV/0!
6.0	0.50	249.952	-0.002	-8	250.009	-0.001	-4	-0.001	-6	-41275
9.0	0.74	249.955	-0.005	-20	250.011	-0.003	-12	-0.004	-16	-24765
12.0	0.99	249.958	-0.008	-32	250.015	-0.007	-28	-0.007	-30	-17690
15.0	1.24	249.964	-0.014	-56	250.024	-0.016	-64	-0.015	-60	-8255
18.0	1.49	249.983	-0.033	-132	250.038	-0.030	-120	-0.032	-126	-3752
21.0	1.73	250.000	-0.050	-200	250.050	-0.042	-168	-0.046	-184	-4270
24.0	1.98	250.004	-0.054	-216	250.068	-0.060	-240	-0.057	-228	-5629
27.0	2.23	250.024	-0.074	-296	250.083	-0.075	-300	-0.075	-298	-3538
30.0	2.48	250.046	-0.096	-384	250.112	-0.104	-416	-0.100	-400	-2428
33.0	2.72	250.082	-0.132	-528	250.148	-0.140	-560	-0.136	-544	-1720
36.0	2.97	250.118	-0.168	-672	250.188	-0.180	-720	-0.174	-696	-1629
0.0	0.00	249.994	-0.044	-176	250.050	-0.042	-168	-0.043	-172	-5672



M.B.1 - Diagramma carico-deformazione basi orizzontali.

CLASSEDIL S.r.l.



Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

N.B. I moduli elastici tangenti riportati nelle tabelle alle varie entità di carico si riferiscono a: $E_{tg} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ ovvero il rapporto tra gli incrementi medi relativi all'intervallo tra la fase di carico rispettiva e quella immediatamente precedente. Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

Di seguito è riportata, al solo scopo indicativo, una nostra personale stima del modulo elastico derivata dalla pendenza del primo tratto pressoché costante della curva carico-spostamento (visibile qui sopra). I valori riportati sono una media delle pendenze di ciascun punto con il riferimento di inizio ciclo o di un insieme di valori costituenti un tratto a pendenza costante, scelto a nostra discrezione visivamente sul grafico.

Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

- Modulo elastico 1° tratto da 0 a 1,49 N/mm²: 3216 N/mm²
- Modulo elastico 2° tratto da 1,49 a 2,48 N/mm²: 1747 N/mm²
- Modulo elastico 3° tratto da 1,49 a 2,97 N/mm²: 606 N/mm²



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.2.3 M.C.1

Materiale impiegato: n°2 martinetti piatti 350 x260mm.

Punto M.C.1	Carico max raggiunto “σ” [N/mm ²]	Descrizione muratura e note di prova:
Piano Terra	3,47	<p>La muratura testata è formata da mattoni pieni. Dimensione media degli elementi 28.5 x 5.5 x 14 cm.</p> <p>I letti di malta sono omogenei e vanno a compensare i vuoti tra i vari elementi con spessori in media di 15 mm.</p> <p>L'apparecchiatura presenta sia diatoni che ortostati con giunti verticali sfalsati.</p>



M.C.1 – Configurazione di prova e posizionamento prova



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

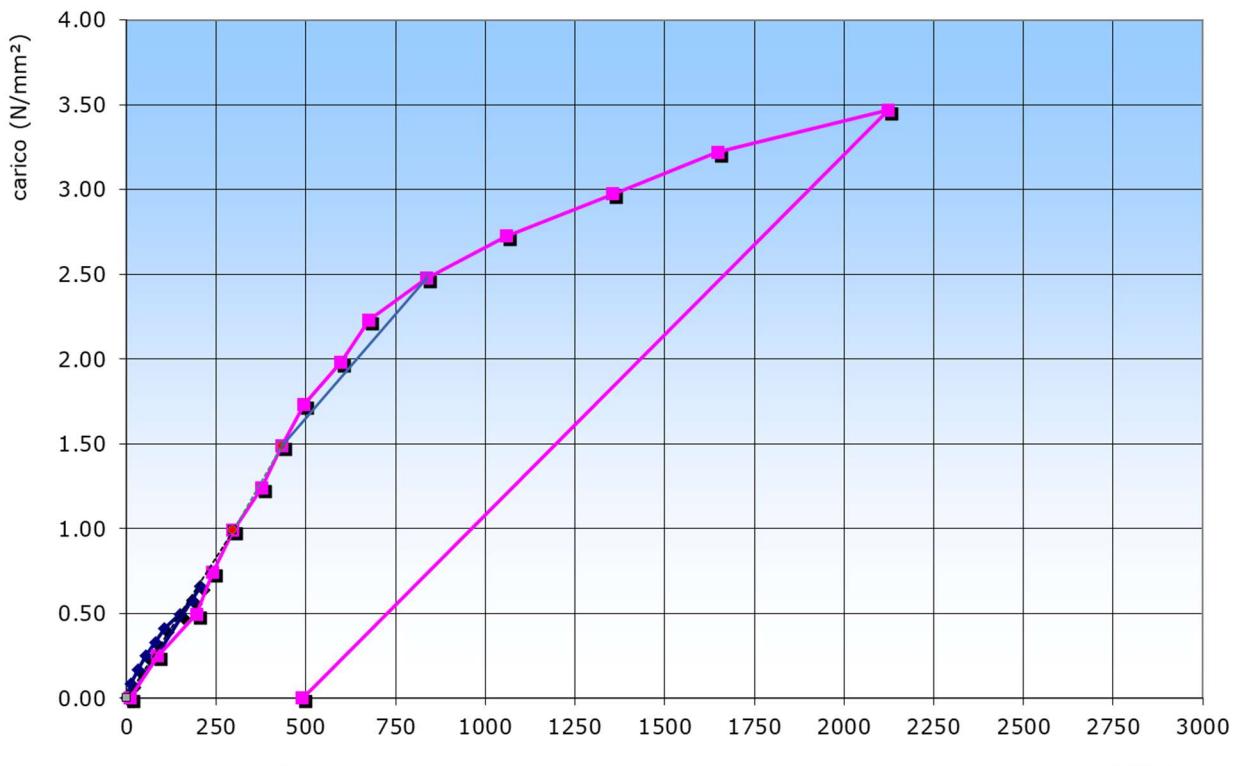


UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA

BASI DI MISURA LONGITUDINALI - PROVA M.C.1

Pressione P (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura longitudinali										Estensione media (mm)	Deformaz. media g × 10⁻⁶	E tangente (N/mm²)	
		L1 (mm)	Δ 1 (mm)	Defor. 1 g × 10⁻⁶	L2 (mm)	Δ 2 g × 10⁻⁶	Defor. 2 g × 10⁻⁶	L3 (mm)	Δ 3 g × 10⁻⁶	Defor. 3 g × 10⁻⁶	L4 (mm)	Δ 4 g × 10⁻⁶	Defor. 4 g × 10⁻⁶		
0.0	0.00	249.940			249.870			249.967			249.970			0	
1.0	0.08	249.937	0.003	12	249.865	0.005	20	249.967	0.000	0	249.966	0.004	16	0.003	12
2.0	0.17	249.930	0.010	40	249.861	0.009	36	249.965	0.002	8	249.959	0.011	44	0.008	32
3.0	0.25	249.925	0.015	60	249.854	0.016	64	249.960	0.007	28	249.954	0.016	64	0.013	54
4.0	0.33	249.917	0.023	92	249.850	0.020	80	249.952	0.015	60	249.947	0.023	92	0.020	81
5.0	0.41	249.910	0.030	120	249.842	0.028	112	249.949	0.018	72	249.940	0.030	120	0.026	106
6.0	0.50	249.900	0.040	160	249.832	0.038	152	249.937	0.030	120	249.929	0.041	164	0.037	149
7.0	0.58	249.892	0.048	192	249.830	0.040	160	249.927	0.040	160	249.915	0.055	220	0.046	183
8.0	0.66	249.888	0.052	208	249.823	0.047	188	249.922	0.045	180	249.907	0.063	252	0.052	207
0.0	0.00	249.940	0.000	0	249.865	0.005	20	249.968	-0.001	-4	249.964	0.006	24	0.003	10
3.0	0.25	249.925	0.015	60	249.845	0.025	100	249.947	0.020	80	249.944	0.026	104	0.022	86
6.0	0.50	249.889	0.051	204	249.822	0.048	192	249.925	0.042	168	249.916	0.054	216	0.049	195
9.0	0.74	249.886	0.054	216	249.808	0.062	248	249.912	0.055	220	249.900	0.070	280	0.060	241
12.0	0.99	249.876	0.064	256	249.792	0.078	312	249.901	0.066	264	249.881	0.089	356	0.074	297
15.0	1.24	249.847	0.093	372	249.773	0.097	388	249.889	0.078	312	249.862	0.108	432	0.094	376
18.0	1.49	249.841	0.099	396	249.762	0.108	432	249.871	0.096	384	249.840	0.130	520	0.108	433
21.0	1.73	249.813	0.127	508	249.758	0.112	448	249.864	0.103	412	249.817	0.153	612	0.124	495
24.0	1.98	249.805	0.135	540	249.737	0.133	532	249.836	0.131	524	249.772	0.198	792	0.149	597
27.0	2.23	249.792	0.148	592	249.715	0.155	620	249.830	0.137	548	249.734	0.236	944	0.169	676
30.0	2.48	249.762	0.178	712	249.689	0.181	724	249.801	0.166	664	249.659	0.311	1244	0.209	836
33.0	2.72	249.723	0.217	868	249.656	0.214	856	249.776	0.191	764	249.534	0.436	1744	0.264	1058
36.0	2.97	249.682	0.258	1032	249.616	0.254	1017	249.721	0.246	984	249.372	0.598	2392	0.339	1356
39.0	3.22	249.655	0.285	1140	249.589	0.281	1125	249.710	0.257	1028	249.146	0.824	3296	0.412	1647
42.0	3.47	249.625	0.315	1260	249.526	0.344	1377	249.632	0.335	1340	248.841	1.129	4517	0.531	2123
0.0	0.00	249.906	0.034	136	249.805	0.065	260	249.925	0.042	168	249.621	0.349	1396	0.122	490
															2123



M.C.1 - Diagramma carico-deformazione basi verticali



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

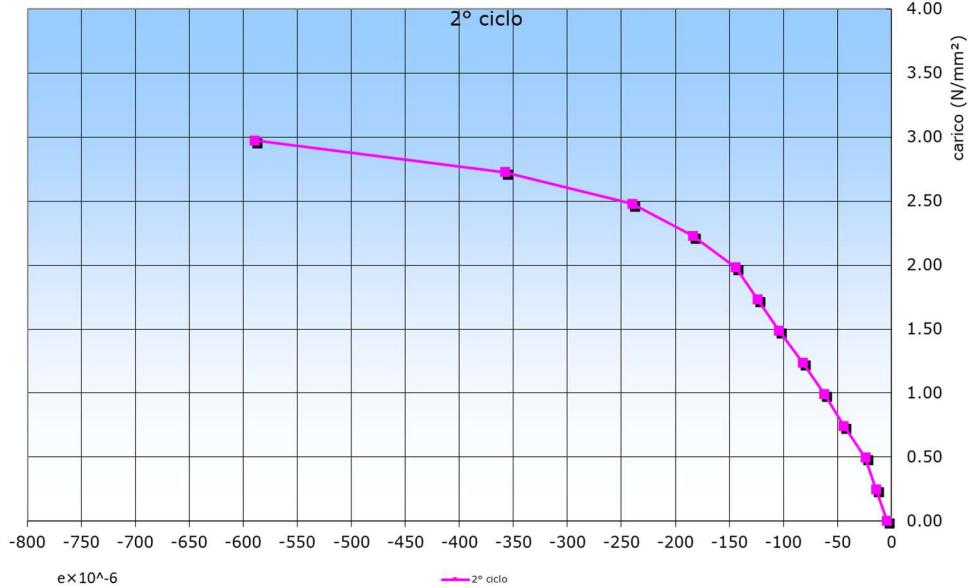
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA BASI DI MISURA TRASVERSALI - PROVA M.C.1

Pressione p (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura trasversali						Estensione media (mm)	Deformaz. Media ε × 10⁻⁶	E trasvers. tangente (N/mm²)
		L5 (mm)	Δ 5 (mm)	Defor. 5 ε × 10⁻⁶	L6 (mm)	Δ 6 (mm)	Defor. 6 ε × 10⁻⁶			
0.0	0.00	249.965			250.232					
1.0	0.08	249.969	-0.004	-16	250.233	-0.001	-4	-0.002	-10	-8257
2.0	0.17	249.972	-0.007	-28	250.235	-0.003	-12	-0.005	-20	-8258
3.0	0.25	249.973	-0.008	-32	250.244	-0.012	-48	-0.010	-40	-4131
4.0	0.33	249.974	-0.009	-36	250.245	-0.013	-52	-0.011	-44	-20648
5.0	0.41	249.975	-0.010	-40	250.246	-0.014	-56	-0.012	-48	-20648
6.0	0.50	249.977	-0.012	-48	250.246	-0.014	-56	-0.013	-52	-20637
7.0	0.58	249.980	-0.015	-60	250.248	-0.016	-64	-0.015	-62	-8258
8.0	0.66	249.982	-0.017	-68	250.250	-0.018	-72	-0.017	-70	-10324
0.0	0.00	249.965	0.000	0	250.234	-0.002	-8	-0.001	-4	-10011
3.0	0.25	249.970	-0.005	-20	250.234	-0.002	-8	-0.004	-14	-24765
6.0	0.50	249.972	-0.007	-28	250.237	-0.005	-20	-0.006	-24	-24780
9.0	0.74	249.979	-0.014	-56	250.240	-0.008	-32	-0.011	-44	-12386
12.0	0.99	249.985	-0.020	-80	250.243	-0.011	-44	-0.016	-62	-13763
15.0	1.24	249.990	-0.025	-100	250.248	-0.016	-64	-0.020	-82	-12389
18.0	1.49	249.994	-0.029	-116	250.255	-0.023	-92	-0.026	-104	-11264
21.0	1.73	249.998	-0.033	-132	250.261	-0.029	-116	-0.031	-124	-12390
24.0	1.98	250.001	-0.036	-144	250.268	-0.036	-144	-0.036	-144	-12392
27.0	2.23	250.010	-0.045	-180	250.279	-0.047	-188	-0.046	-184	-6195
30.0	2.48	250.030	-0.065	-260	250.287	-0.055	-220	-0.060	-240	-4424
33.0	2.72	250.062	-0.097	-388	250.314	-0.082	-328	-0.090	-358	-2100
36.0	2.97	250.123	-0.158	-632	250.369	-0.137	-547	-0.147	-590	-1068



M.C.1 - Diagramma carico-deformazione basi orizzontali.

N.B. I moduli elastici tangenti riportati nelle tabelle alle varie entità di carico si riferiscono a: $E_{tg} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ ovvero il rapporto tra gli incrementi medi relativi all'intervallo tra la fase di carico rispettiva e quella immediatamente precedente. Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

Di seguito è riportata, al solo scopo indicativo, una nostra personale stima del modulo elastico derivata dalla pendenza del primo tratto pressoché costante della curva carico-spostamento (visibile qui sopra). I valori riportati sono una media delle pendenze di ciascun punto con il riferimento di inizio ciclo o di un insieme di valori costituenti un tratto a pendenza costante, scelto a nostra discrezione visivamente sul grafico.

Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

- Modulo elastico 1° tratto da 0 a 2,23 N/mm²: 3297 N/mm²
- Modulo elastico 2° tratto da 2,72 a 1,49 N/mm²: 1296 N/mm²
- Modulo elastico 3° tratto da 2,72 a 3,22 N/mm²: 841 N/mm²



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.2.4 M.D.1

Materiale impiegato: n°2 martinetti piatti 350 x260mm.

Punto M.D.1	Carico max raggiunto “σ” [N/mm ²]	Descrizione muratura e note di prova:
Piano Terra	4,21	<p>La muratura testata è formata da mattoni pieni. Dimensione media degli elementi 29 x 5.5 x 14 cm.</p> <p>I letti di malta sono omogenei e vanno a compensare i vuoti tra i vari elementi con spessori in media di 18 mm.</p> <p>L'apparecchiatura presenta sia diatoni che ortostati con giunti verticali sfalsati.</p>



M.D.1 – Configurazione di prova e posizionamento prova



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

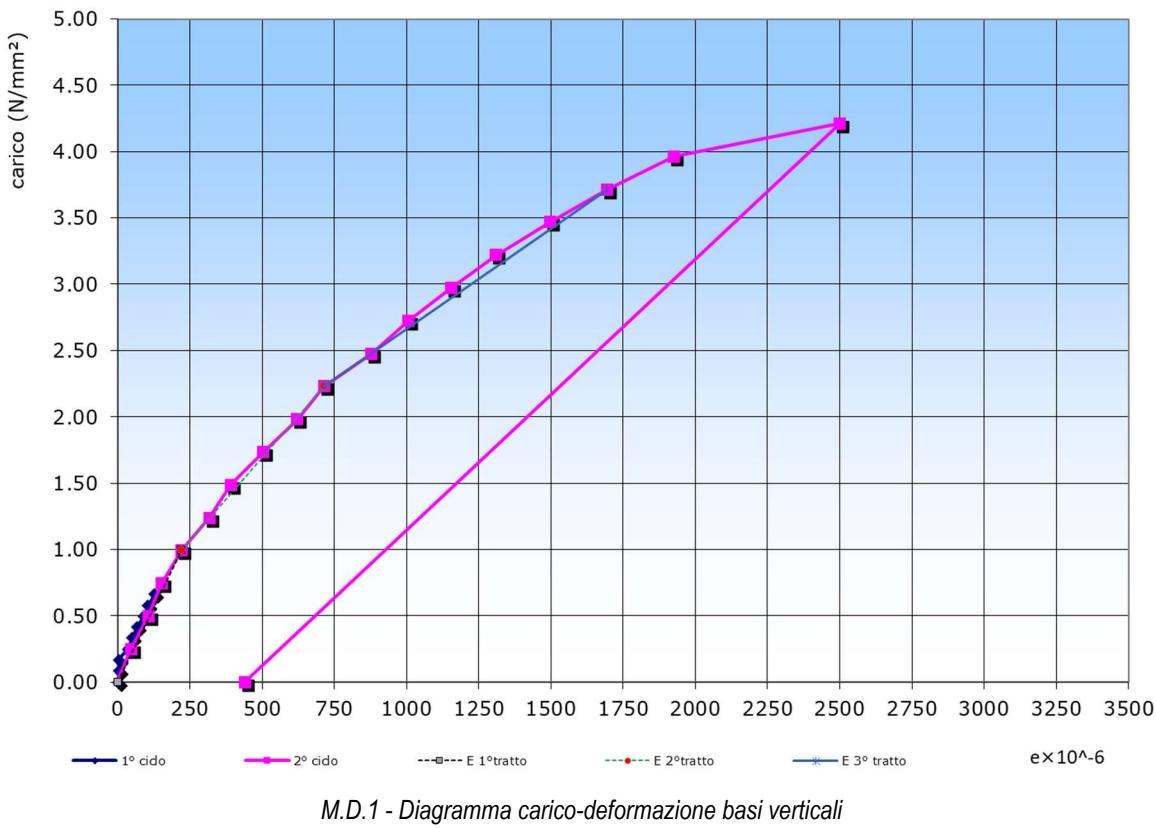


UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA

BASI DI MISURA LONGITUDINALI - PROVA M.D.1

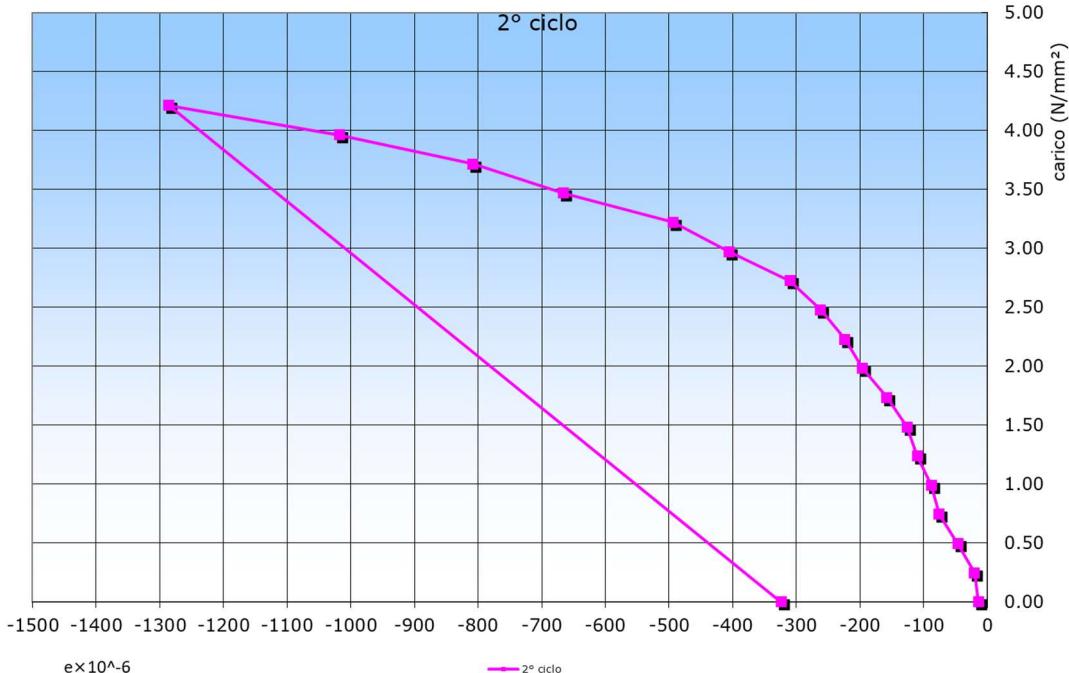
Pressione P (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura longitudinali												Estensione media (mm)	Deformaz. media ε × 10⁻⁶	E tangente (N/mm²)
		L1 (mm)	Δ 1 (mm)	Defor. 1 ε × 10⁻⁶	L2 (mm)	Δ 2 (mm)	Defor. 2 ε × 10⁻⁶	L3 (mm)	Δ 3 (mm)	Defor. 3 ε × 10⁻⁶	L4 (mm)	Δ 4 (mm)	Defor. 4 ε × 10⁻⁶			
0.0	0.00	249.707			249.955			249.941			249.992				0	
1.0	0.08	249.706	0.001	4	249.955	0.000	0	249.939	0.002	8	249.992	0.000	0	0.001	3	27505
2.0	0.17	249.706	0.001	4	249.955	0.000	0	249.939	0.002	8	249.992	0.000	0	0.001	3	#DIV/0!
3.0	0.25	249.690	0.017	68	249.949	0.006	24	249.936	0.005	20	249.985	0.007	28	0.009	35	2578
4.0	0.33	249.689	0.018	72	249.943	0.012	48	249.933	0.008	32	249.979	0.013	52	0.013	51	5159
5.0	0.41	249.684	0.023	92	249.939	0.016	64	249.928	0.013	52	249.977	0.015	60	0.017	67	5157
6.0	0.50	249.681	0.026	104	249.932	0.023	92	249.922	0.019	76	249.969	0.023	92	0.023	91	3439
7.0	0.58	249.677	0.030	120	249.928	0.027	108	249.922	0.019	76	249.963	0.029	116	0.026	105	5895
8.0	0.66	249.675	0.032	128	249.920	0.035	140	249.912	0.029	116	249.961	0.031	124	0.032	127	3752
0.0	0.00	249.708	-0.001	-4	249.955	0.000	0	249.940	0.001	4	249.995	-0.003	-12	-0.001	-3	
3.0	0.25	249.685	0.022	88	249.947	0.008	32	249.934	0.007	28	249.983	0.009	36	0.011	46	5052
6.0	0.50	249.670	0.037	148	249.925	0.030	120	249.922	0.019	76	249.972	0.020	80	0.026	106	4126
9.0	0.74	249.663	0.044	176	249.912	0.043	172	249.906	0.035	140	249.962	0.030	120	0.038	152	5383
12.0	0.99	249.652	0.055	220	249.903	0.052	208	249.888	0.053	212	249.932	0.060	240	0.055	220	3641
15.0	1.24	249.632	0.075	300	249.879	0.076	304	249.863	0.078	312	249.904	0.088	352	0.079	317	2552
18.0	1.49	249.620	0.087	348	249.849	0.106	424	249.843	0.098	392	249.891	0.101	404	0.098	392	3301
21.0	1.73	249.602	0.105	420	249.809	0.146	584	249.810	0.131	524	249.869	0.123	492	0.126	505	2191
24.0	1.98	249.579	0.128	513	249.790	0.165	660	249.778	0.163	652	249.827	0.165	660	0.155	621	2134
27.0	2.23	249.560	0.147	589	249.766	0.189	756	249.749	0.192	768	249.806	0.186	744	0.179	714	2662
30.0	2.48	249.527	0.180	721	249.728	0.227	908	249.702	0.239	956	249.760	0.232	928	0.220	878	1510
33.0	2.72	249.502	0.205	821	249.701	0.254	1016	249.663	0.278	1112	249.722	0.270	1080	0.252	1007	1919
36.0	2.97	249.474	0.233	933	249.672	0.283	1132	249.615	0.326	1304	249.678	0.314	1256	0.289	1156	1662
39.0	3.22	249.445	0.262	1049	249.638	0.317	1268	249.565	0.376	1504	249.638	0.354	1416	0.327	1309	1618
42.0	3.47	249.420	0.287	1149	249.598	0.357	1428	249.504	0.437	1748	249.576	0.416	1664	0.374	1498	1317
45.0	3.72	249.384	0.323	1294	249.557	0.398	1592	249.437	0.504	2016	249.522	0.470	1880	0.424	1696	1250
48.0	3.96	249.356	0.351	1406	249.504	0.451	1804	249.365	0.576	2305	249.444	0.548	2192	0.482	1927	1072
51.0	4.21	249.230	0.477	1910	249.340	0.615	2460	249.207	0.734	2937	249.318	0.674	2696	0.625	2501	431
0.0	0.00	249.630	0.077	308	249.862	0.093	372	249.802	0.139	556	249.861	0.131	524	0.110	440	2043





STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA BASI DI MISURA TRASVERSALI - PROVA M.D.1

Pressione p (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura trasversali						Estensione media (mm)	Deformaz. Media ε × 10⁻⁶	E trasvers. tangente (N/mm²)
		L5 (mm)	Δ 5 (mm)	Defor. 5 ε × 10⁻⁶	L6 (mm)	Δ 6 (mm)	Defor. 6 ε × 10⁻⁶			
0.0	0.00	250.040			249.977					
1.0	0.08	250.042	-0.002	-8	249.983	-0.006	-24	-0.004	-16	-5160
2.0	0.17	250.043	-0.003	-12	249.983	-0.006	-24	-0.005	-18	-41287
3.0	0.25	250.043	-0.003	-12	249.983	-0.006	-24	-0.005	-18	#DIV/0!
4.0	0.33	250.046	-0.006	-24	249.987	-0.010	-40	-0.008	-32	-5897
5.0	0.41	250.051	-0.011	-44	249.988	-0.011	-44	-0.011	-44	-6881
6.0	0.50	250.051	-0.011	-44	249.989	-0.012	-48	-0.011	-46	-41276
7.0	0.58	250.055	-0.015	-60	249.990	-0.013	-52	-0.014	-56	-8257
8.0	0.66	250.056	-0.016	-64	249.991	-0.014	-56	-0.015	-60	-20641
0.0	0.00	250.044	-0.004	-16	249.980	-0.003	-12	-0.004	-14	-14359
3.0	0.25	250.045	-0.005	-20	249.982	-0.005	-20	-0.005	-20	-41280
6.0	0.50	250.052	-0.012	-48	249.988	-0.011	-44	-0.011	-46	-9527
9.0	0.74	250.063	-0.023	-92	249.992	-0.015	-60	-0.019	-76	-8257
12.0	0.99	250.063	-0.023	-92	249.998	-0.021	-84	-0.022	-88	-20638
15.0	1.24	250.069	-0.029	-116	250.003	-0.026	-104	-0.027	-110	-11259
18.0	1.49	250.072	-0.032	-128	250.008	-0.031	-124	-0.032	-126	-15480
21.0	1.73	250.078	-0.038	-152	250.018	-0.041	-164	-0.040	-158	-7740
24.0	1.98	250.087	-0.047	-188	250.028	-0.051	-204	-0.049	-196	-6518
27.0	2.23	250.097	-0.057	-228	250.032	-0.055	-220	-0.056	-224	-8846
30.0	2.48	250.103	-0.063	-252	250.045	-0.068	-272	-0.066	-262	-6518
33.0	2.72	250.114	-0.074	-296	250.058	-0.081	-324	-0.078	-310	-5160
36.0	2.97	250.139	-0.099	-396	250.081	-0.104	-416	-0.102	-406	-2580
39.0	3.22	250.164	-0.124	-496	250.100	-0.123	-492	-0.123	-494	-2815
42.0	3.47	250.208	-0.168	-672	250.142	-0.165	-660	-0.166	-666	-1440
45.0	3.72	250.249	-0.209	-836	250.172	-0.195	-780	-0.202	-808	-1744
48.0	3.96	250.303	-0.263	-1052	250.223	-0.246	-984	-0.255	-1018	-1179
51.0	4.21	250.360	-0.320	-1280	250.300	-0.323	-1292	-0.322	-1286	-924
0.0	0.00	250.124	-0.084	-336	250.055	-0.078	-312	-0.081	-324	-4377



M.D.1 - Diagramma carico-deformazione basi orizzontali.

CLASSEDIL S.r.l.



Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:2001

N.B. I moduli elastici tangenti riportati nelle tabelle alle varie entità di carico si riferiscono a: $E_{tg} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ ovvero il rapporto tra gli incrementi medi relativi all'intervallo tra la fase di carico rispettiva e quella immediatamente precedente. Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

Di seguito è riportata, al solo scopo indicativo, una nostra personale stima del modulo elastico derivata dalla pendenza del primo tratto pressoché costante della curva carico-spostamento (visibile qui sopra). I valori riportati sono una media delle pendenze di ciascun punto con il riferimento di inizio ciclo o di un insieme di valori costituenti un tratto a pendenza costante, scelto a nostra discrezione visivamente sul grafico.

Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

- Modulo elastico 1° tratto da 0 a 0,99 N/mm²: 4501 N/mm²
- Modulo elastico 2° tratto da 0,99 a 2,23 N/mm²: 2506 N/mm²
- Modulo elastico 3° tratto da 2,23 a 3,72 N/mm²: 1514 N/mm²



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.2.5 M.E.1

Materiale impiegato: n°2 martinetti piatti 350 x260mm.

Punto M.E.1	Carico max raggiunto “σ” [N/mm ²]	Descrizione muratura e note di prova:
Piano Terra	2,23	<p>La muratura testata è formata da mattoni pieni. Dimensione media degli elementi 28 x 5.5 x 14 cm.</p> <p>I letti di malta sono mediamente omogenei e vanno a compensare i vuoti tra i vari elementi con spessori in media di 18 mm.</p> <p>L'apparecchiatura presenta sia diatoni che ortostati con giunti verticali sfalsati.</p>



M.E.1 – Configurazione di prova e posizionamento prova



Fratture degli elementi durante l'esecuzione della prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

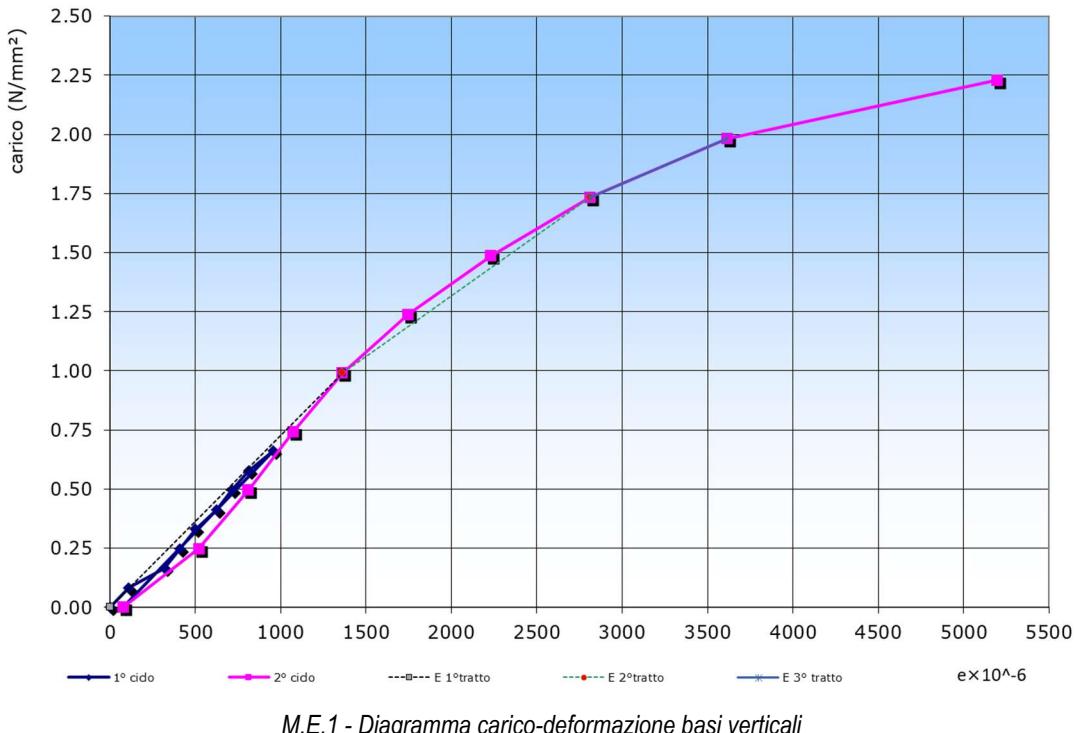


UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA

BASI DI MISURA LONGITUDINALI - PROVA M.E.1

Pressione P (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura longitudinali												Estensione media (mm)	Deformaz. media g × 10⁻⁶	E tangente (N/mm²)
		L1 (mm)	Δ 1 (mm)	Defor. 1 g × 10⁻⁶	L2 (mm)	Δ 2 g × 10⁻⁶	Defor. 2 g × 10⁻⁶	L3 (mm)	Δ 3 g × 10⁻⁶	Defor. 3 g × 10⁻⁶	L4 (mm)	Δ 4 g × 10⁻⁶	Defor. 4 g × 10⁻⁶			
0.0	0.00	250.112			250.060			250.075			250.070				0	
1.0	0.08	250.063	0.049	196	250.023	0.037	148	250.061	0.015	60	250.061	0.009	36	0.027	110	751
2.0	0.17	249.970	0.142	568	249.981	0.079	316	250.022	0.053	212	250.025	0.045	180	0.080	319	395
3.0	0.25	249.930	0.182	728	249.954	0.106	424	250.010	0.065	260	250.013	0.057	228	0.102	410	908
4.0	0.33	249.897	0.215	860	249.930	0.130	520	250.000	0.075	300	249.990	0.080	320	0.125	500	918
5.0	0.41	249.860	0.252	1008	249.898	0.162	648	249.971	0.104	416	249.962	0.108	432	0.156	626	655
6.0	0.50	249.828	0.284	1135	249.875	0.185	740	249.950	0.125	500	249.951	0.119	476	0.178	713	949
7.0	0.58	249.800	0.312	1247	249.851	0.209	836	249.931	0.144	576	249.922	0.148	592	0.203	813	826
8.0	0.66	249.739	0.373	1491	249.816	0.244	976	249.910	0.165	660	249.897	0.173	692	0.239	955	582
0.0	0.00	250.045	0.067	268	250.050	0.010	40	250.075	0.000	0	250.070	0.000	0	0.019	77	
3.0	0.25	249.887	0.225	900	249.910	0.150	600	250.000	0.075	300	250.001	0.069	276	0.130	519	561
6.0	0.50	249.780	0.332	1327	249.845	0.215	860	249.943	0.132	528	249.940	0.130	520	0.202	809	854
9.0	0.74	249.695	0.417	1667	249.774	0.286	1144	249.887	0.188	752	249.888	0.182	728	0.268	1073	938
12.0	0.99	249.615	0.497	1987	249.685	0.375	1500	249.828	0.247	988	249.828	0.242	968	0.340	1361	860
15.0	1.24	249.512	0.600	2399	249.568	0.492	1968	249.744	0.331	1324	249.747	0.323	1292	0.436	1745	644
18.0	1.49	249.414	0.698	2791	249.415	0.645	2579	249.617	0.458	1831	249.640	0.430	1720	0.558	2230	511
21.0	1.73	249.199	0.913	3650	249.296	0.764	3055	249.515	0.560	2239	249.493	0.577	2307	0.703	2813	425
24.0	1.98	248.901	1.211	4842	249.123	0.937	3747	249.338	0.737	2947	249.342	0.728	2911	0.903	3612	310
27.0	2.23	248.783	1.329	5314	248.610	1.450	5799	248.746	1.329	5314	248.979	1.091	4363	1.300	5197	156



M.E.1 - Diagramma carico-deformazione basi verticali

N.B. I moduli elasticci tangenti riportati nelle tabelle alle varie entità di carico si riferiscono a: $E_{tg} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$ ovvero il rapporto tra gli incrementi medi relativi all'intervallo tra la fase di carico rispettiva e quella immediatamente precedente. Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

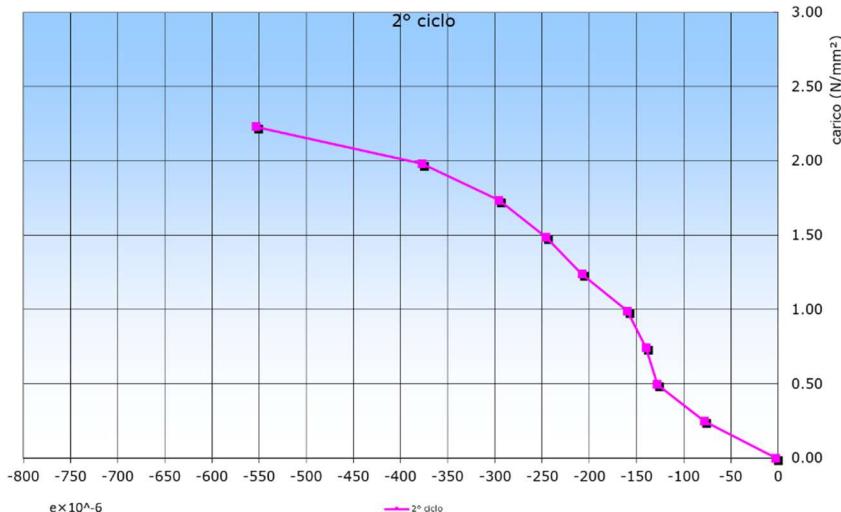
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA BASI DI MISURA TRASVERSALI - PROVA M.E.1

Pressione P (bar)	Carico "σ" (N/mm²)	Basi di misura trasversali						Estensione media (mm)	Deformaz. Media ε × 10⁻⁶	E trasvers. tangente (N/mm²)
		L5 (mm)	Δ 5 (mm)	Defor. 5 ε × 10⁻⁶	L6 (mm)	Δ 6 (mm)	Defor. 6 ε × 10⁻⁶			
0.0	0.00	250.150			250.481			0.000	0	#DIV/0!
1.0	0.08	250.150	0.000	0	250.481	0.000	0	0.000	0	
2.0	0.17	250.152	-0.002	-8	250.484	-0.003	-12	-0.002	-10	-8268
3.0	0.25	250.153	-0.003	-12	250.498	-0.017	-68	-0.010	-40	-2757
4.0	0.33	250.157	-0.007	-28	250.499	-0.018	-72	-0.013	-50	-8263
5.0	0.41	250.166	-0.016	-64	250.512	-0.031	-124	-0.023	-94	-1879
6.0	0.50	250.170	-0.020	-80	250.518	-0.037	-148	-0.028	-114	-4134
7.0	0.58	250.173	-0.023	-92	250.520	-0.039	-156	-0.031	-124	-8265
8.0	0.66	250.181	-0.031	-124	250.524	-0.043	-172	-0.037	-148	-3444
0.0	0.00	250.150	0.000	0	250.482	-0.001	-4	-0.001	-2	-4530
3.0	0.25	250.167	-0.017	-68	250.503	-0.022	-88	-0.019	-78	-3263
6.0	0.50	250.178	-0.028	-112	250.517	-0.036	-144	-0.032	-128	-4960
9.0	0.74	250.180	-0.030	-120	250.521	-0.040	-160	-0.035	-140	-20671
12.0	0.99	250.185	-0.035	-140	250.526	-0.045	-180	-0.040	-160	-12400
15.0	1.24	250.195	-0.045	-180	250.540	-0.059	-236	-0.052	-208	-5167
18.0	1.49	250.206	-0.056	-224	250.548	-0.067	-267	-0.061	-246	-6525
21.0	1.73	250.219	-0.069	-276	250.560	-0.079	-315	-0.074	-296	-4960
24.0	1.98	250.246	-0.096	-384	250.574	-0.093	-371	-0.095	-378	-3024
27.0	2.23	250.305	-0.155	-620	250.603	-0.122	-487	-0.139	-553	-1409



M.E.1 - Diagramma carico-deformazione basi orizzontali.

Di seguito è riportata, al solo scopo indicativo, una nostra personale stima del modulo elastico derivata dalla pendenza del primo tratto pressoché costante della curva carico-spostamento (visibile qui sopra). I valori riportati sono una media delle pendenze di ciascun punto con il riferimento di inizio ciclo o di un insieme di valori costituenti un tratto a pendenza costante, scelto a nostra discrezione visivamente sul grafico.

Rimane a discrezione del progettista l'interpretazione del modulo elastico appropriato da utilizzare.

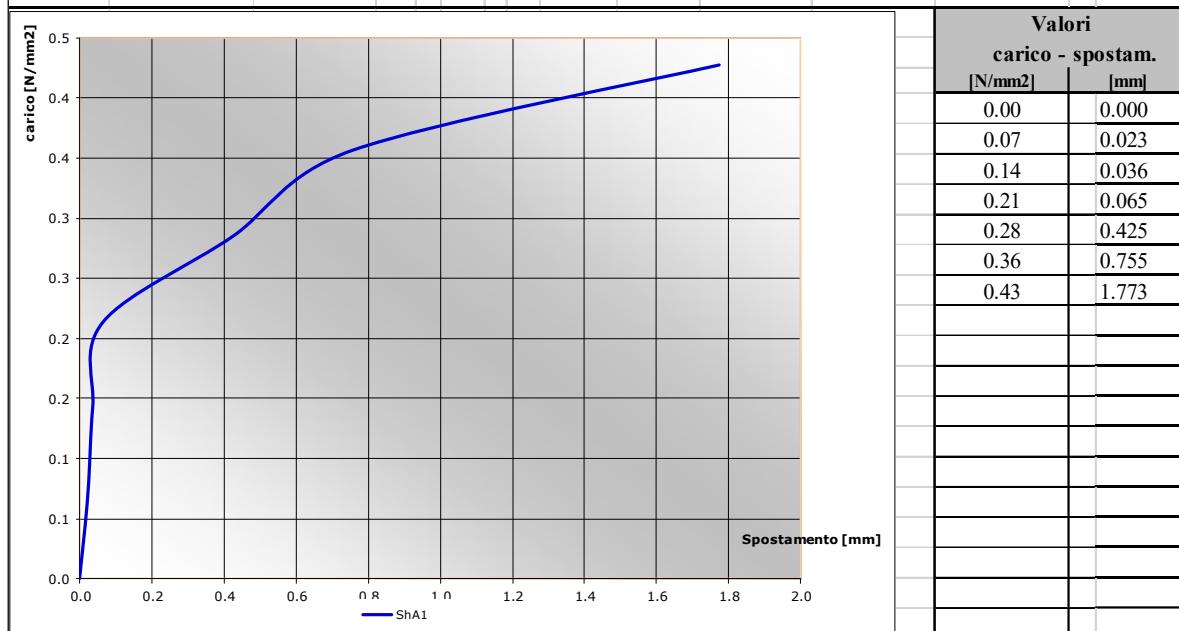
- Modulo elastico 1° tratto da 0 a 0,99 N/mm²: 728 N/mm²
- Modulo elastico 2° tratto da 0,99 a 1,73 N/mm²: 512 N/mm²
- Modulo elastico 3° tratto da 1,73 a 1,98 N/mm²: 310 N/mm²



4.3 Prove scorrimento (Shove tests)

4.3.1 Scorrimento prova Sh.A.1_piano terra

Provino [n.]	Quota dal pavimento [cm]	Spessore muratura [cm]	Dimensioni nominali dei mattoni A × B × H [mm]	Spessori medi dei giunti di malta		Presenza di malta sul retro*	Superficie di scorrimento stimata [mm²]	Carico totale massimo di scorrimento [kN]	Carico unitario di scorrimento (taglio t) [N/mm²]
				infer. [mm]	super. [mm]				
ShA1	110	47 con intonaco	285 × 138 × 56	10	18	si	94620	101.1	1.07



Configurazione e posizionamento prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

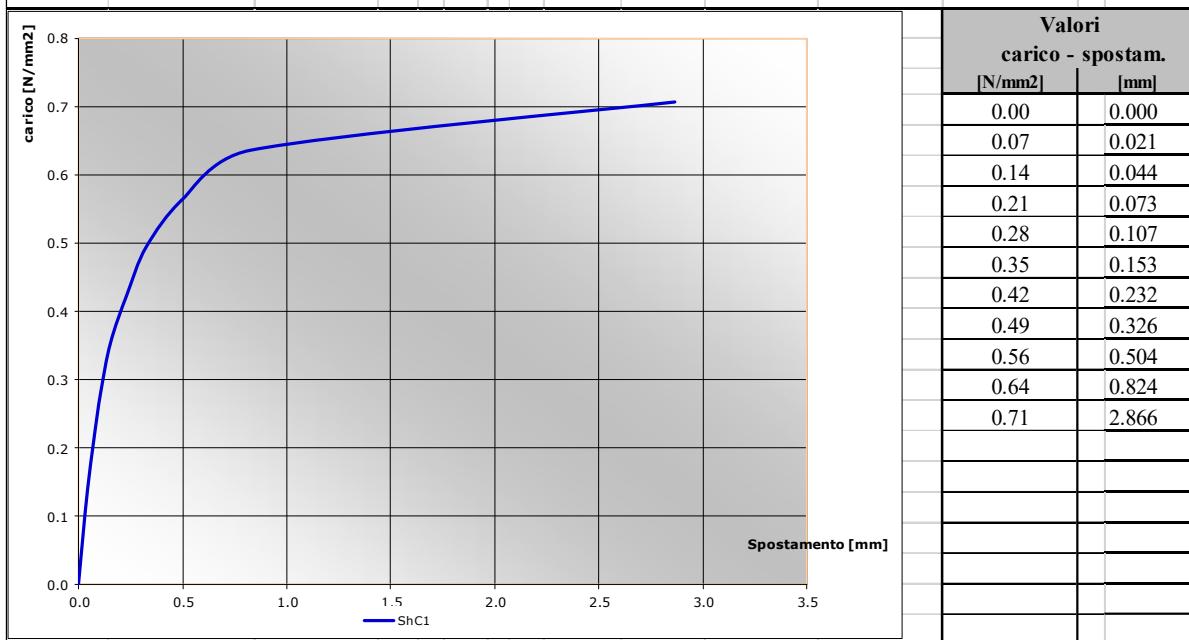
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.3.2 Scorrimento prova Sh.C.1_piano secondo

Provino [n.]	Quota dal pavimento [cm]	Spessore muratura [cm]	Dimensioni nominali dei mattoni A × B × H [mm]	Spessori medi dei giunti di malta		Presenza di malta sul retro*	Superficie di scorrimento stimata [mm²]	Carico totale massimo di scorrimento [kN]	Carico unitario di scorrimento (taglio t) [N/mm²]
				infer. [mm]	super. [mm]				
ShC1	108	47 con intonaco	285 × 140 × 55	15	12	si	95475	101.1	1.06



Configurazione e posizionamento prova.



CLASSEDIL S.r.l.

**Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali**

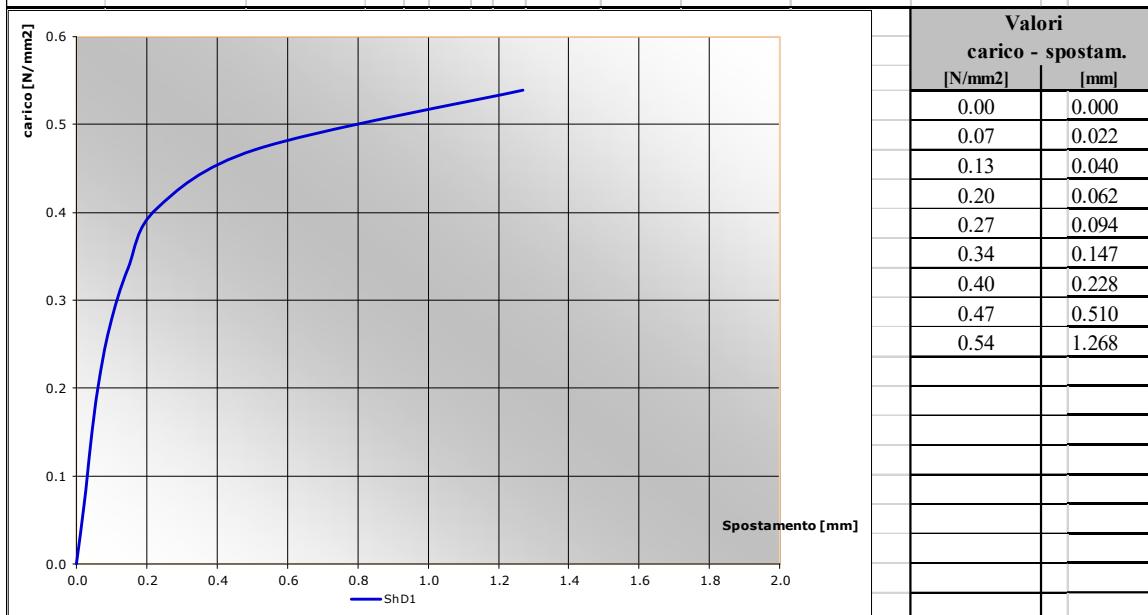
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.3.3 Scorrimento prova Sh.D.1_piano secondo

Provino	Quota dal pavimento	Spessore muratura	Dimensioni nominali dei mattoni A × B × H	Spessori medi dei giunti di malta		Presenza di malta sul retro*	Superficie di scorrimento stimata	Carico totale massimo di scorrimento	Carico unitario di scorrimento (taglio t)
				infer.	super.				
[n.]	[cm]	[cm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
ShD1	88	33 con intonaco	290 × 145 × 55	15	16	s1	100050	101.1	1.01



Configurazione e posizionamento prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

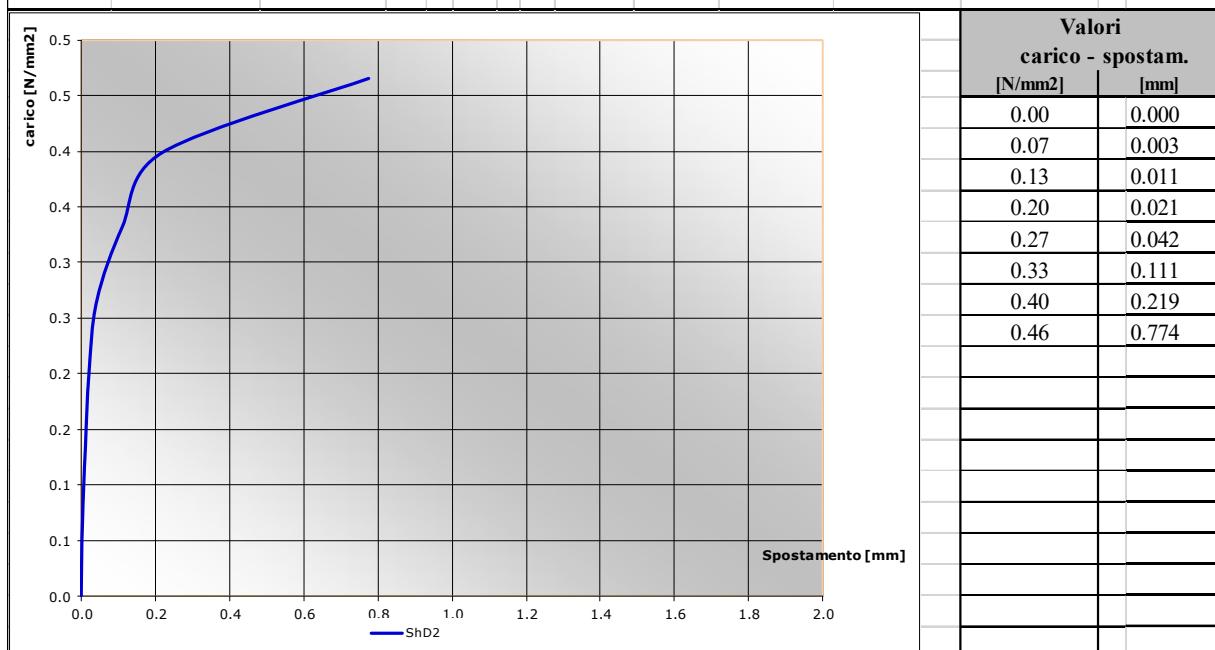
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.3.4 Scorrimento prova Sh.D.2_piano terra

Provino [n.]	Quota dal pavimento [cm]	Spessore muratura [cm]	Dimensioni nominali dei mattoni A × B × H [mm]	Spessori medi dei giunti di malta		Presenza di malta sul retro*	Superficie di scorrimento stimata [mm²]	Carico totale massimo di scorrimento [kN]	Carico unitario di scorrimento (taglio t) [N/mm²]
				infer. [mm]	super. [mm]				
ShD2	103	47 con intonaco	290 × 145 × 60	10	13	si	101500	101.1	1.00



Configurazione ed esecuzione prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.4 Prova penetrometrica per la stima della resistenza in situ della malta della muratura.

4.4.1 Malta p.C.1_piano terra

Stazione di prova p.C.1				
Colpo	Penetrazione	Media penetrazione	Malta cementizia mix	Malta cementizia
n.	[mm]	[mm]	[Mpa]	[Mpa]
1	12.06			
2	6.73			
3	12.39			
4	11.13			
5	11.99			
6	13.91			
7	9.22			
8	6.45	8.59	1,5	1,7
9	6.33			
10	6.70			
11	7.46			
12	7.35			
13	5.24			
14	6.81			
15	6.89			
16	6.79			



Posizionamento prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.4.2 Malta p.E.1_piano terra

Stazione di prova p.E.1				
Colpo	Penetrazione	Media penetrazione	Malta cementizia mix	Malta cementizia
n.	[mm]	[mm]	[Mpa]	[Mpa]
1	11.90			
2	15.82			
3	11.68			
4	7.56			
5	6.38			
6	8.29			
7	10.77			
8	12.14			
9	5.98			
10	4.58			
11	5.68			
12	6.39			
13	4.61			
14	4.30			
15	5.82			
16	6.60			



Posizionamento prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.4.3 Malta p.A.1_piano terra

Stazione di prova p.A.1				
Colpo	Penetrazione	Media penetrazione	Malta cementizia mix	Malta cementizia
n.	[mm]	[mm]	[Mpa]	[Mpa]
1	10.70			
2	11.78			
3	8.60			
4	10.61			
5	5.55			
6	9.92			
7	11.05			
8	5.91	9.61	1,2	1,3
9	10.51			
10	10.11			
11	8.86			
12	9.85			
13	12.50			
14	10.45			
15	6.94			
16	10.44			



Posizionamento prova.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.4.4 Malta p.B.1_piano terzo

Stazione di prova p.B.1				
Colpo	Penetrazione	Media penetrazione	Malta cementizia mix	Malta cementizia
n.	[mm]	[mm]	[Mpa]	[Mpa]
1	17.87			
2	17.46			
3	15.36			
4	11.31			
5	9.03			
6	7.78			
7	8.64			
8	10.56	10.55	1,0	1,1
9	11.05			
10	7.77			
11	7.84			
12	8.25			
13	7.17			
14	7.63			
15	9.25			
16	11.82			



Posizionamento prova.

IL RESPONSABILE TECNICO DI PROVA

Dott. Ing. Davide Basile

Tecnico certificato UNI EN ISO 9712 UNI PDR 56:2019

III livello per metodi SC, UT, MG, MO, MPT, TT, PC, ES, IM, CH.

II livello per metodi DN PT e VT indus.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico con apposta firma digitale ai sensi del DPR 513/97

CLASSEDIL S.r.l.



Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

5 Taratura strumenti Laboratorio Autorizzato



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E ARCHITETTURA
LABORATORIO PROVE MATERIALI E STRUTTURE
(Ufficiale ai sensi della legge 5 Novembre 1971, n. 1086)

CERTIFICATO DI TARATURA

Certificato n°: 259/20

Protocollo n°: 38/20

Richiesta del: 2020-11-11

Data emissione certificato: 2020-12-04

Pagina n°: 1 di 3

Committente: CLASSEDIL S.r.l.
Via Romea Sud, 264/B
48124 - Ravenna (RA)

La taratura si riferisce a:

OGGETTO:

Centralina idraulica

Composta da:

- Pompa idraulica manuale Marca OMCN da 640 bar
- Martinetto 20t - Codice interno CL4
- Manometro digitale da 700 bar marca AEP; modello BIT02B;
Matricola 924086 - Codice interno CL18
- 1 divisione = 0,1 bar
- Tubazione flessibile collegamento pompa-martinetto

MODALITA' DI TARATURA:

Taratura dell'intero sistema in termini di Forza
Carico indicato costante - Compressione

DATA DELLE MISURE:

2020-11-18

RIFERIMENTI NORMATIVI:

UNI EN ISO 7500/1

Il Responsabile dell'Attività

Ing. Lando Mentrasti

Via Brecce Bianche – 60131 Ancona - Italy
Tel. e Fax +39 051 220 4532
E-mail: centro.taratura.istc@univpm.it
P.IVA – C.F.: 00382520427

Sede Legale: Via Romea Sud 264/B – 48124 Ravenna (RA) - Cell. +39 3389780997 - P.IVA e C. Fisc. 02568840397
REA: RA 13513 - PEC: classedil@cert.cna.it - E-Mail: classedilsrl@gmail.com - Web Site: www.classedil.it



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E ARCHITETTURA
LABORATORIO PROVE MATERIALI E STRUTTURE
(Ufficiale ai sensi della legge 5 Novembre 1971, n. 1086)

Certificato n°: 259/20

Protocollo n°: 38/20

Pagina n°: 2 di 3

Per la taratura è stata utilizzata la seguente catena di misura:

CAMPIONE DI PRIMA LINEA: Cella di Carico AEP - KAL - Matr. 73982

STRUMENTO INDICATORE: HBM - MGC - Matr. 415774A

CERTIFICATO DI TARATURA: 20-0250-03 del 2020-05-13 rilasciato da I.N.R.I.M.

Condizioni di taratura:

LUOGO EFFETTUAZIONE TARATURA: Università Politecnica delle Marche - Facoltà di Ingegneria
Laboratorio Prove Materiali e Strutture

CONDIZIONI AMBIENTALI: Temperatura ambiente = $(15,9 \pm 1,0) ^\circ\text{C}$

MODALITA' DI TARATURA: Per confronto con campione di riferimento

ANOMALIE RISCONTRATE: Compressione - carico indicato costante

nessuna

FATTORE DI CONVERSIONE: 1 kgf = 9,80665 N (quando utilizzato)

Incertezza di misura:

Le incertezze di misura dichiarate nel presente certificato di taratura e riportate a pag. 3 di 3, sono espresse come l'incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente il fattore k = 2.

Nel calcolo dell'incertezza relativa di misura riportata nella tabella 1, si sono considerati i contributi all'incertezza dovuti al campione di prima linea, alla ripetibilità e alla risoluzione.

NOTE: assente

Il Responsabile dell'Attività
Ing. Lando Mentrasti

Via Brecce Bianche – 60131 Ancona - Italy
Tel. e Fax +39 071 220 4532
E-mail: centro.taratura.istc@univpm.it
P.IVA – C.F.: 00382520427

Sede Legale: Via Romeo Sud 264/B – 48124 Ravenna (RA) - Cell. +39 3389780997 - P.IVA e C. Fisc. 02568840397
REA: RA 13513 - **PEC:** classedil@cert.cna.it - **E-Mail:** classedilsrl@gmail.com - **Web Site:** www.classedil.it



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E ARCHITETTURA
LABORATORIO PROVE MATERIALI E STRUTTURE
(Ufficiale ai sensi della legge 5 Novembre 1971, n. 1086)

Certificato n°: 259/20

Protocollo n°: 38/20

Pagina n°: 3 di 3

RISULTATI DELLA TARATURA

Tabella 1

VALORE INDICATO MANOMETRO bar	LETTURE DEL CARICO REALE			MEDIA LETTURE kN	ERRORE RELATIVO DI RIPETIBILITÀ %	FASSONE DI TARATURA kN/bar	INCERTEZZA RELATIVA %
	1° CICLO kN	2° CICLO kN	3° CICLO kN				
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	---
100,0	33,69	33,66	33,77	33,70	0,32	0,3370	0,257
200,0	67,17	67,15	67,26	67,19	0,16	0,3360	0,191
300,0	100,64	100,73	100,67	100,68	0,08	0,3356	0,169
400,0	134,18	134,06	134,10	134,11	0,08	0,3353	0,169
500,0	167,46	167,46	167,53	167,49	0,04	0,3350	0,163
600,0	200,94	200,94	200,94	200,94	0,00	0,3349	0,161
640,0	214,30	214,33	214,36	214,33	0,03	0,3349	0,161
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---

Valore di una divisione del manometro: 0,1 bar

Errore massimo relativo dello zero: 0,00 %

Operatore Addetto
p. i. Andrea Conti

Il Responsabile dell'Attività
Ing. Lando Mentrasti

Via Brecce Bianche - 60131 Ancona - Italy
Tel. e Fax +39 071 220 4532
E-mail: centro.taratura.istc@univpm.it
P.IVA - C.F.: 00382520427



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



RAPPORTO DI PROVA

RdP2021056-B_Rev.1 del 16/09/2021



Oggetto della prova:	Polo tecnico professionale "E. Stoppa"
Committente:	INSIGHT&CO S.R.L. via Tiburtina Valeria 149/1 Pescara
Località del cantiere:	Via Fratelli Cortesi, 48022 Lugo RA
Responsabile Tecnico di Prova	Dott. Ing. Davide Basile Tecnico certificato UNI EN ISO 9712 e UNI/PdR 56:2019 III livello per metodi SC, UT, MG MO, MPT, TT, PC, ES, IM, CH. II livello per metodi DN, PT e VT indus.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



1 GENERALITÀ	2
2 INDICAZIONE DELLE ZONE DI PROVA.....	4
3 RISULTATI DELLE INDAGINI	5



1 Generalità

In data 9 Settembre 2021 è stata eseguita una prospezione geofisica consistente in una prova di sismica attiva (SASW/MASW) nel cortile interno del Polo Tecnico Professionale – Sezione Professionale E. Stoppa in Comune di Lugo (RA); la prospezione è stata effettuata con uno stendimento di lunghezza pari a 36 m e passo intergeofonico pari a 2 m.

Per tale prospezione è stato utilizzato un tromografo “Tromino Engineering” prodotto dalla ditta Micromed/MoHo Srl, avente codice seriale TEN-0010/01-07; trattasi di un sismografo di dimensioni molto contenute che contiene tre sensori elettrodinamici ortogonali (velocimetri), un ampio range frequenziale (0,1 – 256 Hz) e il sistema GPS integrato.

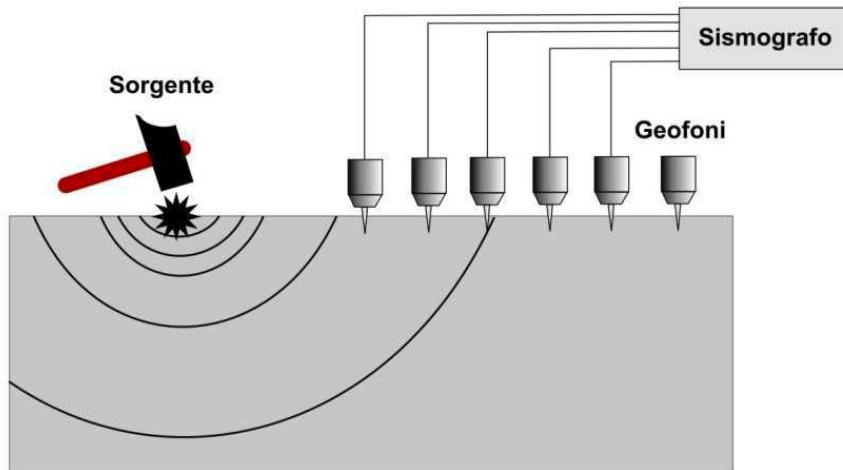


Tromografo digitale “Tromino”

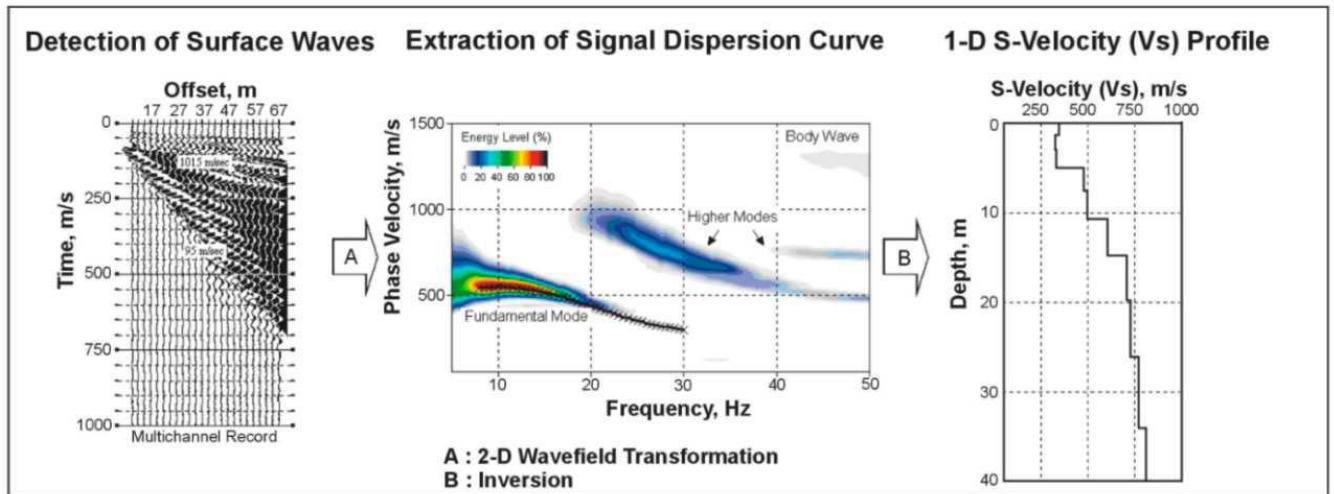
Le prove SASW/MASW sono utili per ricavare il parametro Vs30, richiesto dalla nuova normativa sismica. Questo tipo di indagine mira a ricostruire la curva di dispersione della velocità di fase delle onde di superficie generate in sede di energizzazione. Tramite le prove MASW vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

La procedura MASW prevede tre stadi distinti:

1. acquisizione dei dati di campagna: registrazione di linea sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) di lunghezza e distanza intergeofonica variabile utile a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio)



2. estrazione della curva di dispersione;
3. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità





CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



2 Indicazione delle zone di prova



Ubicazione prospezione SASW/MASW



Esecuzione di prospezione SASW/MASW



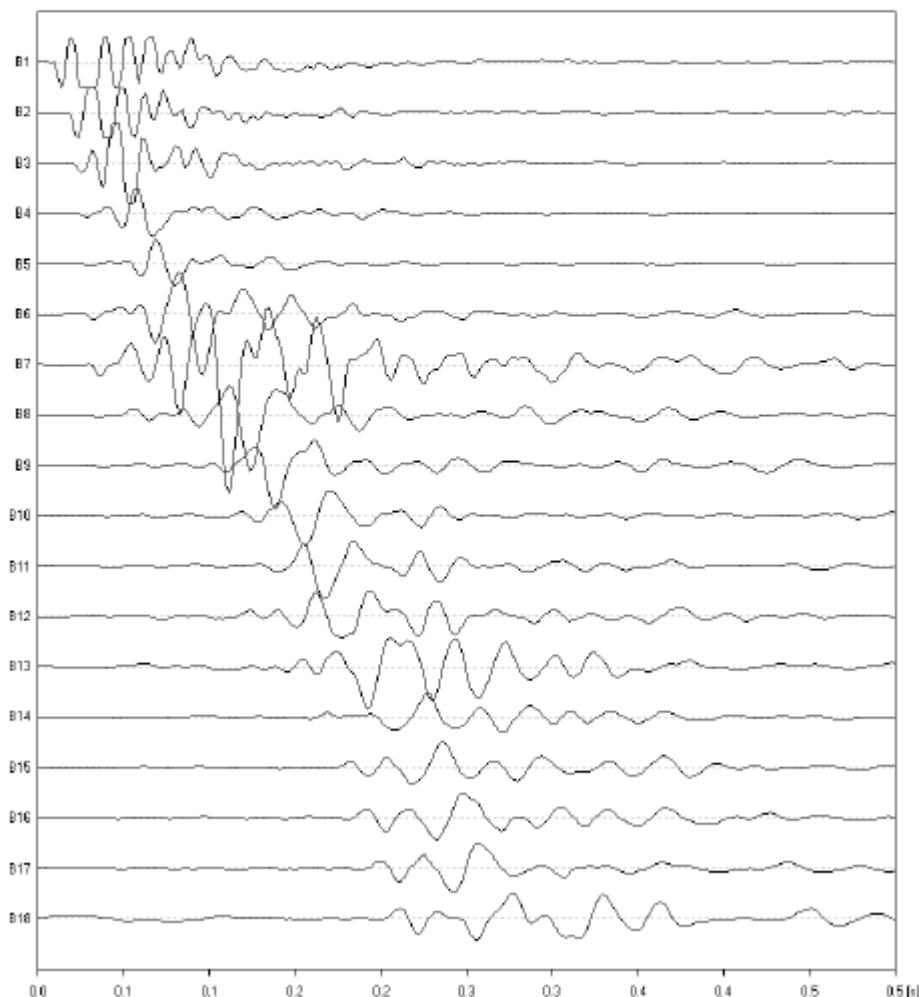
3 Risultati delle indagini

LUGO (RA)-POLO TECNICO PROFESSIONALE – SEZ. PROFESSIONALE E. STOPPA MISURA DI SISMICA ATTIVA – SASW CON ELABORAZIONE MASW

Inizio registrazione: 09/09/21 11:11:13 Fine registrazione: 09/09/21 11:31:51
Durata registrazione: 0h00'02". Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ;
B9 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ;
B18

Array geometry 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0





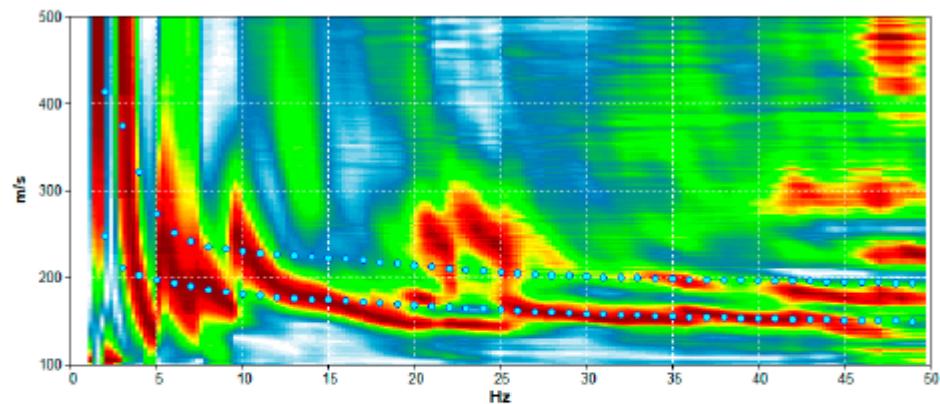
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

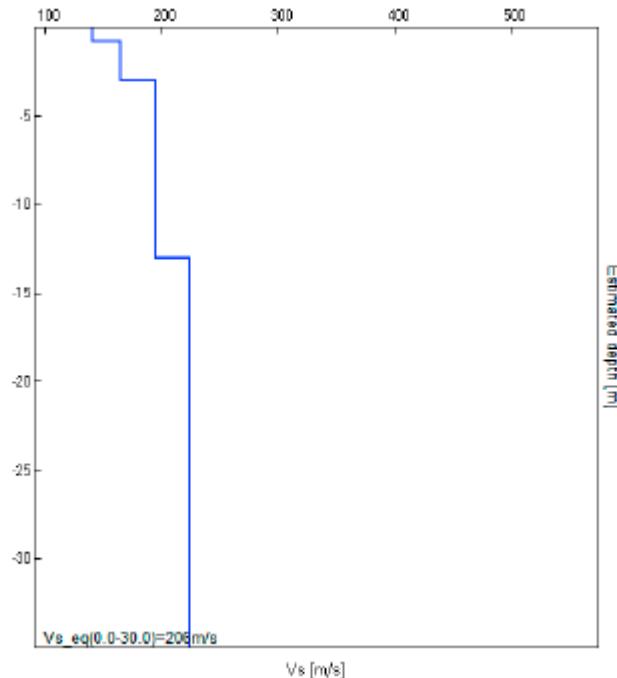


MODELED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.80	0.80	141	0.42
3.00	2.20	165	0.42
13.00	10.00	195	0.42
43.00	30.00	225	0.42
63.00	20.00	240	0.42
113.00	50.00	490	0.42
inf.	inf.	525	0.42

Vs_eq(0.0-30.0)=206m/s





Nelle NTC-2018 per valutare l'effetto della risposta sismica locale si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento così come riportato nella tabella seguente.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Anumassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa medianamente addensati o terreni a grana fina medianamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grani grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Estratto dalle NTC 2018 (tabella 3.2.II) – Categorie di sottosuolo

Relativamente alla valutazione della Risposta Sismica Locale del sito con procedura semplificata (NTC-2018), che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento il valore di Vs_eq (nell'intervallo che definisce la CATEGORIA DI SOTTOSUOLO "C").

Parma, 16 settembre 2021

Il geologo

Dott. Geol. Alberto Trivoli





CLASSEDL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:2008

RAPPORTO DI PROVA

RdP2021107-A_Rev.1 del 07/02/2022



Oggetto della prova:	Indagini diagnostiche su edificio
Committente:	Provincia di Ravenna
Località del cantiere:	Via Francesco Baracca, 62, 48022 Lugo RA
Responsabile Tecnico di Prova	Dott. Ing. Davide Basile Tecnico certificato UNI EN ISO 9712 e UNI/Pdr 56:2019 III livello per metodi SC, UT, MG MO, MPT, TT, PC, ES, IM, CH. II livello per metodi VT indus.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

1 GENERALITÀ.....	2
1.1 Riferimenti normativi.....	2
1.2 Personale tecnico presente alle operazioni di prova:.....	2
2 MODALITÀ DELLE PROVE.....	3
2.1 Determinazione della posizione delle armature all'interno di elementi in c.a.....	3
2.2 Prelievo di carote di calcestruzzo per prove di compressione.....	3
2.3 Determinazione della resistenza all'estrazione di inserti post-inseriti nel calcestruzzo (Pull-Out).....	3
2.4 Prova di durezza dinamica superficiale dell'acciaio tramite durometro "leeb" volte alla stima della resistenza a trazione ultima.	
5	
2.5 Endoscopie sulle pareti	6
2.6 Endoscopie/Saggi solaio.....	6
3 INDICAZIONE IN PIANTA DELLE ZONE DI PROVA ()	7
4 RISULTATI DELLE INDAGINI.....	12
4.1 Determinazione della posizione delle armature all'interno di elementi in c.a.....	12
4.2 Prova di compressione sulle carote in cls	32
4.3 Certificati Prove di Laboratorio Autorizzato	35
4.4 Determinazione della resistenza all'estrazione di inserti post-inseriti nel calcestruzzo (Pull-Out)	36
4.5 Prova di durezza per la stima della resistenza in situ barra d'armatura.....	38
4.6 Rilievo elementi strutturali	41
4.7 Endoscopie pareti / saggi solaio	42



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



1 Generalità

In data 5-19-20-27 gennaio 2022 è stata effettuata una campagna di indagini diagnostiche, secondo le modalità e tempistiche richieste dal Committente, presso edificio sito in Via Francesco Baracca, 62, 48022 Lugo (RA).

L'intervento, eseguito secondo richiesta del Committente, che ha indicato l'ubicazione, il numero e la tipologia di prove necessarie all'indagine, è consistito nel:

- verificare la posizione delle barre d'armatura all'interno degli elementi in c.a. mediante indagine magnetometrica o georadar combinata a rimozioni limitate di copriferro;
- eseguire indagini endoscopiche sulle pareti e saggi sui solai;
- prelevare campioni di calcestruzzo mediante carotatrice diamantata per successive prove di compressione;
- determinare la forza di estrazione di appositi tasselli post inseriti ad espansione geometrica forzata;
- prova di durezza dinamica superficiale dell'acciaio tramite durometro leeb volta alla stima della resistenza a trazione ultima;
- eseguire rilievo geometrico di elementi strutturali.

Le metodologie applicate e punti di prova, sono stati indicati e concordati dal gruppo di progettazione e dalla committenza. Il professionista si assume la responsabilità per la precisione delle misure effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio al progettista al quale spettano verifica ed approvazione.

1.1 Riferimenti normativi.

- BS 1881: Part 204:1988 “Recommendations on the use of electromagnetic covermeters”;
- UNI EN 12390-3 “Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini”;
- UNI EN 12504-1 “Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione”;
- UNI EN 12504-3:2005 “Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Parte 3: Determinazione della forza di estrazione”;
- Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete C 803/C 803M – 03;
- D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni”;

1.2 Personale tecnico presente alle operazioni di prova:

Ha eseguito le operazioni di prova:

- Dott. Ing. Davide Basile (Classedil Srl);
- Dott. Ing. Carmine Errico (Classedil Srl);
- Dott.ssa Raffaella Ciarlo (Classedil Srl)
- Sig. Antonino Basile (Classedil Srl)



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



2 Modalità delle prove

2.1 Determinazione della posizione delle armature all'interno di elementi in c.a.

Tramite le indagini magnetometrica ed elettromagnetica è possibile determinare la posizione delle barre d'armatura all'interno di elementi in c.a. (ad esempio travi, pilastri, solai, etc.) in modo non-distruttivo.

Per la verifica della posizione delle armature sono stati utilizzati:

- pacometro NOVASCAN R630A ZBL (*serial number R41412018W*) corredato di sonda idonea per la misurazione dello spessore del coprifero e la stima del diametro delle barre.
- pacometro Hilti modello Ferroscan PS200S (*serial number 013413001*) corredato di schermo PSA100 (*serial number 142130021*) per la misurazione dello spessore del coprifero e la stima del diametro delle barre

Per stimare con precisione il diametro delle barre presenti sono stati effettuati alcuni saggi diretti per la misura tramite calibro meccanico misurando la massima estensione trasversale della barra d'armatura, resta comunque responsabilità del committente effettuare il prelievo dei campioni di armatura per determinarne la barra con diametro equipesante. Gli strumenti sono affetti da incertezza e il dato ottenuto va considerato con le tolleranze dell'attrezzatura utilizzata (Vedi schede tecniche Ferroscan Hilti e Pacometro ZBL).

La strumentazione è stata utilizzata anche ai fini della scelta delle stazioni di misura per le prove al fine di evitare le zone con presenza di barre d'armatura.

2.2 Prelievo di carote di calcestruzzo per prove di compressione.

2.2.1 Metodo d'estrazione

- tramite carotatrice elettrica a rotazione munita di corona diamantata a raffreddamento ad acqua.

2.2.2 Preparazione dei provini per la prova di compressione

- taglio con sega a disco;
- rettifica delle facce mediante mola diamantata e successiva cappatura con malta cementizia.

Successivamente i campioni sono sottoposti a prove meccaniche presso Laboratorio per le prove in ottemperanza alla norma specifica di riferimento.

2.3 Determinazione della resistenza all'estrazione di inserti post-inseriti nel calcestruzzo (Pull-Out).

L'indagine pull-out è una prova semidistruttiva (arreca un danno limitato all'elemento di calcestruzzo: diametro 55 mm, profondità 25mm) eseguita al fine di determinare forza di estrazione di un inserto metallico preinglobato o post inserito nell'elemento in calcestruzzo da sottoporre a prova. La prova si basa sulla corrispondenza esistente tra il carico unitario di rottura a compressione del calcestruzzo e la forza necessaria ad estrarre un inserto metallico standardizzato preinglobato nel calcestruzzo fresco o post inserito nel calcestruzzo indurito.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



Tale prova può essere utilizzata per stimare la resistenza in situ, per stabilire quando procedere al post tensionamento, quando rimuovere forme e puntelli, quando interrompere la protezione invernale e la manutenzione, oppure per effettuare prove comparative.

La prova viene effettuata inserendo un piccolo disco metallico (ovvero la parte terminale ad espansione di un opportuno tassello), dotato di uno stelo centrale su un lato, nel calcestruzzo in modo che lo stelo rimanga sporgente dalla superficie del calcestruzzo. Si misura quindi la forza necessaria per estrarre il disco dal calcestruzzo.

L'apparecchiatura con cui viene effettuata la prova è la seguente:

- disco e stelo (di dimensioni normalizzate) per calcestruzzo fresco;
- tassello con testa espandente (di dimensioni normalizzate) per calcestruzzo indurito;
- sistema di carico costituito da un martinetto idraulico con all'estremità a contatto con il calcestruzzo un anello di contrasto (di dimensioni normalizzate);
- unità di pressurizzazione con manometro di precisioni indicante il valore massimo di pressione raggiunto durante la prova.

La forza di estrazione è rappresentativa di uno stato di sollecitazione complesso ma il suo valore è correlabile con la resistenza a compressione. La correlazione tra forza d'estrazione e resistenza a compressione varia al variare della resistenza del calcestruzzo, ma è migliore delle correlazioni esistenti tra resistenza a compressione e indice di rimbalzo o velocità di propagazione delle onde elastiche.

Nel caso di impiego di inserti post-inseriti nel calcestruzzo, la prova si svolge secondo le seguenti modalità:

a) individuazione di una zona di misura idonea;

b) i punti di misura devono risultare non coincidenti con aggregati affioranti e sufficientemente distanti dalle barre di armatura, dagli altri punti di misura e dagli spigoli dell'elemento;

c) Ogni estrazione deve essere eseguita con la seguente procedura:

- esecuzione del foro ortogonalmente alla superficie del calcestruzzo;
- evacuazione della polvere dal foro, inserimento del tassello per tutta la sua lunghezza e sua forzatura per espansione contro le pareti del foro;
- posizionamento del martinetto sul calcestruzzo ed inserimento del tirante nel foro del martinetto avvitandolo con forza nel tassello;
- centratura del martinetto rispetto al tassello ed esecuzione della prova di estrazione;
- incremento della pressione (o del carico) nel martinetto in modo graduale e costante (circa 0.5 ± 0.2 kN/s);
- rilievo della forza F di estrazione, in kN e registrazione del risultato.

Effettuate le estrazioni verrà calcolata la media tra valori di F. Qualora uno di essi si discosti di più del 20% dal valore medio, tale valore dovrà essere sostituito dal risultato di un'ulteriore estrazione eseguita in prossimità delle altre; se anche in questo caso il criterio di accettazione non risulta verificato si dovranno ripetere le 3 estrazioni in una nuova zona



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

adiacente. Il numero delle estrazioni per stazione è stato ridotto a 1 su richiesta del tecnico del committente, limitando l'invasività sulla struttura.

La correlazione tra la forza d'estrazione F, ricavata dalla pressione misurata al martinetto, e la resistenza cubica Rc è del tipo:

$$Rc = A + B F$$

in cui i coefficienti A e B sono opportunamente calibrati mediante prove distruttive a compressione su carote.

Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata la seguente attrezzatura:

- tasselli tipo Fischer FZA 14x40 M10/25;
- punta speciale ed inseritore fisher per la corretta installazione dei tasselli;
- martinetto con anello di contrasto conforme alla norma UNI EN 12504-3;
- pompa a leva per cilindri idraulici a singolo effetto pressione 640 bar;
- manometro digitale (700 bar).

2.4 Prova di durezza dinamica superficiale dell'acciaio tramite durometro "leeb" volte alla stima della resistenza a trazione ultima.

La prova consiste nello stimare la durezza superficiale di un elemento metallico mediante durometro "leeb". Il principio si basa sull'impatto di un corpo di un certo peso contro la superficie da testare e applicando ad esso una certa forza, quindi si misura la velocità d'impatto e la velocità di rimbalzo del corpo quando la punta si trova a 1 mm sopra la superficie di prova. La misura esprime l'energia persa dal corpo nell'impatto grazie alla deformazione plastica del provino. La formula di calcolo è quella che segue:

$$HL = \frac{1000 \times VB}{VA}$$

dove:

- HL: valore della durezza leeb
- VB: velocità di rimbalzo del corpo d'impatto
- VA: velocità d'impatto del corpo

Tramite l'indice di durezza è possibile, tarando il metodo su prove di trazione effettuate su materiale analogo, ottenere una correlazione con la resistenza dell'acciaio al fine di estendere la campagna di prove con test non distruttivi.

Con la funzione 6b si può stimare la resistenza a trazione ultima dell'elemento, oppure con le altre scale trovarne la durezza di riferimento.

Per il test di durezza è stato utilizzato un durometro leeb SAP180 (serial number: MH0112112021) con idonea sonda standard di tipo D. Preventivamente al test, la superficie di prova è stata accuratamente resa liscia con carta abrasiva per eliminare asperità e rugosità.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

2.5 Endoscopie sulle pareti

L'osservazione interna a mezzo endoscopio si prefigge lo scopo di:

- definire la tipologia della muratura (continua o a sacco);
- individuare ed osservare eventuali cavità interne;
- individuare ed osservare l'eventuale adiacenza di blocchi murari.

2.5.1 Preparazione della zona di prova

Viene praticato un foro del diametro di 25 mm sulla superficie dell'elemento da indagare all'interno del quale viene introdotta la sonda endoscopica. Lo strumento che viene utilizzato è l'endoscopio costituito da un'asta con un opportuno sistema di lenti e luce guida che permette la completa ispezione interna delle pareti del foro dalla quale è deducibile l'esecuzione tecnologica dell'elemento considerato e permettendo di rilevare qualsiasi situazione di discontinuità. In questo modo è possibile ispezionare l'elemento strutturale senza danneggiarlo ed acquisire allo stesso tempo immagini fotografiche di ciò che viene rilevato.

2.6 Endoscopie/Saggi solaio

I saggi e le ispezioni vengono eseguiti previa prova pacometrica (nel caso di c.a.) al fine di individuare il posizionamento di eventuali travetti e quindi individuare l'area da analizzare. Si procede mediante rimozione di piccole porzioni di intonaco all'intradosso in modo da poter effettuare il rilievo delle geometrie e dello schema strutturale, la stratigrafia e la qualità dei pacchetti di solaio presenti nell'edificio. Al fine di completare la diagnosi del pacchetto solaio viene praticato un foro all'estradosso in modo da poter inserire la sonda endoscopica e rilevare tipologia e spessori degli elementi di completamento.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



3 Indicazione in pianta delle zone di prova (1)

Nei fogli seguenti sono riportati i disegni schematici in pianta del fabbricato con indicate le zone di ubicazione delle prove (fornita dal Committente).

Piano Terra



Posizionamento prove piano terra.

¹ secondo le richieste del Committente

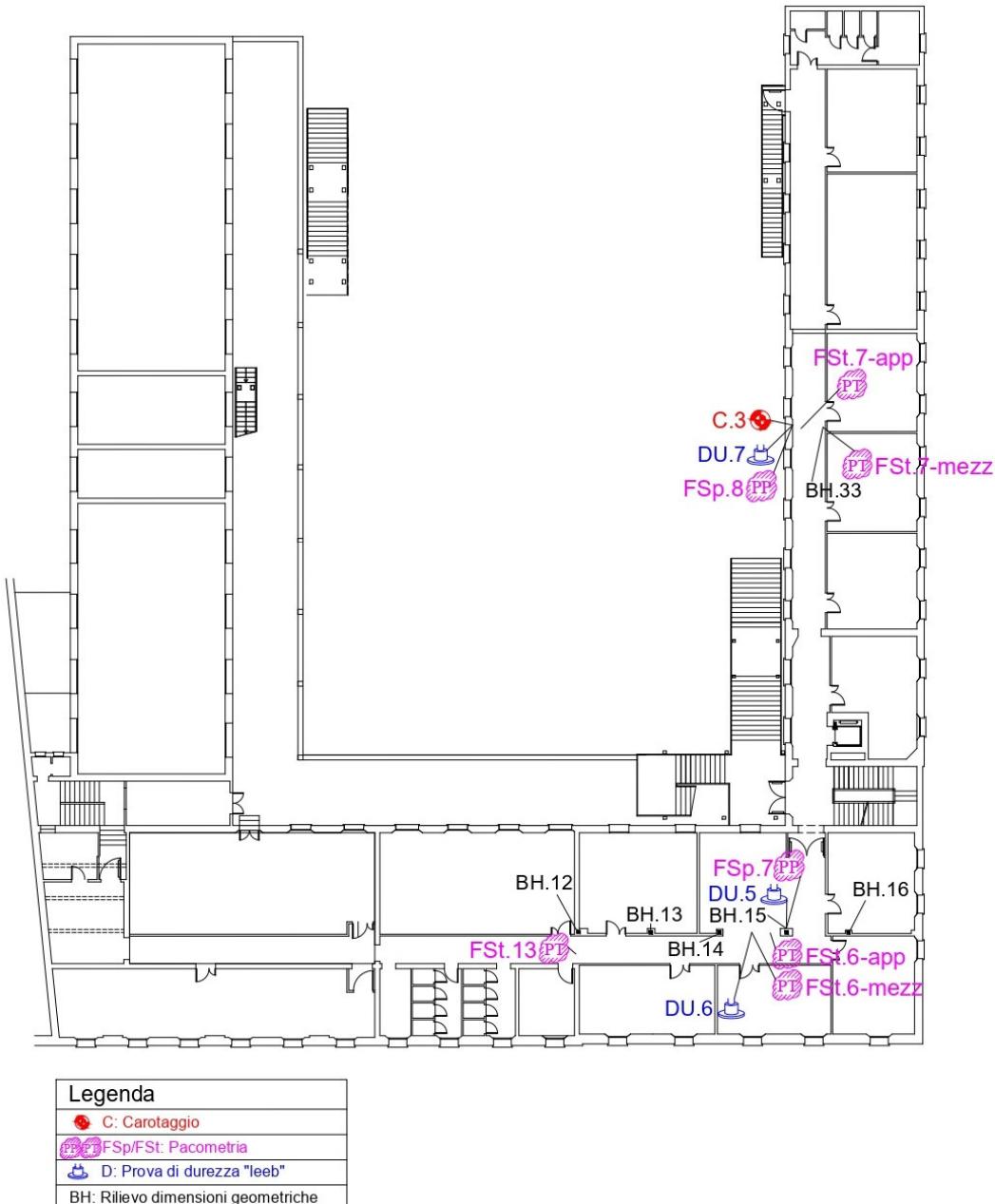


CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



Piano Primo



Posizionamento prove piano primo.



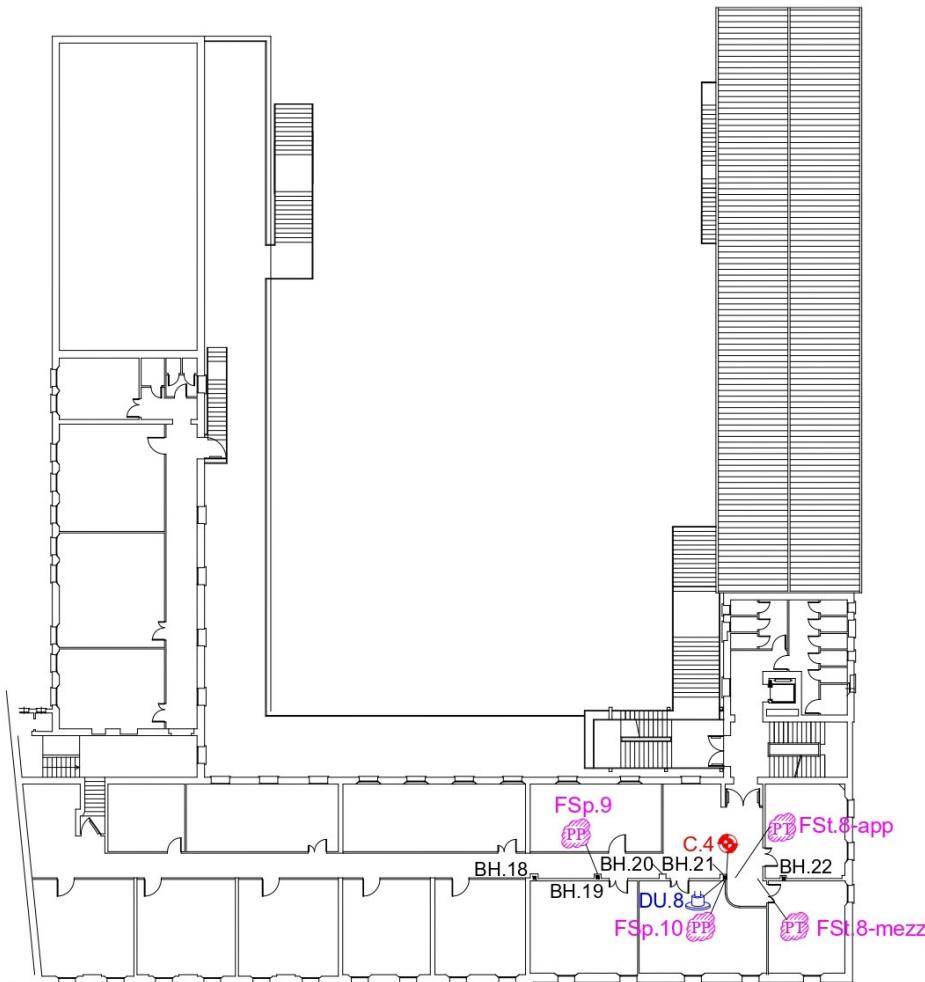
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



Piano Secondo



Legenda

● C: Carotaggio
● FSp/FSt: Pacometria
● D: Prova di durezza "leeb"
BH: Rilievo dimensioni geometriche

Posizionamento prove piano secondo.



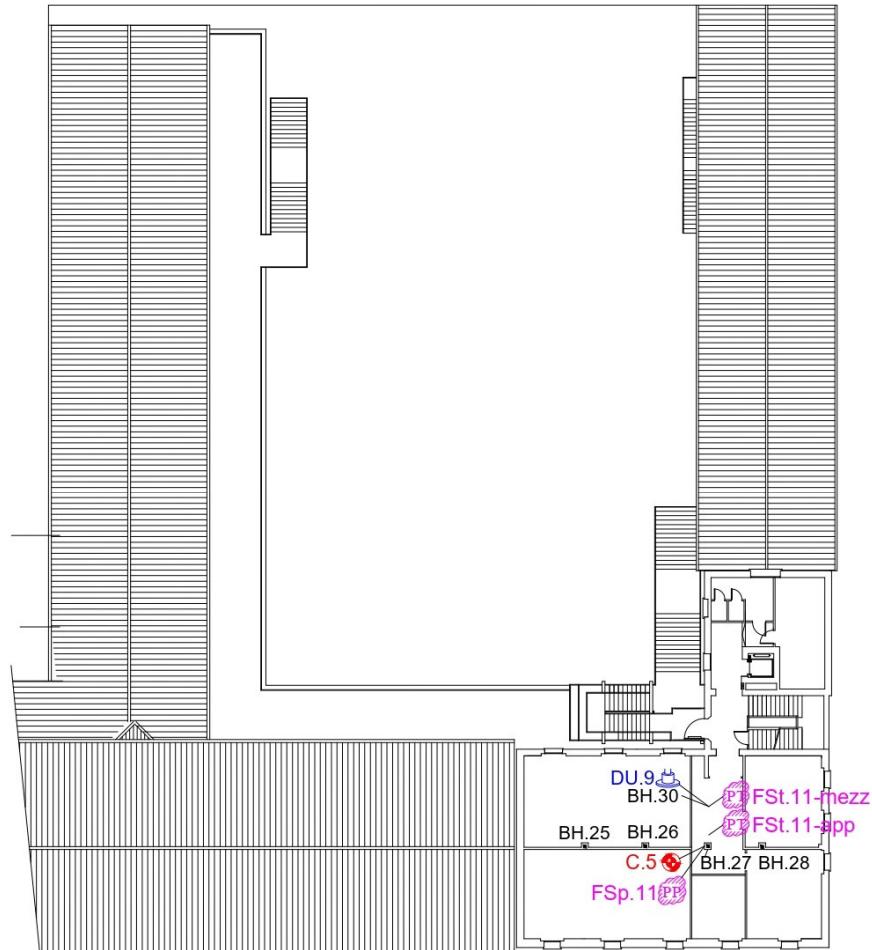
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



Piano Terzo



Legenda	
	C: Carotaggio
	FSp/FSt: Pacometria
	D: Prova di durezza "leeb"
BH:	Rilievo dimensioni geometriche

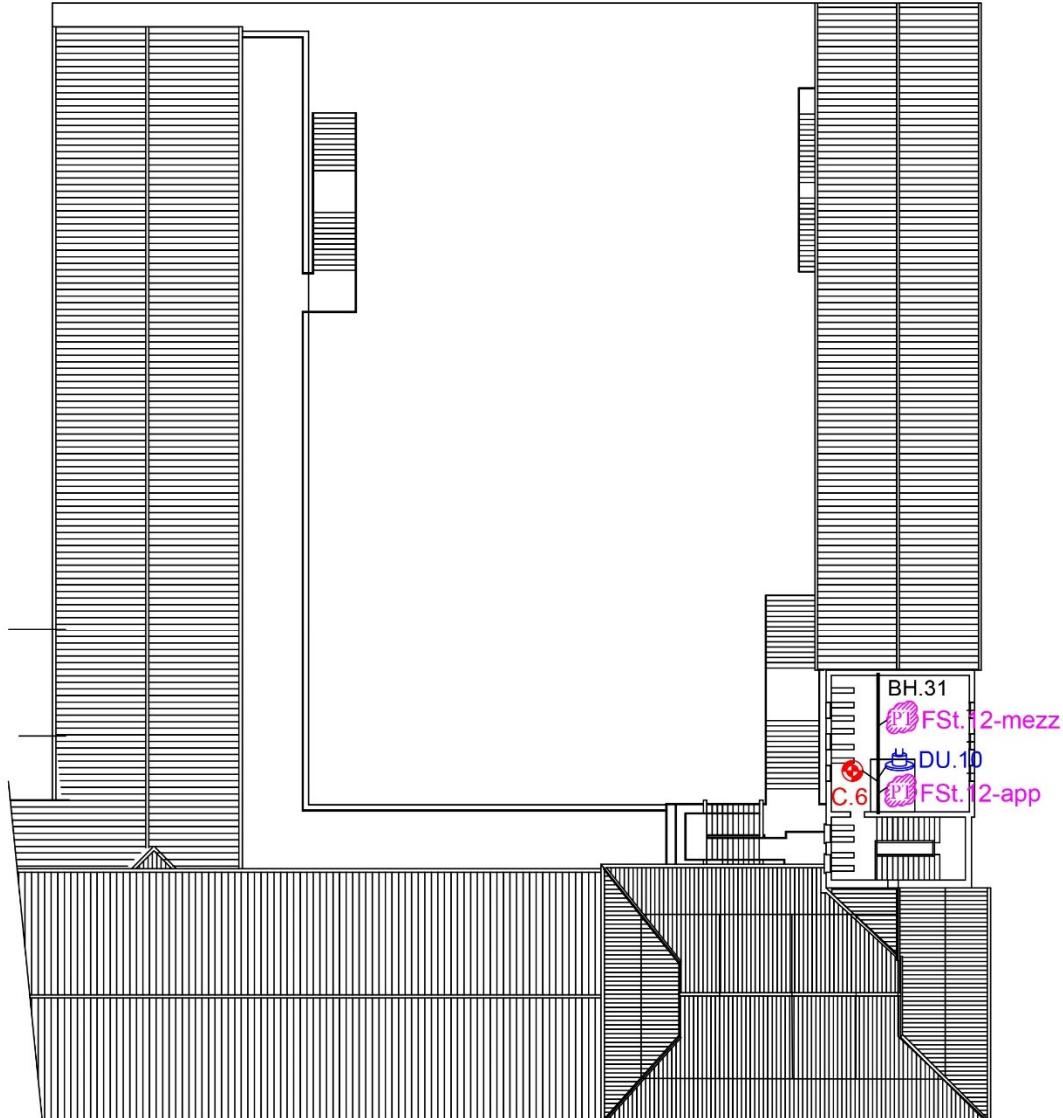
Posizionamento prove piano terzo.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



Posizionamento prove piano sottotetto.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

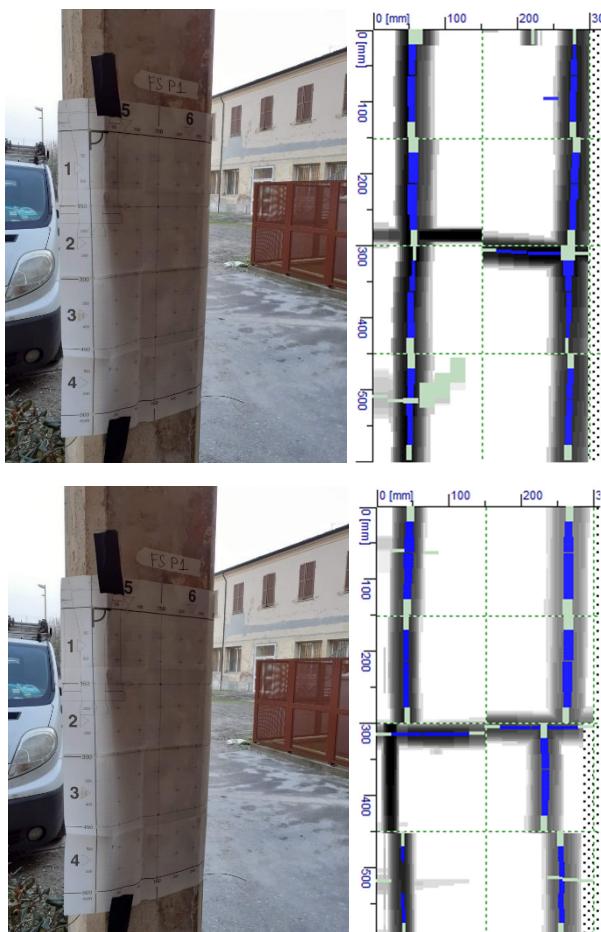


UNI EN ISO
9001:20015

4 Risultati delle indagini

4.1 Determinazione della posizione delle armature all'interno di elementi in c.a

4.1.1 FSp.1_Pilastro_Piano terra



Immagini pacometria FSp.1_ Sezione Pilastro 30x30 cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo lisce $\phi 10$ mm, staffe $\phi 6$ mm ogni 32 cm.



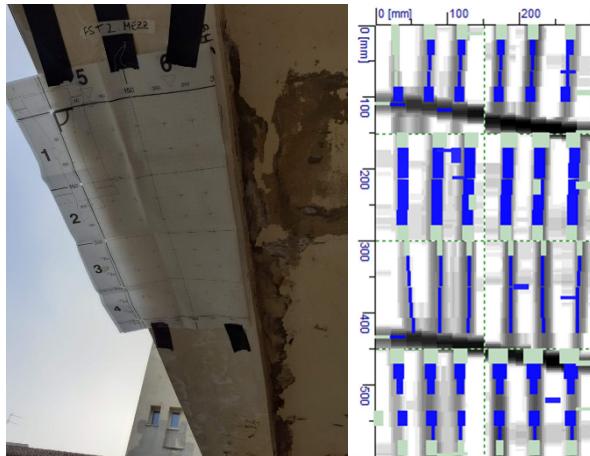
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

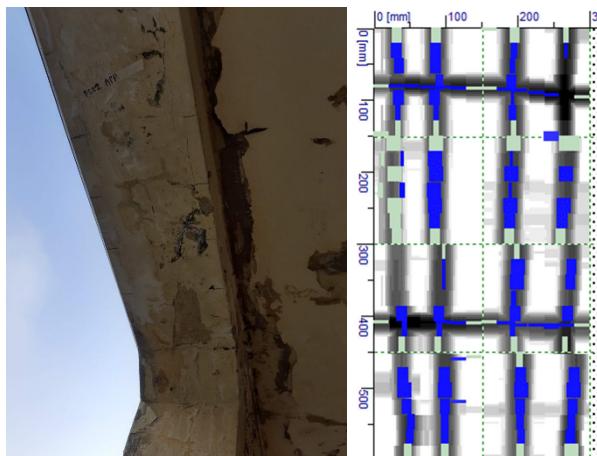
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.2 Fst.2_Trave_Piano terra



Immagini pacometria FSt.2_Mezzeria.



Immagini pacometria FSt.2_Appoggio.

Lato inferiore trave da 31 cm. Spessore calato rispetto al solaio: 14 cm

In mezzera si ipotizzano 6 barre longitudinali $\Phi 10$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 32 cm.

In appoggio si ipotizzano 4 barre longitudinali $\Phi 10$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 32 cm.



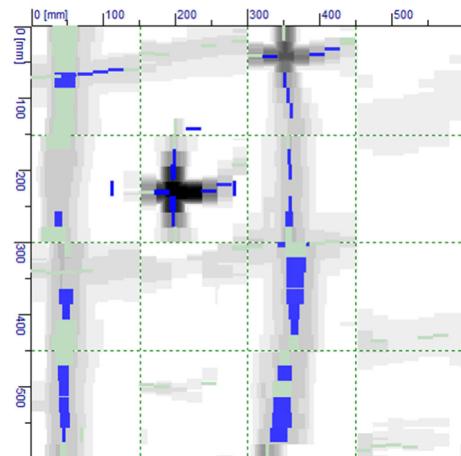
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.3 FSp.3_Cordolo_Piano terra



Immagini pacometria FSp.3_ Lato visibile pilastro 43 cm.

Nell'area indagata si ipotizzano 2 barre d'angolo $\Phi 12/14$ mm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 27 cm.



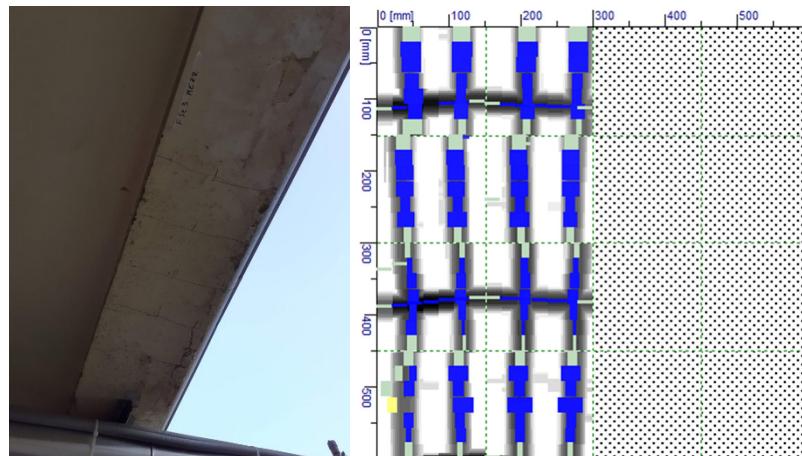
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

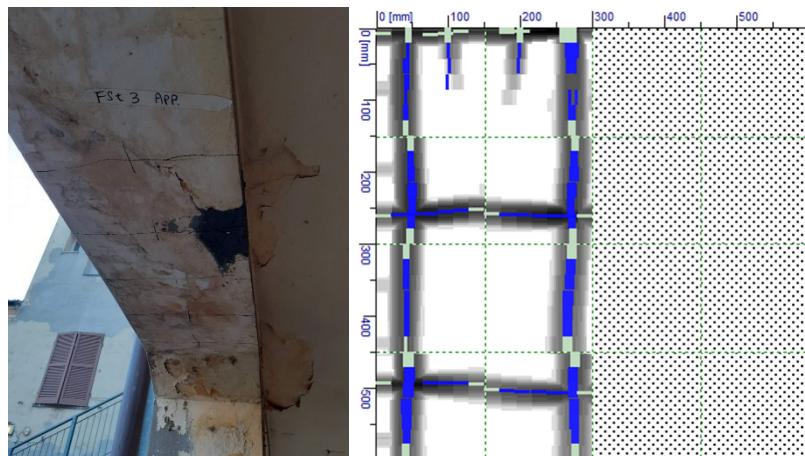
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.4 FSt.3_Trave_Piano terra



Immagini pacometria FSt.3_Mezzeria



Immagini pacometria FSt.3_Appoggio.

Lato inferiore trave da 31 cm

In mezzera si ipotizzano 4 barre longitudinali $\Phi 12$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 28 cm.

In appoggio si ipotizzano 2 barre longitudinali $\Phi 12$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 28 cm.



CLASSEDIL S.r.l.

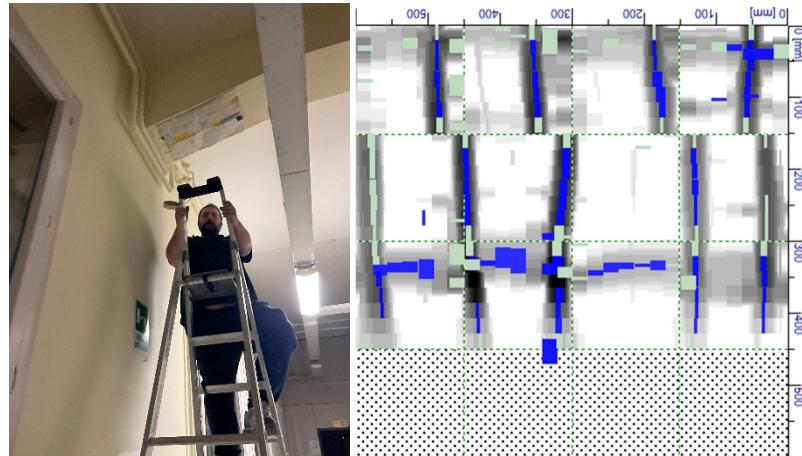
Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

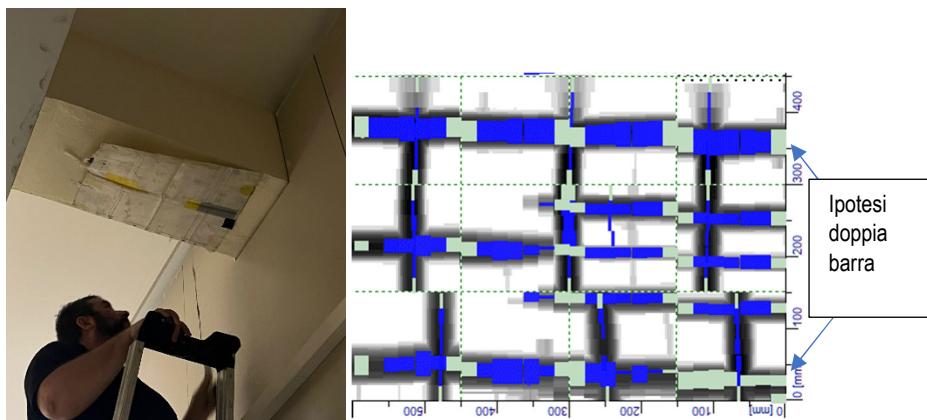


UNI EN ISO
9001:20015

4.1.5 FSt.4_Trave_Piano terra



Immagini pacometria FSt.4_Appoggio

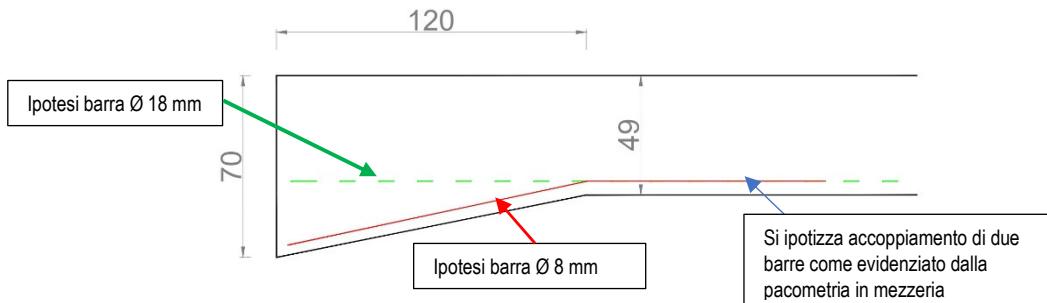


Immagini pacometria FSt.4_Mezzeria

Sezione Trave in mezzera (b x h) 41,5x49 cm. Sezione Trave in appoggio (b x h) 41,5x70 cm.

Si ipotizzano in appoggio 2 barre longitudinali Ø8 mm inferiori, staffe Ø8 mm ogni 15 cm.

Si ipotizzano in mezzera 5 barre longitudinali Ø16/18 mm inferiori, staffe Ø8 mm ogni 20 cm. Si ipotizza agli angoli l'accoppiamento di due barre come mostrato nel dettaglio seguente.



Dettaglio: dimensioni altezza della trave ed ipotesi posizionamento barre inferiori.



CLASSEDIL S.r.l.

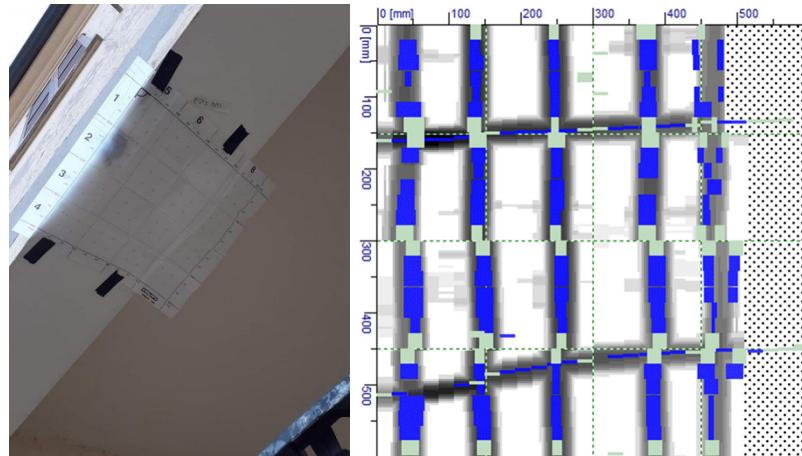
Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054

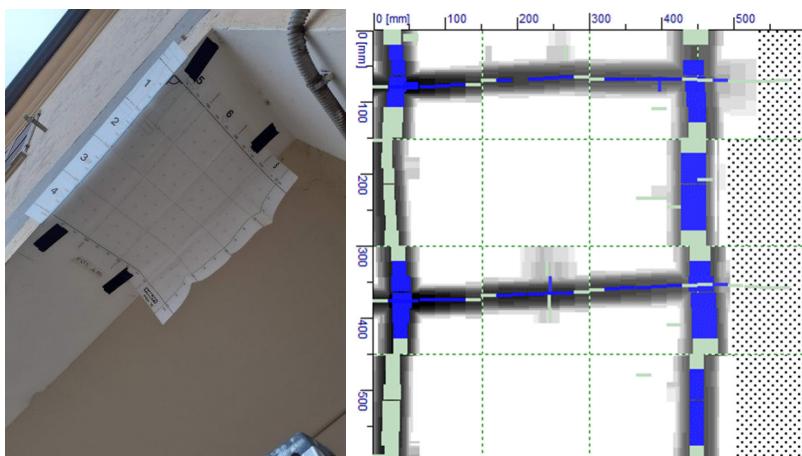


UNI EN ISO
9001:20015

4.1.6 FSt.5_Trave_Piano terra



Immagini pacometria FSt.5_Mezzeria.



Immagini pacometria FSt.5_Appoggio.

Sezione Trave ($b \times h$) 49 x 65 cm.

In mezzera si ipotizzano 5 barre longitudinali $\Phi 16$ mm nel lato inferiore da 49 cm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 32 cm.

In appoggio si ipotizzano 2 barre d'angolo lisce $\Phi 16$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 30 cm.

Eseguita scarifica.



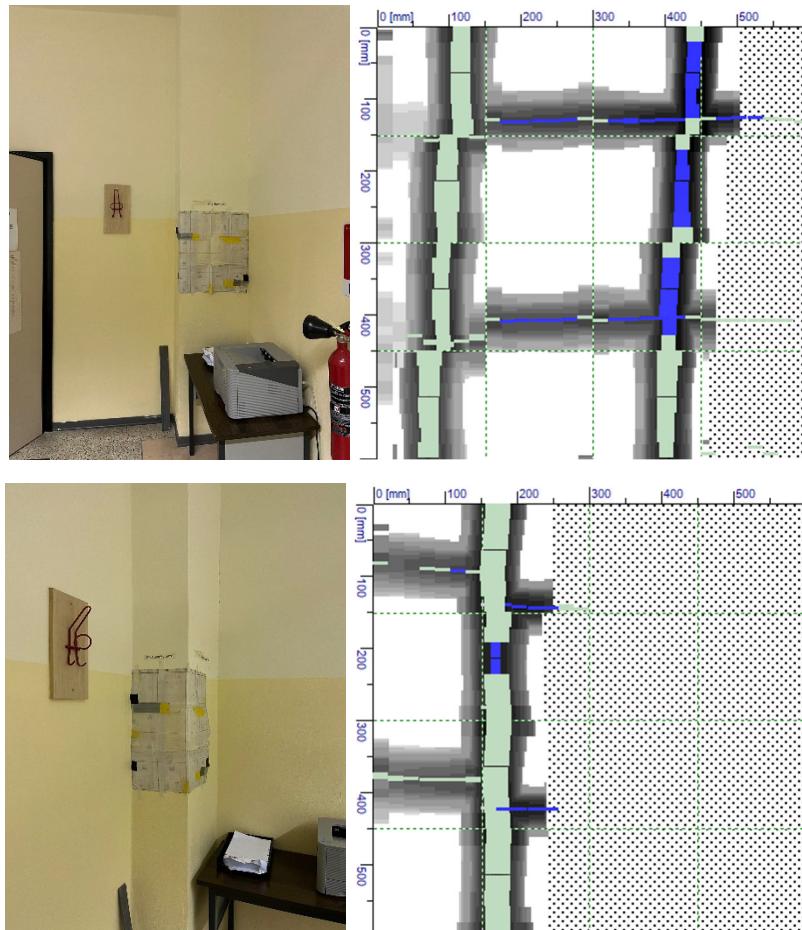
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.7 FSp.6_Pilastro_Piano primo



Immagini pacometria FSp.6_ Sezione Pilastro 40x40 cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo lisce $\phi 16$ mm, staffe $\phi 6$ mm ogni 30 cm.



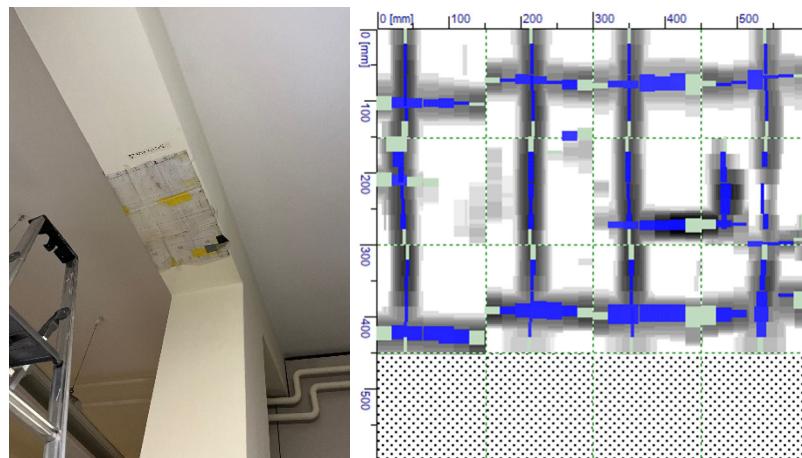
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

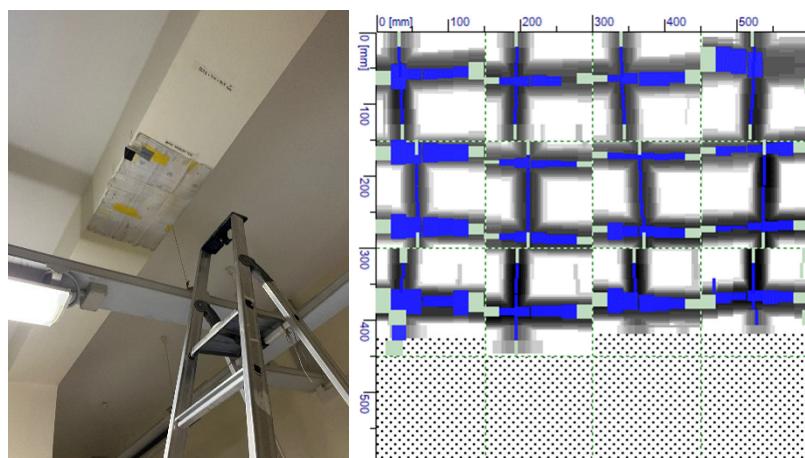
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.8 FSt.6_Trave_Piano Primo



Immagini pacometria FSt.6_Appoggio



Immagini pacometria FSt.6_Mezzeria

Sezione Trave ($b \times h$) 42x37 cm.

Si ipotizzano in mezzera 4 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm inferiori, staffe $\Phi 8$ mm ogni 15/18 cm.

Si ipotizzano in appoggio 2 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm inferiori, staffe $\Phi 8$ mm ogni 15/18 cm.



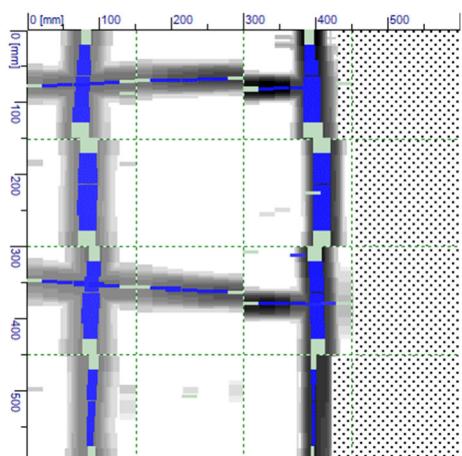
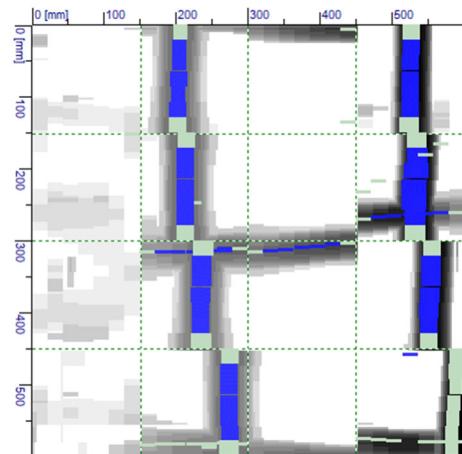
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.9 FSp.7_Pilastro_Piano primo



Immagini pacometria FSp.7_ Sezione Pilastro 38x38 cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo $\Phi 20$ mm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 28/30 cm.



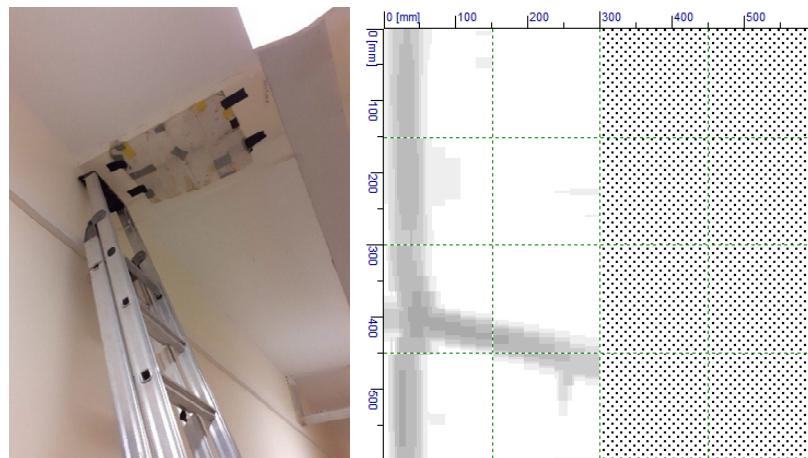
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

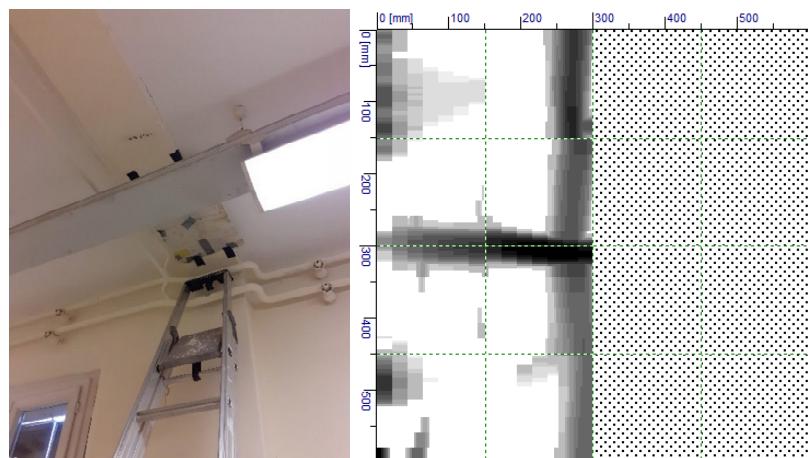
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.10 FSt.7_Trave_Piano Primo



Immagini pacometria FSt.7_Mezzeria



Immagini pacometria FSt.7_Appoggio

Sezione Trave ($b \times h$) 30x12 cm.

Problema di visualizzazione della scansione per presenza di tubazioni.

Si ipotizzano sia in mezzera che in appoggio 2 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm inferiori, staffe $\Phi 6/8$ mm.



CLASSEDIL S.r.l.

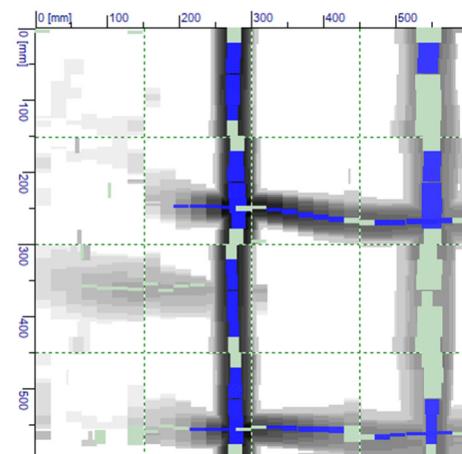
Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.1.11 FSp.8_Pilastro_Piano primo



Immagini pacometria FS8_ Lato pilastro indagato circa 35 cm.

Nell'area scansionata si ipotizzano 2 barre d'angolo $\Phi 16$ mm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 30 cm.



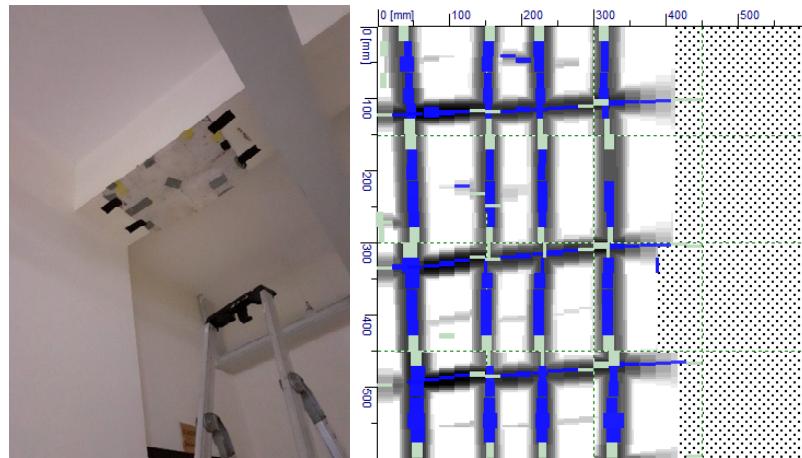
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

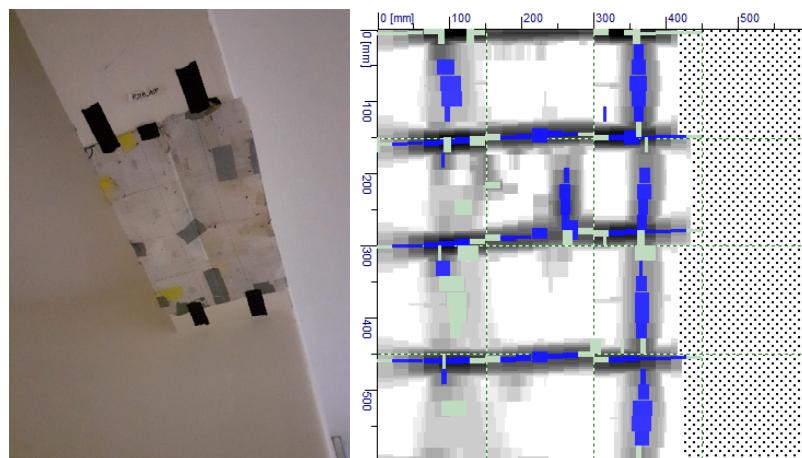
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.12 FSt.8_Trave_Piano Secondo



Immagini pacometria FSt.8_Mezzeria



Immagini pacometria FSt.8_Appoggio

Sezione Trave ($b \times h$) 39x37 cm.

Si ipotizzano in mezzeria 4 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm inferiori, staffe $\Phi 8$ mm ogni 18/20 cm.

Si ipotizzano in appoggio 2 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm inferiori, staffe $\Phi 8$ mm ogni 15 cm.



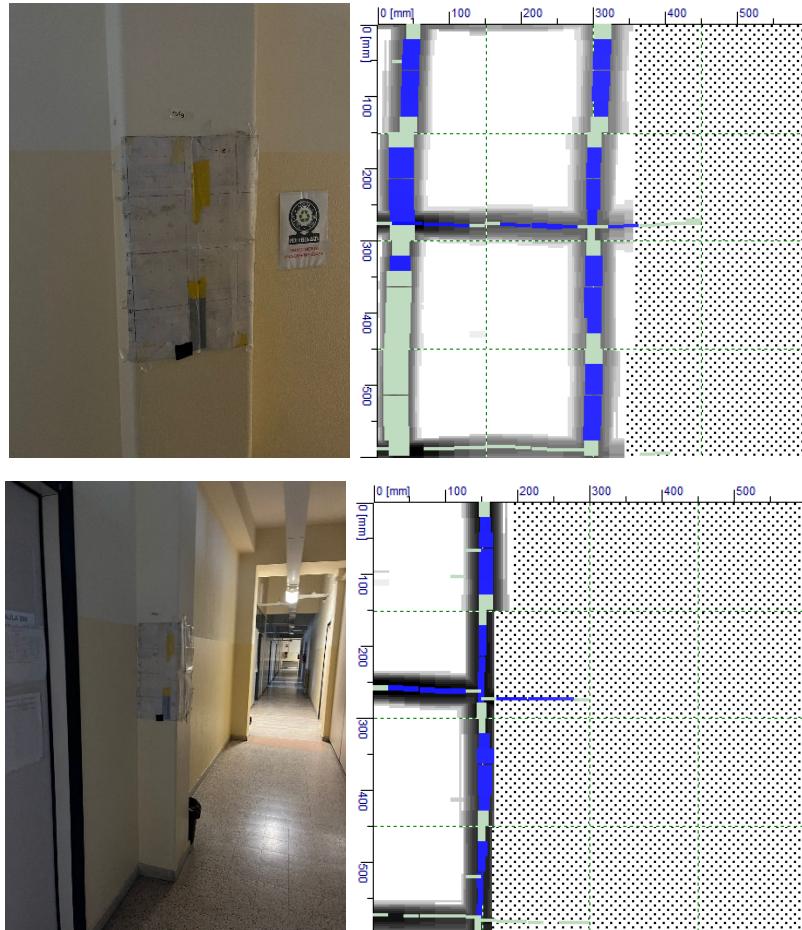
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.13 FSp.9_Pilastro_Piano secondo



Immagini pacometria FSp.9_ Sezione Pilastro 36x (26 parte libera) cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo lisce $\Phi 16$ mm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 30 cm.



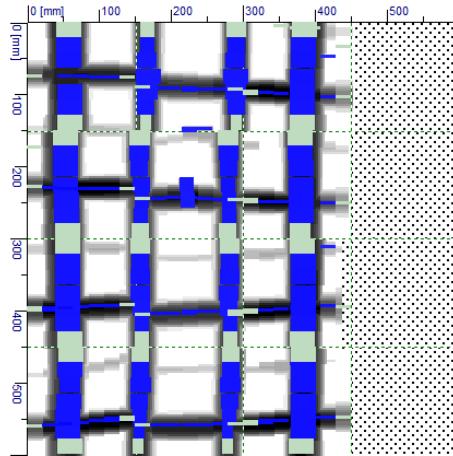
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

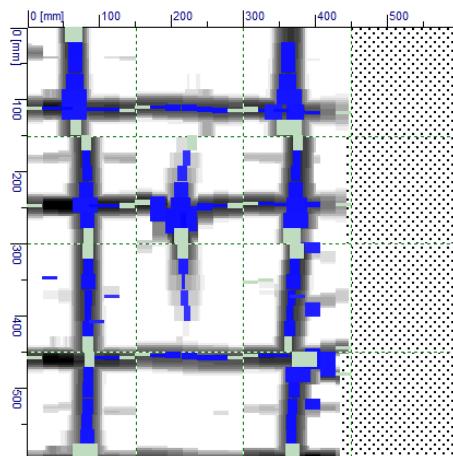
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.14 FSt.9_Trave_Piano terra



Immagini pacometria FSt.9_Mezzeria



Immagini pacometria FSt.9_Appoggio

Sezione Trave ($b \times h$) 42x36 cm.

Si ipotizzano in mezzeria 4 barre longitudinali $\Phi 16$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 15/17 cm. (Nelle due barre d'angolo inferiori in mezzeria lo strumento rileva spessore doppio di ferri per cui potrebbero essere 2 barre accoppiate per un totale di 6 barre)

Si ipotizzano in appoggio 2 barre longitudinali $\Phi 16$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 15/20 cm.



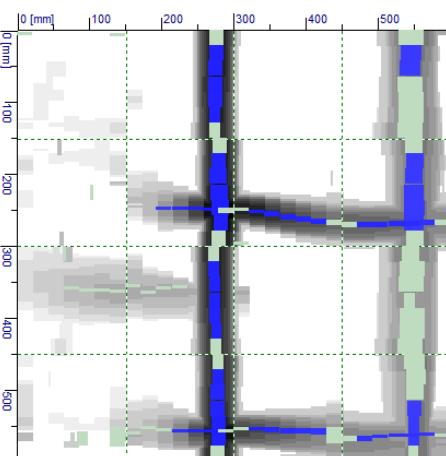
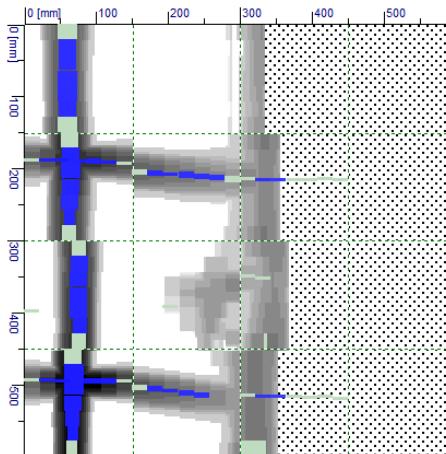
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.15 FSp.10_Pilastro_Piano secondo



Immagini pacometria FSp.10_ Sezione Pilastro 37x35 cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo $\Phi 16$ mm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 30 cm.



CLASSEDIL S.r.l.

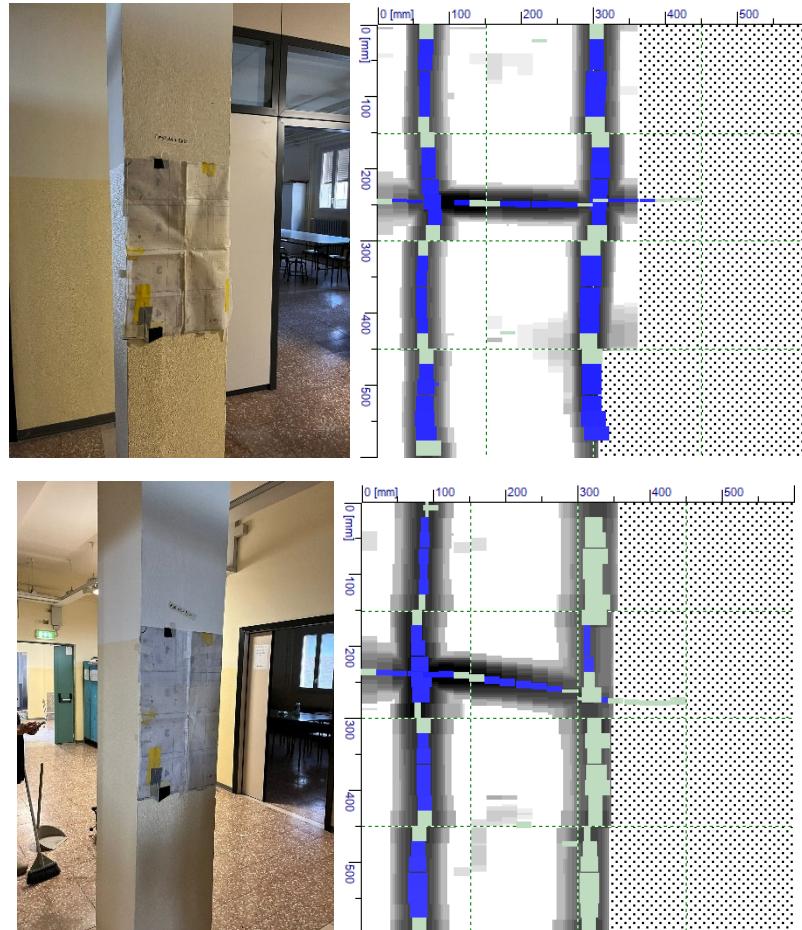
Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.1.16 FSp.11_Pilastro_Piano terzo



Immagini pacometria FSp.11_ Sezione Pilastro 37x 37 cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo lisce $\Phi 16$ mm, staffe $\Phi 6$ mm.



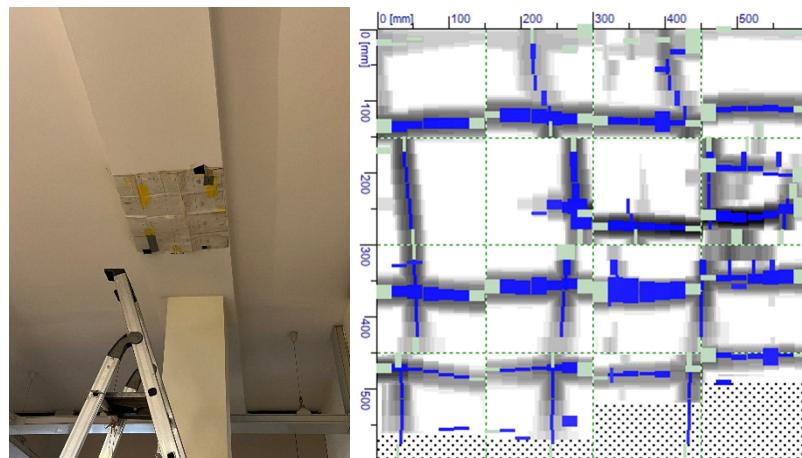
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

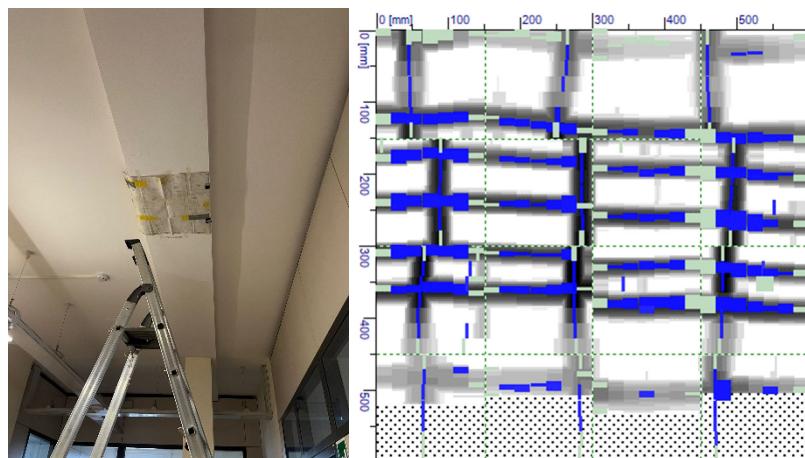
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.17 FSt.11_Trave_Piano terzo



Immagini pacometria FSt.11_Appoggio



Immagini pacometria FSt.11_Mezzeria

Sezione Trave ($b \times h$) 52x10 cm.

Si ipotizzano in mezzera 7 barre longitudinali $\Phi 10/14$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 20 cm.

Si ipotizzano in appoggio 4 barre longitudinali $\Phi 10/14$ mm inferiori, staffe $\Phi 6$ mm ogni 20 cm.



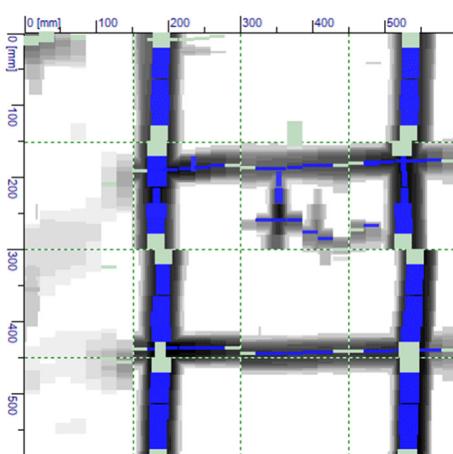
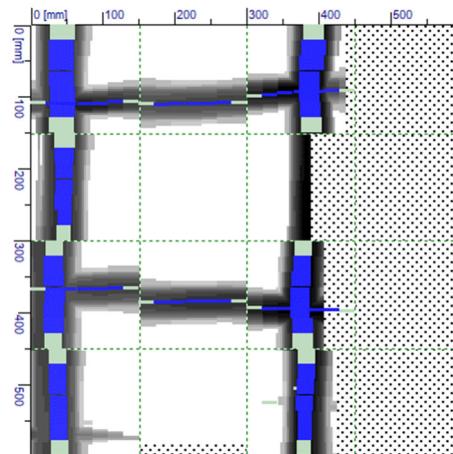
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.18 FSp.12_Pilastro_Piano terra



Immagini pacometria FSp.12_ Sezione Pilastro 42x42 cm.

Si ipotizzano 4 barre d'angolo $\Phi 16$ mm, staffe $\Phi 6$ mm ogni 25 cm.

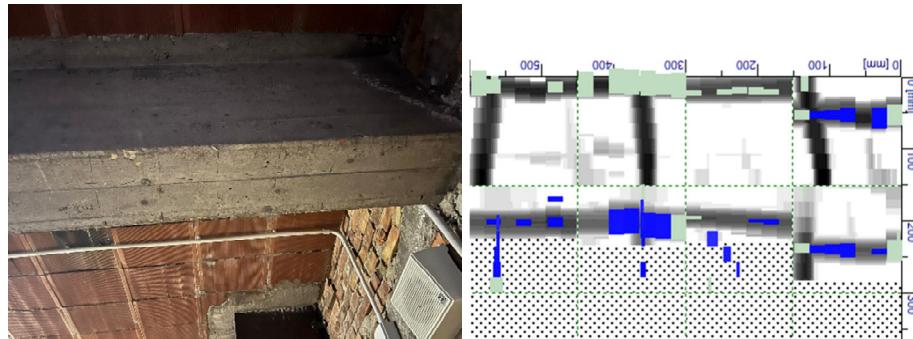


CLASSEDIL S.r.l.

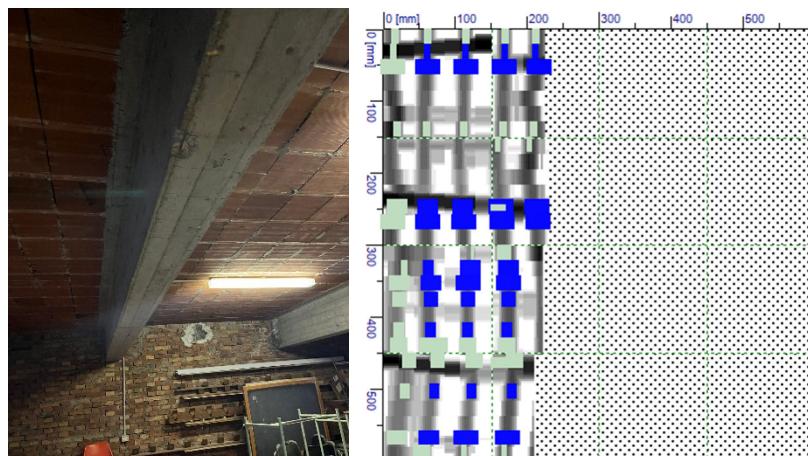
Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.19 FSt.12_Trave_Piano sottotetto



Immagini pacometria FSt.12_Appoggio



Immagini pacometria FSt.12_Mezzeria

Sezione Trave ($b \times h$) 25x51 cm.

Si ipotizzano in mezzeria 5 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm nel lato inferiore da 25 cm, staffe $\Phi 8$ mm ogni 20 cm.

Si ipotizzano in appoggio 2 barre longitudinali $\Phi 14/16$ mm nel lato inferiore da 25 cm, staffe $\Phi 8$ mm ogni 20 cm.



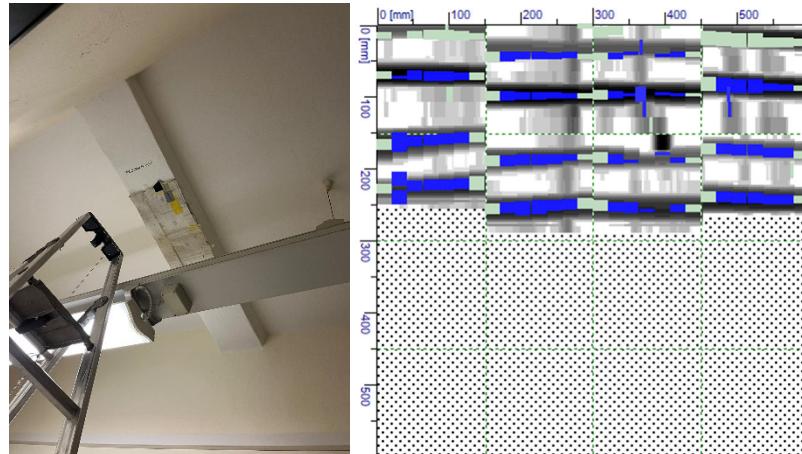
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.1.20 FSt.13_Trave_Piano primo



Immagini pacometria FSt.13_Mezzeria_ Sezione Trave (b x h) 30x12 cm.

Si ipotizzano 4 barre circa $\Phi 12/\Phi 14$ mm nel lato inferiore da 30 cm.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.2 Prova di compressione sulle carote in cls.

4.2.1 Identificazione ed esame visivo dei provini.

VERIFICA VISIVA				
Identificativo provino	Elemento	Ubicazione	Dimensione massima nominale dell'aggregato [mm]	Condizione di umidità della superficie al momento della prova
C.1	Pilastro	Piano Terra	<25	Asciutto
C.2	Pilastro	Piano Terra	<25	Asciutto
C.3	Pilastro	Piano Primo	<25	Asciutto
C.4	Pilastro	Piano Secondo	<25	Asciutto
C.5	Pilastro	Piano Terzo	<25	Asciutto
C.6	Trave	Piano Sottotetto	<25	Asciutto

4.2.2 Risultati prova di compressione.

Identificativo provino	PROVA DI COMPRESSIONE				Area Sezione [mm ²]	Carico di rottura		
	Dimensioni			Massa Volumica [kg/m ³]		Totalle [kN]	f _c [N/mm ²]	
	D [mm]	H [mm]	H/D					
C.1	97	106	1.09	7386	2285	115.0	15.6	
C.2	97	101	1.04	7386	2387	126.0	17.1	
C.3	97	106	1.09	7386	2267	100.1	13.6	
C.4	97	100	1.03	7386	2284	97.8	13.2	
C.5	97	102	1.05	7386	2318	85.3	11.5	
C.6	97	105	1.08	7386	2012	90.4	12.2	



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.2.3 Documentazione fotografica della prova



C.1- Punto di indagine e prelievo



C.2- Punto di indagine e prelievo



C.3- Punto di indagine e prelievo



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015



C.4- Punto di indagine e prelievo



C.5- Punto di indagine e prelievo



C.6- Punto di indagine e prelievo



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.3 Certificati Prove di Laboratorio Autorizzato

M7_P03 Rev3_26-03-12 Foglio 4. cer.car

ISTITUTO TECNICO STATALE COMMERCIALE E PER GEOMETRI " G. ANTINORI"

Cod. Fisc.81000880435 - Part. I.V.A. 00958330433

Via Madonna delle Carceri, snc, 62032 Camerino (MC) - Tel. 0737/632604

e-mail: mctd030004@istruzione.it - Pec: MCTD030004@PEC.ISTRUZIONE.IT - Cod. mecc. MCTD030004

LABORATORIO PROVE MATERIALI

(Autorizzazione Ministeriale n. 40266 del 11/12/1995 - Rinnovo n. 271 del 03/11/2015)

Loc. Torre del Parco - Camerino (MC) - Tel. 3665373281 - e-mail: laboratoriomateriali@antinoricamerino.it

Da assoggettare all'imposta di bollo in caso d'uso
ai sensi dell'art. 50 - All. A Parte II delle tariffe DPR 642/72

Certificato	n.	32-22
Prot.	n.	32-22
Foglio n.		01 di 01

A - Conglomerato cementizio.

VERBALE ACCETTAZIONE N. 1247 del 14-01-2022

Dati forniti dal richiedente:

Opera: Indagini diagnostiche in situ su edificio Polo Tecnico Professionale "E. Stoppa" sito in via F. Baracca n.62 - Lugo (RA)

Committente: Provincia di Ravenna

Impresa esecutrice: ---

Direttore dei lavori: RTI INSIGHT & Co. Srl - S.A.G.I. Srl - S.T.A. PROGETTO INTEGRATO - Arch. Roberto Di Ramio

Richiesta di prove: Sottoscritta dal Direttore dei Lavori

Numero dei provini cilindrici: sei (6)

Rck dichiarato: n.d. Mpa

Cemento tipo: ---

Dosaggio [kg/m³]: ---

Rapporto acqua/cemento: ---

Slump [cm]: ---

RISULTATI DELLE PROVE DI COMPRESSIONE

Data delle prove: 14-01-2022

Prova di Compressione effettuata secondo Norma UNI EN 12390-3:2019; UNI EN 12504-1:2021; D.M. 17-01-18

Determinazione Massa Volumica effettuata secondo Norma UNI 12390-7:2021

Provino n.	Rck dich.	Data del prelievo dichiarato	Posizione in opera del getto dichiarata	Dimensioni			Massa Volum. [Kg/mc]	Area Sez. [mm²]	Carico di rottura		Tipo di rottura	Provino rettificato
				D [mm]	H [mm]	H/D			Totalle [KN]	f _c [N/mm²]		
1	---	n.d.	Pilastro - C1	97	106	1.09	2285	7386	115.0	15.6	soddisf.	si
2	---	n.d.	Pilastro - C2	97	101	1.04	2387	7386	126.0	17.1	soddisf.	si
3	---	n.d.	Pilastro - C3	97	106	1.09	2267	7386	100.1	13.6	soddisf.	si
4	---	n.d.	Pilastro - C4	97	100	1.03	2284	7386	97.8	13.2	soddisf.	si
5	---	n.d.	Pilastro - C5	97	102	1.05	2318	7386	85.3	11.5	soddisf.	si
6	---	n.d.	Trave - C6	97	105	1.08	2012	7386	90.4	12.2	soddisf.	si

Data emissione: 14-01-2022

Lo Sperimentatore
Dott. DEL BALZO RUITI Filippo



Il Direttore del Laboratorio
Ing. MONNI Francesco



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



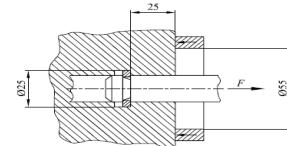
UNI EN ISO
9001:20015

4.4 Determinazione della resistenza all'estrazione di inserti post-inseriti nel calcestruzzo (Pull-Out)

Nel foglio seguente viene riportata una tabella riassuntiva dei valori di forza di estrazione "F" (prove Pull Out). Vengono inoltre riportate delle stime di resistenza a compressione ricavate analiticamente con regressioni non-lineari (di tipo potenza) utilizzando le correlazioni dalle Linee Guida. Si consiglia per una maggiore rappresentatività del dato di seguire prelievi diretti di calcestruzzo e l'esecuzione di una correlazione con le prove Pull Out.

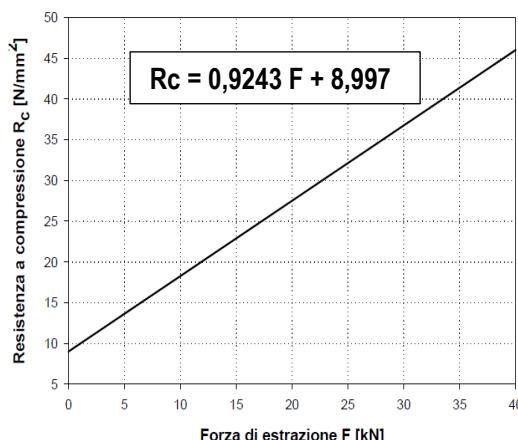
Ricordiamo che rimane a discrezione del progettista la responsabilità riguardo la correlazione appropriata da utilizzare, sia essa tra quelle riportate a seguire, sia essa ricavata da altre correlazioni da Lui stesso considerate più appropriate.

Resistenza all'estrazione						
d ₁ [mm]	25					
d ₂ [mm]	55					
h [mm]	25					
A [mm ²]	3664					
PO1	Piano terra	Pilastro	208.2	38.9	10.6	15.6
PO2	Piano terra	Trave	169.9	31.8	8.7	



4.4.1 Stima della resistenza del calcestruzzo

Viene restituita una stima della resistenza del calcestruzzo in situ tenendo conto delle indicazioni date dalle Linee Guida del 2008 che correlano la Forza di Estrazione con la Resistenza a Compressione.



Rc=Resistenza compressione stimata; F=forza di estrazione

Identificativo Prova	Forza di estrazione	Correlazione Linee Guida	Carotaggio
	F (kN)	Rc (MPa)	Rsitu (MPa)
PO1	38.9	45.0	15.6
PO2	31.8	38.4	



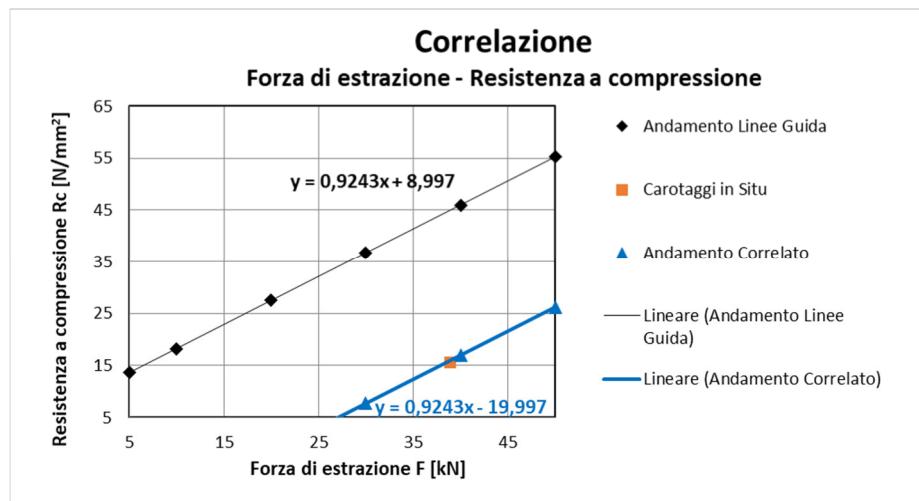
CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.4.2 Correlazione “Forza di estrazione - Resistenza in situ”

La correlazione tra forza di estrazione e resistenza a compressione è stata ricavata a partire dalla correlazione fornita dalle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale (CC.SS.LL.PP.) ridotta sino ai valori di resistenza in opera calcolati a partire dalla resistenza su carota (errore mediato).



$$Rcc = 0,9243F - 19,997$$

Rcc Resistenza a compressione correlazione ; F Forza di estrazione [Linea Correlazione]

Identificativo Prova	P (bar)	F (kN)	Rcc (Mpa)	C (MPa)
PO1	208.2	38.9	16.0	15.6
PO2	169.9	31.8	13.4	
Resistenza in situ media stimata			14.7	

4.4.3 Documentazione fotografica della prova



Punto di indagine PO1



Punto di indagine PO2



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.5 Prova di durezza per la stima della resistenza in situ barra d'armatura

4.5.1 Resistenza a trazione stimata.

Provino	Punto di prova	Diametro barre [mm]	Durezza HL	Durezza Hv	Resistenza a trazione stimata dallo strumento in situ media 6b* [N/mm ²]
D1	Trave	10	308	99	
D2	Trave	12	305	100	390
D3	Pilastro		314	105	412
D4	Trave	16	321	103	
D5	Pilastro		337	108	
D6	Trave		331	107	
D7	Pilastro		335	105	407
D8	Pilastro		314	108	398
D9	Trave	16	334	105	
D10	Trave		316	103	

*La resistenza a trazione in situ è stata determinata tramite la funzione interna allo strumento durezza 6b.

Le prove vanno correlate con prove di trazione da un campione significativo prelevato in situ, la prova di durezza può falsare la resistenza effettiva per via del trattamento superficiale, del posizionamento del campione, del suo vincolo, si può quindi utilizzare per comparazione in omogeneità con le prove dirette eseguite.



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

TABELLA DI CONVERSIONE DUREZZE PER ACCIAI AL CARBONIO E LEGATI										
ASTM A370-03a										
HRC	HV	HB	HRA	Rm	HRB	HV	HB	HRA	Rm	
Cone	Vickers	Brinell	Cone	N/mm ²	Sfera	Vickers	Brinell	Cone	N/mm ²	
diamante	30	3000 Kgf	diamante	Mpa	1/16"	30	3000 Kgf	diamante	Mpa	
68	940	-	85,6	-	100	240	240	61,5	800	
67	900	-	85,0	-	99	234	234	60,9	785	
66	865	-	84,5	-	98	228	228	60,2	750	
65	832	739	83,9	-	97	222	222	59,5	715	
64	800	722	83,4	-	96	216	216	58,9	705	
63	772	706	82,8	-	95	210	210	58,3	690	
62	746	688	82,3	-	94	205	205	57,6	675	
61	720	670	81,8	-	93	200	200	57,0	650	
60	697	654	81,2	-	92	195	195	56,4	635	
59	674	634	80,7	2420	91	190	190	55,8	620	
58	653	615	80,1	2330	90	185	185	55,2	615	
57	633	595	79,6	2240	89	180	180	54,6	605	
56	613	577	79,0	2160	88	176	176	54,0	590	
55	595	560	78,5	2070	87	172	172	53,4	580	
54	577	543	78,0	2010	86	169	169	52,8	570	
53	560	525	77,4	1950	85	165	165	52,3	565	
52	544	512	76,8	1880	84	162	162	51,7	560	
51	528	496	76,3	1820	83	159	159	51,1	550	
50	513	482	75,9	1760	82	156	156	50,6	530	
49	498	468	75,2	1700	81	153	153	50,0	505	
48	484	455	74,7	1640	80	150	150	49,5	495	
47	471	442	74,1	1580	79	147	147	48,9	485	
46	458	432	73,6	1520	78	144	144	48,4	475	
45	446	421	73,1	1480	77	141	141	47,9	470	
44	434	409	72,5	1430	76	139	139	47,3	460	
43	423	400	72,0	1390	75	137	137	46,8	455	
42	412	390	71,5	1340	74	135	135	46,3	450	
41	402	381	70,9	1300	73	132	132	45,8	440	
40	392	371	70,4	1250	72	130	130	45,3	435	
39	382	362	69,9	1220	71	127	127	44,8	425	
38	372	353	69,4	1180	70	125	125	44,3	420	
37	363	344	68,9	1140	69	123	123	43,8	415	
36	354	336	68,4	1110	68	121	121	43,3	405	
35	345	327	67,9	1080	67	119	119	42,8	400	
34	336	319	67,4	1050	66	117	117	42,3	395	
33	327	311	66,8	1030	65	116	116	41,8	385	
32	318	301	66,3	1010	64	114	114	41,4	-	
31	310	294	65,8	970	63	112	112	40,9	-	
30	302	286	65,3	950	62	110	110	40,4	370	
29	294	279	64,6	930	61	108	108	40,0	-	
28	286	271	64,3	900	60	107	107	39,5	-	
27	279	264	63,8	880	59	106	106	39,0	360	
26	272	258	63,3	860	58	104	104	38,6	-	
25	266	253	62,8	850	57	103	103	38,1	350	
24	260	247	62,4	820	56	101	101	37,7	-	
23	254	243	62,0	810	55	100	100	37,2	340	
22	248	237	61,5	790	54	-	-	36,8	-	
21	243	231	61,0	770	51	-	94	35,5	330	
20	238	226	60,5	760	49	-	92	34,6	320	

I valori in grassetto sono fuori tabella ASTM ma comunque attendibili.

Tabella 1 - Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai di armatura

Normativa	R.D.L. n°2229/1939			LL.PP. n°1472/1957			D.M. 30/05/1972				D.M. 30/05/1974					
Tipologia	liscio			liscio		a.m.	liscio		aderenza migliorata (a.m.)		liscio		a.m.			
Denominazione	Dolce	Semi duro	Duro	Aq42	Aq50	Aq60	FeB22	FeB32	A38	A41	FeB44	FeB22	FeB32	FeB38	FeB44	
Snervamento (kgf/mm ²)	≥ 23	≥ 27	≥ 31	≥ 23	≥ 27	≥ 31	/	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 41	≥ 44	≥ 22	≥ 32	≥ 38	≥ 44
Rottura (kgf/mm ²)	42-50	50-60	60-70	42 - 50	50 - 60	60-70	/	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 50	≥ 55	≥ 34	≥ 50	≥ 46	≥ 55
Allungamento (%)	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 14	≥ 12	≥ 24	≥ 23	≥ 14	≥ 12



CLASSEDIL S.r.l.

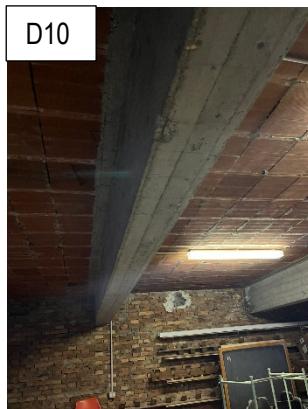
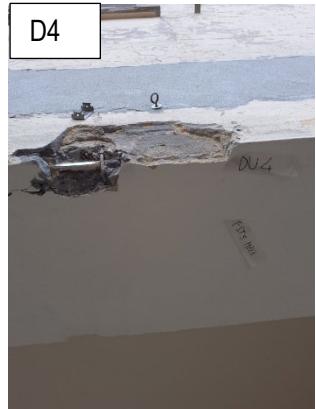
Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali

Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



UNI EN ISO
9001:20015

4.5.2 Documentazione fotografica.





CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.6 Rilievo elementi strutturali

Di seguito si mostrano in tabella le misurazioni fatte sugli elementi strutturali. Per rilievi su pilastro si individuano il Lato A ed il Lato B, mentre per le travi si individuano il lato inferiore e l'altezza calata rispetto il solaio.

Rilievo	Lato A/Base	Lato B/Altezza calata	Rilievo	Lato A/Base	Lato B/Altezza calata
BH1	49	65	BH19	36	37
BH3	43	/	BH20	36	35
BH6	31	14	BH21	39	37
BH7	49	49	BH22	39	37
BH8	46	/	BH23	39	37
BH9	44	44	BH25	35	37
BH10	44	44	BH26	35	37
BH12	40	40	BH27	37	37
BH13	40	40	BH28	36	37
BH14	41	41	BH30	52	10
BH15	38	38	BH31	51	25
BH16	41	41	BH32	41.5	49/70
BH17	42	37	BH33	30	12
BH18	36	40			



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.7 Endoscopie pareti / saggi solaio

4.7.1 EnS.1_1° elevazione_piano terra

Punto di indagine	Solaio 1° elevazione
Tipologia solaio	Solaio in laterocemento gettato in opera
Interassi travetti [cm]	40
Barre evidenziate nei travetti	1 $\Phi 10$ mm + 2 $\Phi 8$ mm lisci
Altezza pignatta [cm]	12
Altezza totale solaio balcone compresa guaina [cm]	~ 21
Immagini dell'indagine	 

EnS.1 – Intradosso solaio



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.7.2 EnS.2_1° elevazione_piano terra

Punto di indagine	Solaio 1° elevazione
Tipologia solaio	Solaio in latero-cemento con travetti in cls armato
Interassi travetti [cm]	51
Larghezza travetti [cm]	14
Barre evidenziate nei travetti	Ipotesi: 2 Trefoli Ø6 mm lato inferiore
Stratigrafia (da intradosso ad estradosso)	<ul style="list-style-type: none">- Elemento in laterizio forato: 11 cm- Getto: 16 cm- Altro elemento in laterizio forato: 12 cm- Getto/Massetto+ Pavimentazione: 7,5 cm
Altezza totale solaio [cm]	~ 47
Immagini dell'indagine	 <i>EnS.2 – Intradosso solaio</i>



CLASSEDIL S.r.l.

Prove e controlli sui materiali da costruzione,
su strutture e costruzioni esistenti, storiche e monumentali
Laboratorio con SGQ certificata ISO 9001 – Concessione n. 19054



4.7.3 Endoscopia parete

E1	Ubicazione	Elemento	Posizione	Spessore elemento
			H [cm]	[cm]
	Piano Terra	Parete perimetrale	~130	/
Stratigrafia	Quota progressiva [cm]	Sp.strato [cm]	Descrizione	
	28	>28		Mattone pieno
Note	Endoscopia eseguita per dimostrare l'assenza di pilastro in cls.			

IL RESPONSABILE TECNICO DI PROVA

Dott. Ing. Davide Basile

Tecnico certificato UNI EN ISO 9712 UNI PDR 56:2019

III livello per metodi SC, UT, MG, MO, MPT, TT, PC, ES, IM, CH.

II livello per metodi DN PT e VT indus.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico con apposta firma digitale ai sensi del DPR 513/97