

COMMITTENTE
CONTRACTORS



AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Emilia Romagna

PROGETTO
PROJECT

RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DEL CHIOSTRO DI S. ULGARICO PARMA

TITOLO
TITLE

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE E DI COMPLETAMENTO

STATO DI VARIANTE



Indagini e Verifiche sulle Strutture

R.U.P.

Ing. Orazio Pennisi
AGENZIA DEL DEMANIO
Direzione Regionale Emilia Romagna
piazza Malpighi 19 Bologna

PROGETTISTA STRUTTURE

Ing. Alessandro Uberti
Uberti Ingegneri Associati
Via Beethoven 2e Bologna

COD. COMM.

CODE ORDER

SCALA

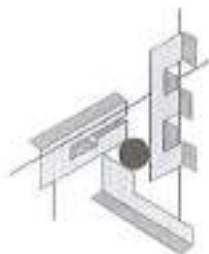
SCALE

N° ELAB.

Elab.1ST^{NO. DOC.}

03									11/2016
02									
01									
00									

REV.	EMESSO PER	ISSUED TO	RED.	COMP.	CONTR.	CHK'D	APPR.	APPR'D	DATA	DATE
------	------------	-----------	------	-------	--------	-------	-------	--------	------	------



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 16258 del 12/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolari 2613/1976

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 2065 del 18/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolari 2613/1976

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 1196 del 30/09/2011 - Circolari 2613/1976



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAWOLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

INDAGINI E VERIFICHE SU STRUTTURE

Committente:

UBERTI INGEGNERI ASSOCIATI

Via Beethoven, 2/e BOLOGNA

Opera:

Chiostro "S. Uldarico"

Via Farini ang. Borgo Felino Parma

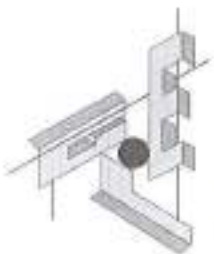
Tecnico incaricato delle verifiche:

Ing. A. Uberti

NS rif.:

n° 1561/17 del 27/10/2017





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Locato n. 36355 del 13/08/1977 e s.s. - Albo n. 57 Circolo 2618/176

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Locato n. 8069 del 19/10/1977 e s.s. - Albo n. 57 e 58 Circolo 2618/176

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Locato n. 7194 del 30/08/1977 - Circolo 2618/176



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

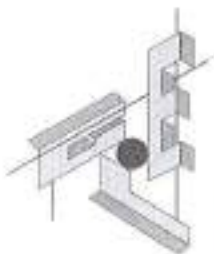
1. PREMESSA

Il Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l. di Parma è stato incaricato dal committente di effettuare una campagna di indagini nella struttura del Chiostro adiacente la Chiesa di S. Uldarico sito a Parma in via Farini ang. B.go Felino, finalizzate all'acquisizione di un adeguato livello di conoscenza dei materiali e dei dettagli realizzativi conseguenti ad opere di restauro della struttura non ancora ultimate. I punti di prova, concordati col tecnico incaricato delle verifiche Ing. Uberti, sono evidenziati nelle planimetrie riportate in ciascun paragrafo relativo alle prove eseguite.

2. PROVE ESEGUITE

Le prove effettuate sono state le seguenti:

- 2.1 Angolari per l'ancoraggio fra travetti copertura-parete : verifica dello spessore di zincatura**
 - 2.1.1 Verifica dello spessore del rivestimento di zincatura
 - 2.1.2 Stima delle caratteristiche di resistenza a trazione dell'acciaio mediante prove di durezza in sito
- 2.2 Solai fra piano primo e piano sottotetto: verifica stratigrafica e delle caratteristiche di resistenza a compressione delle malte per il consolidamento delle volte**
- 2.3 Catene in acciaio delle volte**
 - 2.3.1 Prova di trazione ed allungamento
 - 2.3.2 Prova vibrazionale per la verifica dello stato tensionale
 - 2.3.3 Prova endoscopica per la verifica delle modalità di inserimento nella muratura
- 2.4 Pilastri in pietra del chiostro**
 - 2.4.1 Indagine ultrasonica
- 2.5 Intonaco fibro-rinforzato nell'estradosso della parete nord: indagine stratigrafica e verifica dell'adesione dello stesso al supporto murario**
- 2.6 Indagine mediante termocamera ad infrarossi al primo piano dell'edificio all'intradosso dell'angolo nord-est**



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Sub. Alia. Safe. e Trapp. Decreto n. 16386 del 12/08/1977 e s.r. - Settore "A" Circolare 7417/RT

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Sub. Alia. Safe. e Trapp. Decreto n. 2663 del 19/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7615/RT

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Sub. Alia. Safe. e Trapp. Decreto n. 7196 del 30/09/2011 - Circolare 7615/RT

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

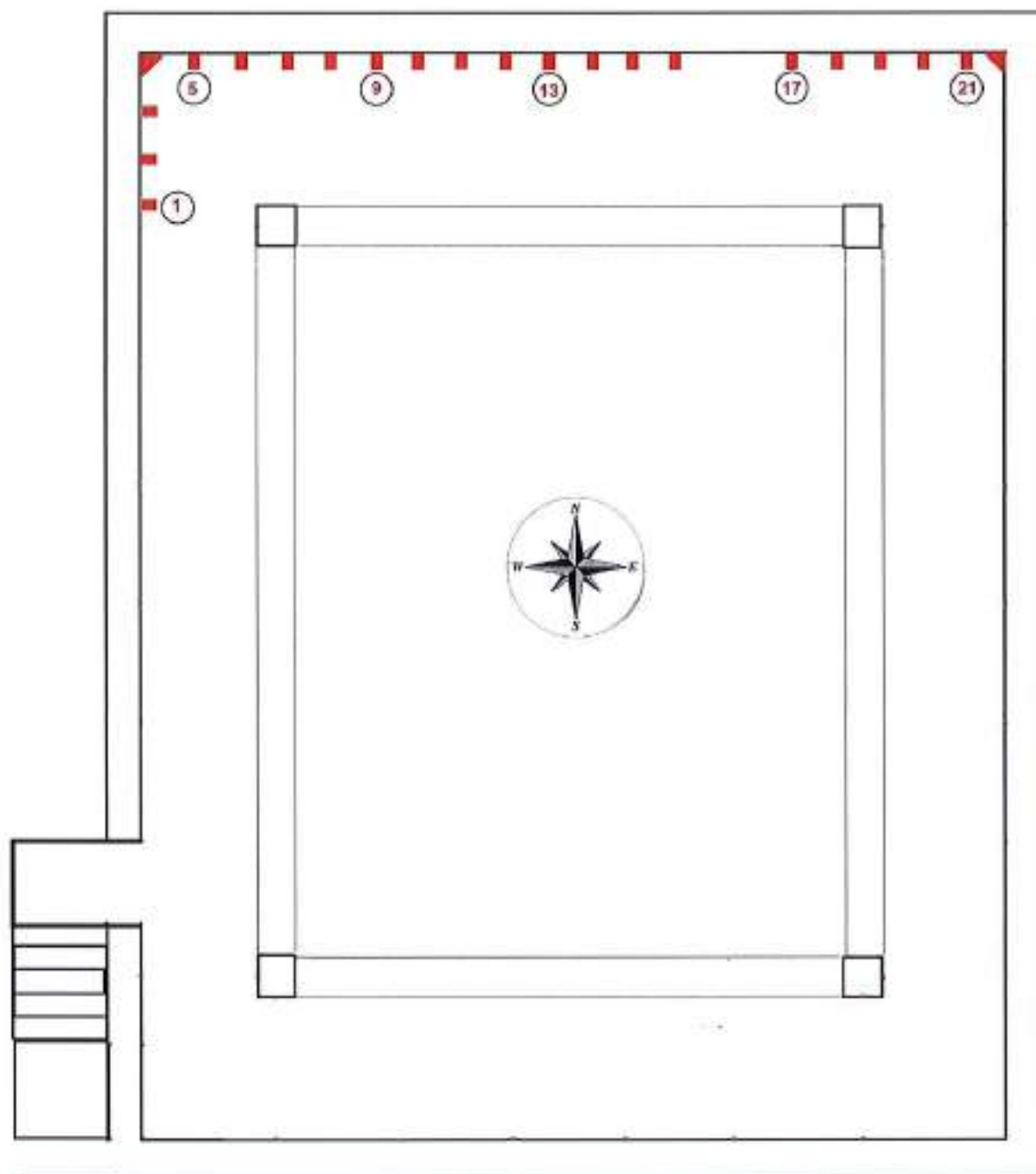
TEL. 0521 272780 - FAX 0521 785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

2.1 ANGOLARI PER L'ANCORAGGIO FRA TRAVETTI COPERTURA E PARETE

Gli angolari sono stati numerati progressivamente partendo dalla prima piastra sulla parete ovest.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1096/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Pubbl. n. 16386 del 12/09/1977 e s.s. - Art. 15 e 16 Circolare 10/10/77

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Pubbl. n. 2045 del 09/10/2000 e s.s. - Art. 15 e 16 Circolare 10/10/77

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDI. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Pubbl. n. 7196 del 30/09/2005 - Circolare 10/10/77



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

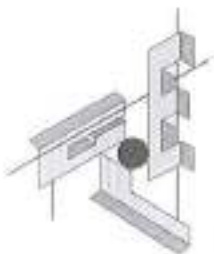
info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Tras. Loc. n. 16396 del 12/05/1977 e s.r. - Settore "A" Circolo 2615/EP6

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Tras. Loc. n. 2065 del 19/10/1970 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolo 2615/EP6

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Tras. Loc. n. 7296 del 10/09/1973 - Circolo 2615/EP6

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

2.1.1 VERIFICA DELLO SPESSORE DEL RIVESTIMENTO DI ZINCATURA

La verifica dello spessore dello strato di zincatura di elementi in acciaio può essere effettuata sia mediante metodi distruttivi che mediante metodi non distruttivi. Nel primo caso si asportano piccoli campioni che vengono trattati con acidi per dissolvere lo strato superficiale zincato: la diminuzione in peso in relazione all'area dei provini permette di determinare la massa e quindi anche lo spessore del rivestimento di zinco.

La metodica non distruttiva permette di effettuare la misura in sito, e consiste nell'utilizzo di una sonda per la misurazione del campo magnetico: dato che lo zinco, a differenza dell'acciaio, non presenta proprietà magnetiche, l'intensità del campo magnetico misurato sulla superficie del campione sarà inversamente proporzionale allo spessore del rivestimento di zinco.

Dopo opportuna calibrazione prima dell'indagine, i rilevatori magnetici forniscono direttamente lo spessore della zincatura in quel punto: poiché lo strato di zinco può presentare delle oscillazioni, normalmente nell'area di prova si effettuano diverse misure per determinare lo spessore minimo, quello massimo e quello medio.

La verifica dello spessore dello strato di zincatura è stata effettuata sulla base di 10 misure per ciascun campione esaminato.

Sinteticamente risultati ottenuti possono essere così schematizzati:

Lo spessore minimo dei campioni esaminati è risultato compreso fra 104 – 163 μm e valore medio 126 μm ;

Lo spessore medio dei campioni esaminati è risultato compreso fra 120 – 177 μm e valore medio 140 μm ;

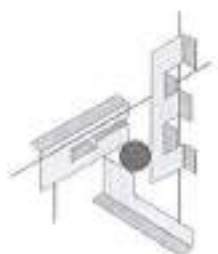
Lo spessore massimo dei campioni esaminati è risultato compreso fra 131 – 196 μm e valore medio 159 μm ;

Tutti i dati sono riportati in dettaglio nel rapporto di prova in allegato.

La valutazione dello spessore dei rivestimenti di zincatura dipende dalle scelte che si fanno in sede progettuale in funzione all'esposizione ambientale dell'acciaio, tenendo presente che tanto più l'ambiente è aggressivo tanto maggiore deve essere il rivestimento per garantire una adeguata durabilità. Molto spesso il limite di riferimento viene definito da voci specifiche di capitolato o da accordi fra committente e fornitore.

A titolo di esempio si può citare la UNI EN ISO 1461 (norme internazionali per la zincatura a caldo) che definisce gli spessori minimi necessari per considerare conforme lo strato protettivo di zinco. Lo spessore medio del rivestimento deve essere almeno 45 micron (spessore lamiera acciaio < 1,5mm); almeno 55 micron (acciaio tra 1,5 e 3,0mm); almeno 70 micron (acciaio tra 3,1 e 6,0mm); almeno 85 micron (acciaio > 6mm).





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Prog. Decreto n. 26759 del 02/08/2012 e s.r. - Settore "A" Circolo 2912/ET

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Prog. Decreto n. 26759 del 02/08/2012 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolo 2912/ET

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Prog. Decreto n. 27791 del 20/09/2011 - Circolo 2618/ET

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

2.1.2. STIMA DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA A TRAZIONE DELL'ACCIAIO MEDIANTE PROVE DI DUREZZA

L'asportazione di spezzoni di campioni di acciaio in opera per effettuare le prove di trazione, pur essendo certamente il modo più preciso per risalire alle caratteristiche meccaniche delle barre stesse, tuttavia risulta decisamente invasivo, tanto che in alcuni casi non è possibile effettuare la prova.

Per questo motivo sono stati elaborati metodi alternativi di tipo non distruttivo, fra i quali la misura della durezza in sito dell'acciaio e la successiva correlazione di tale misura con la resistenza a trazione utilizzando tabelle di conversione.

Questa metodologia, validata anche dalla norma ASTM A 956, presenta tutti i vantaggi e gli svantaggi delle tecniche non distruttive: i vantaggi consistono nella possibilità di effettuare numerose prove nei punti più disparati ed in breve tempo, mentre gli svantaggi sono consistono nel fatto che le misure corrette dipendono dalla qualità della superficie del campione, ed in alcuni casi la preparazione in opera della superficie da esaminare risulta di difficile realizzazione.

In effetti i valori di resistenza a trazione determinati in opera spesso risultano inferiori al reale valore di resistenza a trazione a causa delle condizioni non ottimali di misura.

Dopo aver reso liscia e planare la superficie di prova (se necessario), si effettua la prova di durezza in situ con il micro-durometro secondo le modalità definite dalla norma ASTM A 956. Lo strumento fornisce il valore di durezza espresso nella scala HLD (scala Leeb) che viene correlata con le misure di durezza standard e quindi, grazie ad apposite tabelle, alla stima del valore di resistenza a trazione.

Normalmente si effettuano cinque misure dell'area di prova e si calcola il valore medio.

Una volta ottenuta la stima della resistenza a trazione è possibile effettuare la classificazione dell'acciaio in esame.

Ove possibile, solitamente questo tipo di indagine viene abbinata al prelievamento ed alla trazione di alcuni campioni, in modo da avere sempre un riscontro del risultato stimato mediante durometro.

I campioni esaminati sono gli stessi per i quali è stato determinato lo spessore dello strato di zincatura.

Nel complesso i risultati sono stati decisamente omogenei, con valori di resistenza unitaria di rottura a trazione stimata fra 506 - 532 MPa e valore medio calcolato in 519 MPa.

Sulla base di questi valori l'acciaio costituente può essere associato alla tipologia S355.

Maggiori dettagli sulla prova sono riportati nel rapporto di prova in allegato.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Sup. e Temp. Decreto n. 16156 del 12/06/1972 e c.c. - Settore "A" - Circolare 26/25/59

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008

Aut., Acc. Sup. e Temp. Decreto n. 16156 del 12/06/1972 e c.c. - Settore "A" e "B" - Circolare 26/25/59

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Sup. e Temp. Decreto n. 16156 del 12/06/1972 - Circolare 26/25/59

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NANGIÀ, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

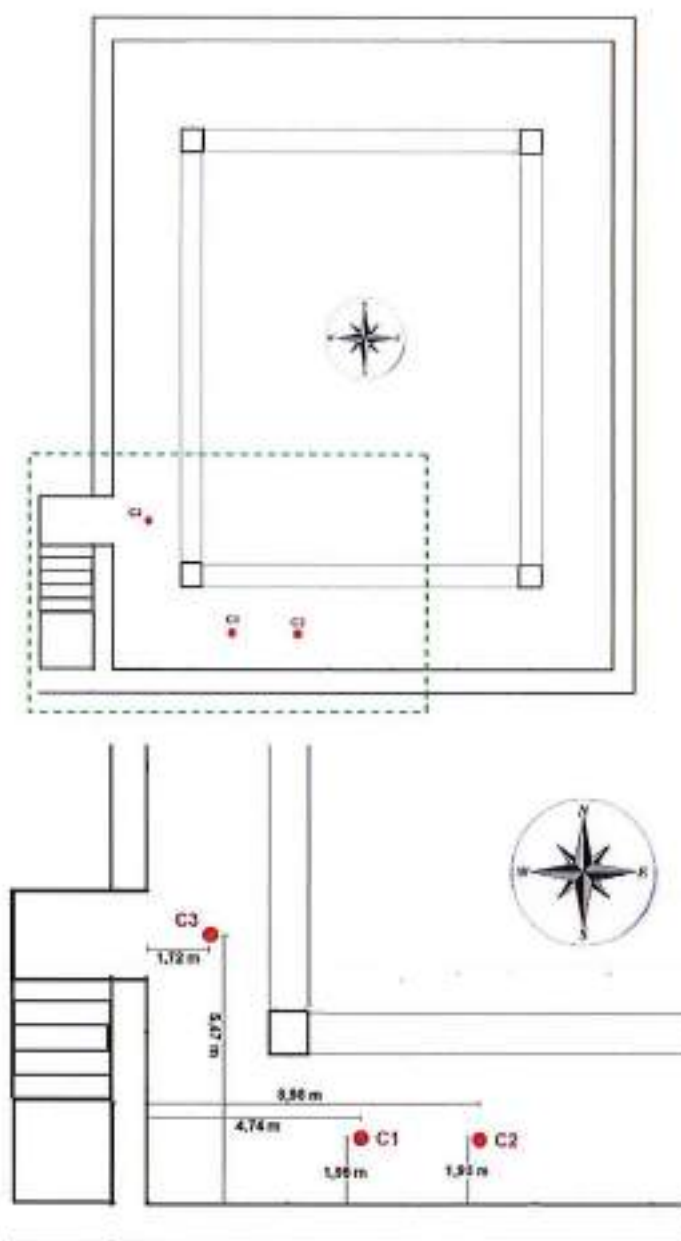
info@laboratoriemiliani.com

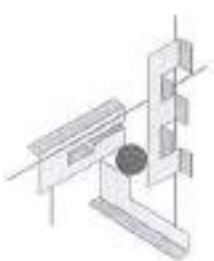
www.laboratoriemiliani.com

2.2 SOLAIO FRA PIANO PRIMO E PIANO SOTTOTETTO: VERIFICA STRATIGRAFICA E DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA A COMPRESIONE DELLE MALTE PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE VOLTE

Le carote prelevate sono state preliminarmente esaminate per rilevare la tipologia e gli spessori delle stratificazioni presenti, e successivamente da ciascuno degli strati suddetti è stato realizzato un piccolo provino da sottoporre alla prova di resistenza a compressione.

Sono stati asportati tre campioni nei punti schematizzati nella seguente planimetria:





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 16236 del 12/10/1977 e s.c. - Settore S e D - Circolo 16236/SP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2065 del 12/10/1977 e s.c. - Settore S e D - Circolo 16236/SP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 1196 del 20/09/1973 - Circolo 16236/SP



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

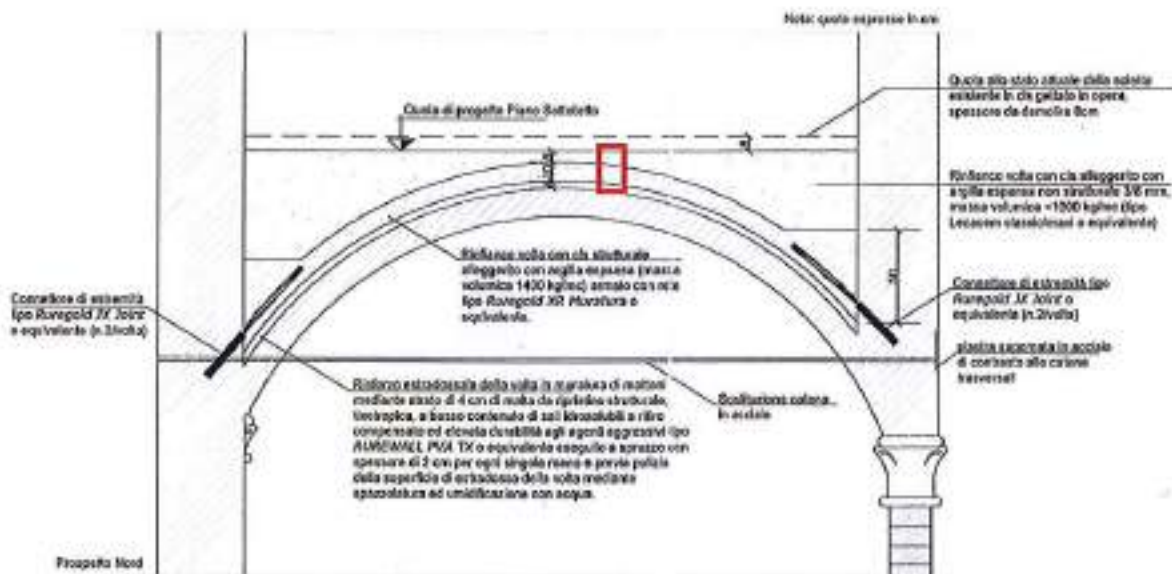
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

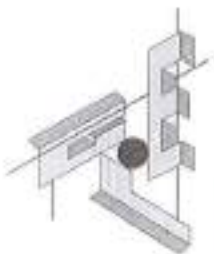
La prova ha avuto la finalità di controllare la tipologia delle malte utilizzate per il consolidamento delle volte, ed in particolare della malta strutturale a contatto con i laterizi della volta stessa e la malta alleggerita superficiale con semplice funzione di riempimento.

A tale scopo sono stati asportati alcuni campioni mediante carotaggio nella posizione schematizzata nella figura seguente :



La rete tipo Rovigold XR Morakona indicata per il consolidamento delle volte può essere usata anche su progetto nord salvo prodotto equivalente.





Di seguito è riportata la descrizione dei campioni estratti. Trattandosi di carote asportate al di sopra delle volte, lo spessore dei campioni nel loro complesso potrebbe dipendere dalla posizione del carotaggio in relazione alla curvatura della volta.

Carota C1

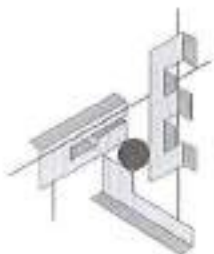


Strato superficiale in "cls alleggerito con argilla espansa di granulometria grossolana" di circa 3,5 cm di spessore, al di sotto del quale ci sono due successive stratificazioni in conglomerato cementizio a granulometria fine, anch'esso alleggerito con granuli di argilla espansa, separate da una rete di rinforzo di colore marrone. Gli spessori di questi ultimi strati sono rispettivamente 3,5 cm e 5,5 cm circa per uno spessore totale del carotaggio pari a 12,5 cm. Per valutare le caratteristiche meccaniche del conglomerato sono stati ricavati due provini, uno relativo allo strato in cls alleggerito superiore (C1_A) ed uno relativo al calcestruzzo alleggerito inferiore armato (C1_M).



Carota C2





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Supr. e Prosp. Decreto n. 16296 del 12/09/1977 e s.s. - Settore "A" - Circolare 26/73, L.P.

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Supr. e Prosp. Decreto n. 29658 del 19/10/2010 e s.s. - Settore "A" e "B" - Circolare 26/13, L.P.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Supr. e Prosp. Decreto n. 7796 del 30/05/2012 - Circolare 26/13, L.P.

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PAFMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

Strato superficiale in "cls alleggerito con argilla espansa di granulometria grossolana" di circa 6,5 cm di spessore, al di sotto del quale ci sono due successive stratificazioni in conglomerato cementizio a granulometria fine, anch'esso alleggerito con granuli di argilla espansa, separate da una rete di rinforzo di colore marrone. Gli spessori di entrambi questi ultimi strati sono di circa 3,5 cm per uno spessore totale del carotaggio pari a 13,5 cm.

Per valutare le caratteristiche meccaniche dei conglomerati sono stati ricavati due provini, uno relativo al calcestruzzo alleggerito superficiale (C2_A) ed uno relativo allo strato inferiore di calcestruzzo alleggerito armato (C2_M). Il provino C2_M è stato realizzato di forma cubica a causa dell'esiguo spessore delle stratificazioni presenti.

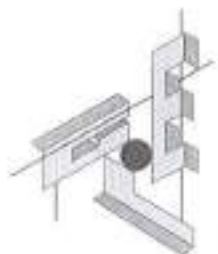


Carota C3



Strato superficiale in "cls alleggerito con argilla espansa di granulometria grossolana" di circa 6 cm di spessore, al di sotto del quale ci sono due successive stratificazioni in conglomerato cementizio, anch'esso alleggerito con granuli di argilla espansa e separate da una rete di rinforzo di colore nero. Gli spessori di questi ultimi strati sono rispettivamente 6 cm e 4 cm circa per uno spessore totale del carotaggio pari a 16 cm.

Per valutare le caratteristiche meccaniche del conglomerato sono stati ricavati due provini, uno relativo allo strato in alleggerito grossolano superiore (C3_A) ed uno relativo al cls alleggerito armato inferiore (C3_M).



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

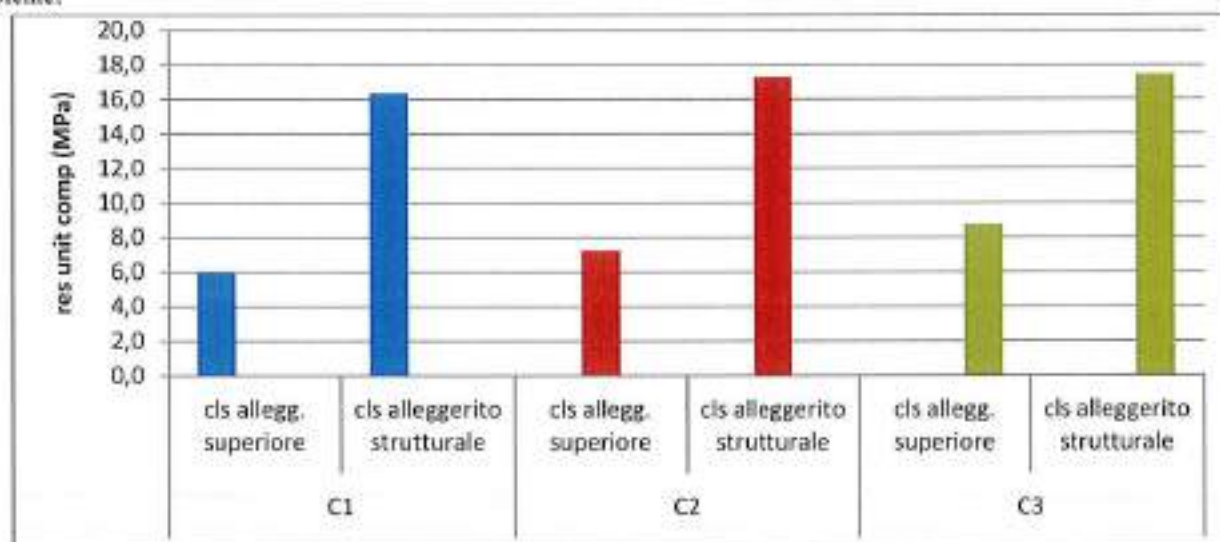
Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



Dallo schiacciamento dei provini sono stati ottenuti i seguenti valori di resistenza unitaria a compressione e di massa volumica:

sigla carota	provino	materiale	Spessore totale strato (cm)	Res unit. a compress MPa	Massa volumica Kg/m ³ *
C1	C1_A	cls allegg. superiore	3,5	6,8	1015
	C1_M	cls alleggerito strutturale armato	9	16,4	1505
C2	C2_A	cls allegg. superiore	6,5	7,2	1074
	C2_M	cls alleggerito strutturale armato	7	17,3	1499
C3	C3_A	cls allegg. superiore	6	8,8	1085
	C3_M	cls alleggerito strutturale armato	10	17,4	1455

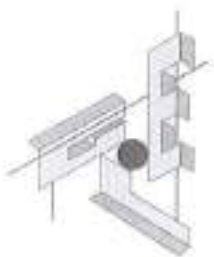
* Nota : i valori di massa volumica sono puramente indicativi in quanto si riferiscono a provini molto piccoli ad umidità ambiente.



Trattandosi di singoli provini di piccole dimensioni, questi risultati vanno presi con le dovute cautele.

In ogni caso è stata rilevata una sostanziale analogia fra le caratteristiche dei rispettivi strati :

- Per quel che concerne il calcestruzzo alleggerito superficiale, è stata rilevata una resistenza unitaria a compressione compresa fra 6,8 – 8,8 MPa, mentre la massa volumica è attestata sui 1000 kg/m³ (provini non secchi).
- Nel caso del calcestruzzo alleggerito armato la resistenza a compressione dei campioni esaminati è risultata compresa fra 16,4 – 17,4 MPa, mentre la massa volumica è attestata sui 1400 – 1500 kg/m³ (provini non secchi)



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1096/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26256 del 12/08/2012 e s.m. - Settore "C" Circolare 26725/10

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26256 del 12/08/2012 e s.m. - Settore "C" e "B" Circolare 26725/10

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 27296 del 30/09/2011 - Circolare 26725/10

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NIVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

2.3 CATENE IN ACCIAIO DELLE VOLTE

2.3.1 CATENE IN ACCIAIO DELLE VOLTE : PROVA DI TRAZIONE ED ALLUNGAMENTO

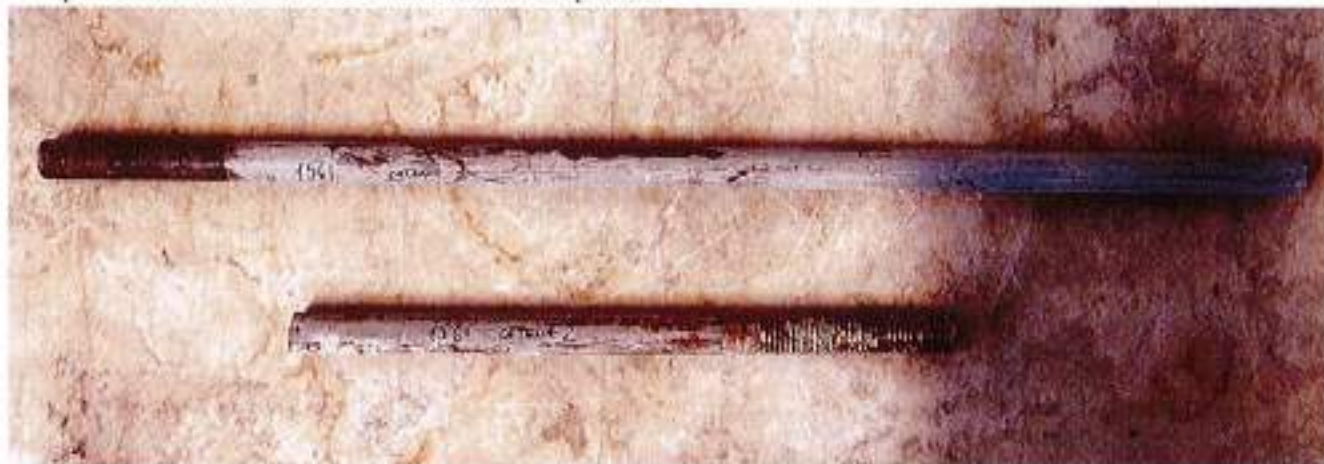
I campioni di acciaio prelevati in opera sono stati degli spezzoni di barre rinvenute in cantiere avanzate a seguito dei lavori per la messa in opera delle nuove catene di consolidamento fra i pilastri del chiostro.

Tali spezzoni di barre sono stati successivamente preparati in laboratorio per essere sottoposti alla prova di resistenza a trazione con misura dell'allungamento a rottura, al fine di determinare le seguenti caratteristiche meccaniche:

- determinazione del diametro effettivo;
- tensione di rottura
- allungamento alla rottura

La prova viene effettuata secondo le modalità previste dalla UNI EN ISO 6892-1

I campioni sono risultate barre Φ 20 mm rivestite con pittura .



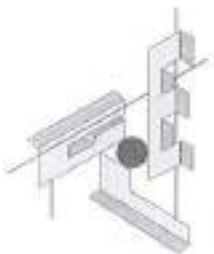
Dalla prova , effettuata con modalità UNI EN ISO 6892-1 – UNI EN ISO 15630-1, sono stati ottenuti risultati compatibili con la tipologia di acciaio del tipo S355 secondo la normativa UNI EN 10025-2.

Tutti i dati salienti della prova sono riportati nel Rapporto di prova in allegato.

2.3.2 PROVA VIBRAZIONALE PER LA VERIFICA DELLO STATO TENSIONALE

Sulle "catene" in acciaio presenti nel portico sono state effettuate delle prove di tipo vibrazionale per cercare di risalire alla tensione cui attualmente sono sottoposte.

Questa particolare tecnica di misura dello stato tensionale si basa sul rilievo della frequenza fondamentale della catena e successivo calcolo della tensione attraverso la formula che lega tutti i parametri geometrici e meccanici con la forza di trazione e la frequenza. Il metodo consiste dunque nel fissare un accelerometro sulla catena e nel produrre una vibrazione imprimendo una leggera oscillazione alla catena stessa.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 16359 del 12/06/1977 e s.c. - Settore "A" Circolazione 2618/SP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 2065 del 19/10/1976 e s.c. - Settore "A" e "B" Circolazione 2618/SP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 3798 del 20/09/1973 - Circolazione 2618/SP

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521 272780 - FAX 0521 785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

Misurata la frequenza e nota la geometria e le caratteristiche del materiale, è dunque calcolabile la tensione T alla quale è sottoposta la catena.

La registrazione del segnale è elaborata nel dominio delle frequenze, ottenendo di misurare il valore della frequenza.

Le modalità di prova, la strumentazione ed i risultati sperimentali sono riportati in dettaglio nel Rapporto di prova allegato.

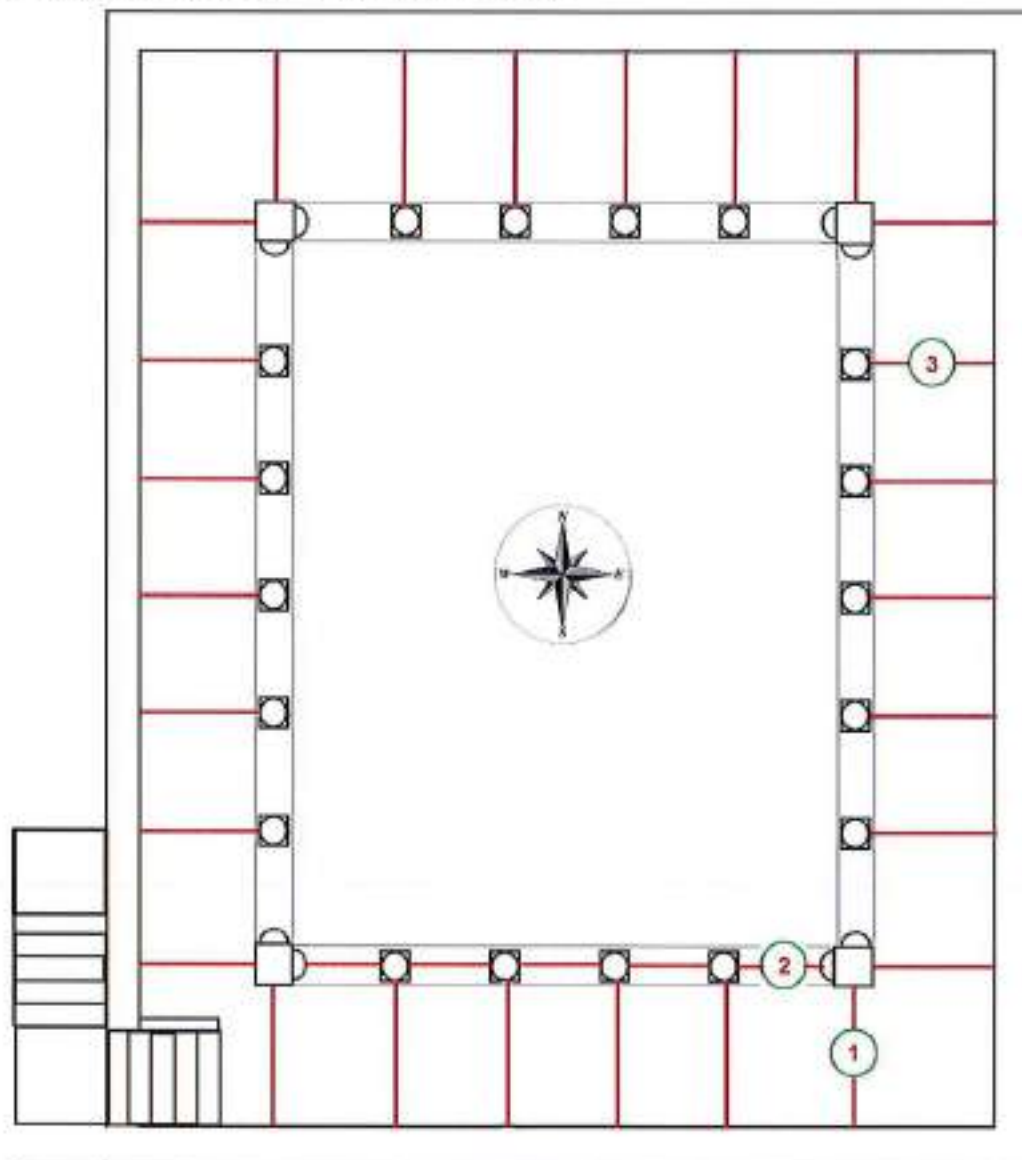
Sulle "catene" in acciaio presenti nel portico sono state effettuate delle prove di tipo vibrazionale per cercare di risalire alla tensione cui attualmente sono sottoposte.

Le tensioni sono state calcolate usando l'equazione:

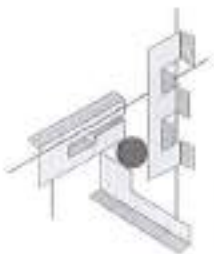
$$T = 4 \times S [m^2] \times f^2 [Hz] \times L^2 [m] \times (P [kg/m^3] / g[m/sec.^2]) = [kg]$$

Il valore del peso di volume del materiale delle catene è stato determinato sperimentalmente in 7857 kg/m³.

Dall'elaborazione dei risultati sono stati ottenuti i seguenti risultati :



Catene esaminate al Piano Terra



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Istr. e Univ. Decreto n. 20306 del 24/09/1977 e s.v. - Settore "C" - Circolare 26/10/1976

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Istr. e Univ. Decreto n. 20065 del 10/10/2011 e s.v. - Settore "C" e "D" - Circolare 26/10/1976

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Istr. e Univ. Decreto n. 22296 del 20/09/2011 - Circolare 26/10/1976



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

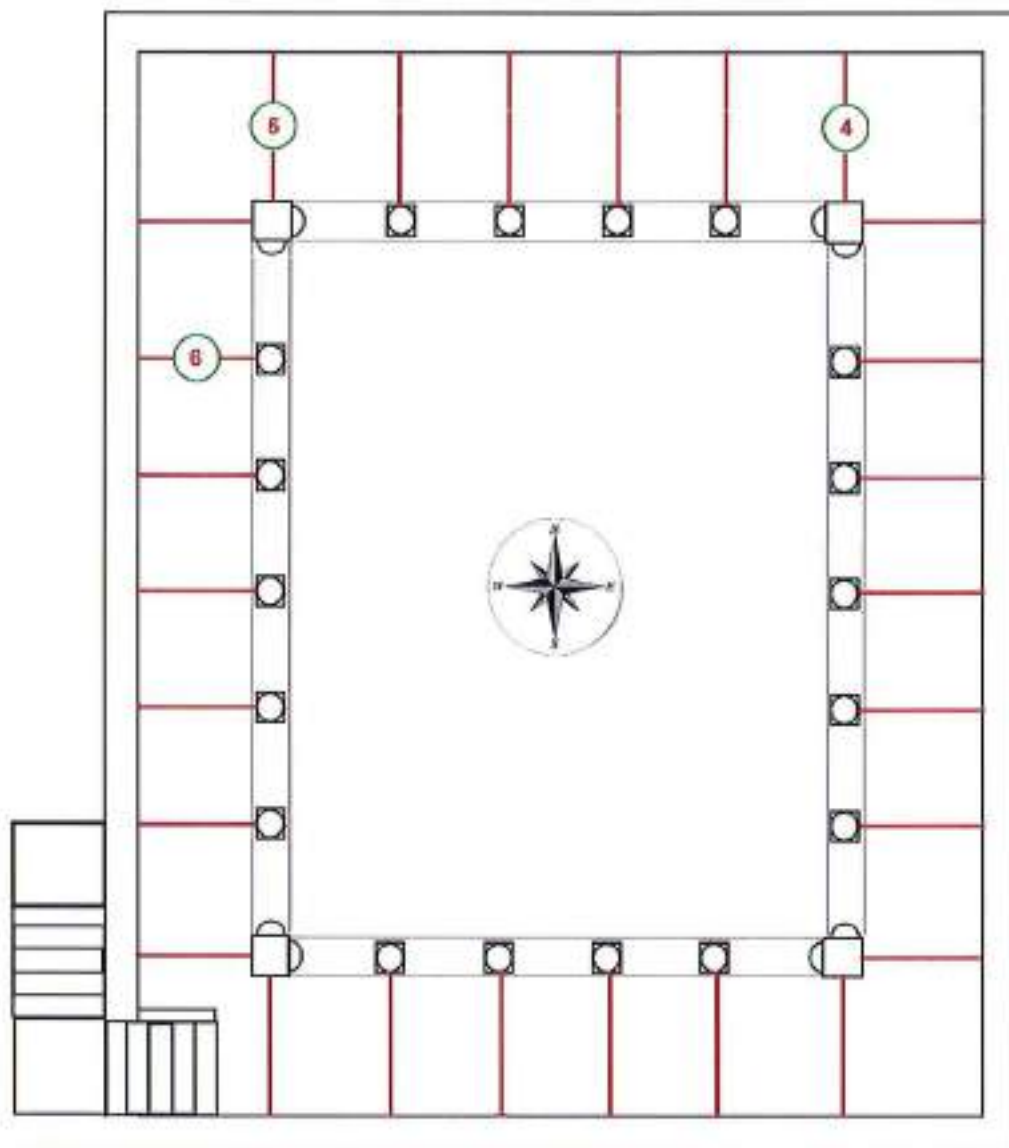
TEL. 0521 272700 - FAX 0521 785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



Catene esaminate al Piano Primo

Catena n°	Prima frequenza	Tensione T
	Hz	kg
1	12,45	1079
2	26,86	2002
3	14,40	1326
4	19,04	1881
5	15,87	1400
6	12,94	971



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Decreto n. 26296 del 02/09/1973 e s.s. - Settore "C" Circolare 26128/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Decreto n. 26296 del 02/09/1973 e s.s. - Settore "C" e "B" Circolare 26128/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Decreto n. 22296 del 30/09/2012 - Circolare 26128/LP

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVAGLIA, 5 - 43122 PAVIA

TEL. 0521 272780 - FAX 0521 785245

Info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

Maggiori dettagli sulle modalità di prova sono riportate nel rapporto di prova in allegato.



2.3.3 PROVA ENDOSCOPICA PER LA VERIFICA DELLE MODALITÀ DI POSA IN OPERA NELLA MURATURA

L'indagine consiste nell'effettuazione di piccoli fori mediante trapano e nella successiva introduzione di una telecamera per l'osservazione della catena all'interno del paramento murario; ciò permette di mettere in evidenza la tipologia dei materiali e la presenza o meno di difettosità, cavità ecc.

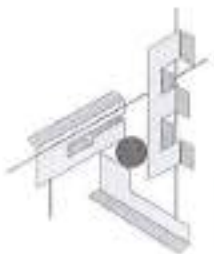
La strumentazione consiste in una microtelecamera "Ridgid microExplorer", dotata di una sorgente di illuminazione, collegata mediante un cavo flessibile a una piattaforma interamente digitale che permette di realizzare e registrare immagini e video.

Le immagini sono visualizzate in tempo reale da un display a colori da 3,5" TFT LCD, con risoluzione di 320 x RGB, posto all'estremità del cavo flessibile.

I risultati dell'indagine, corredati dalla documentazione fotografica, sono riportati in dettaglio nel Rapporto di prova allegato.



240



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 16359 del 12/06/2012 e s.m. - Settore "A" - B. Circolazione 2012/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 2045 del 09/05/2010 e s.m. - Settore "A" e "B" Circolazione 2010/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 7796 del 20/06/2011 - Circolazione 2011/LP

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

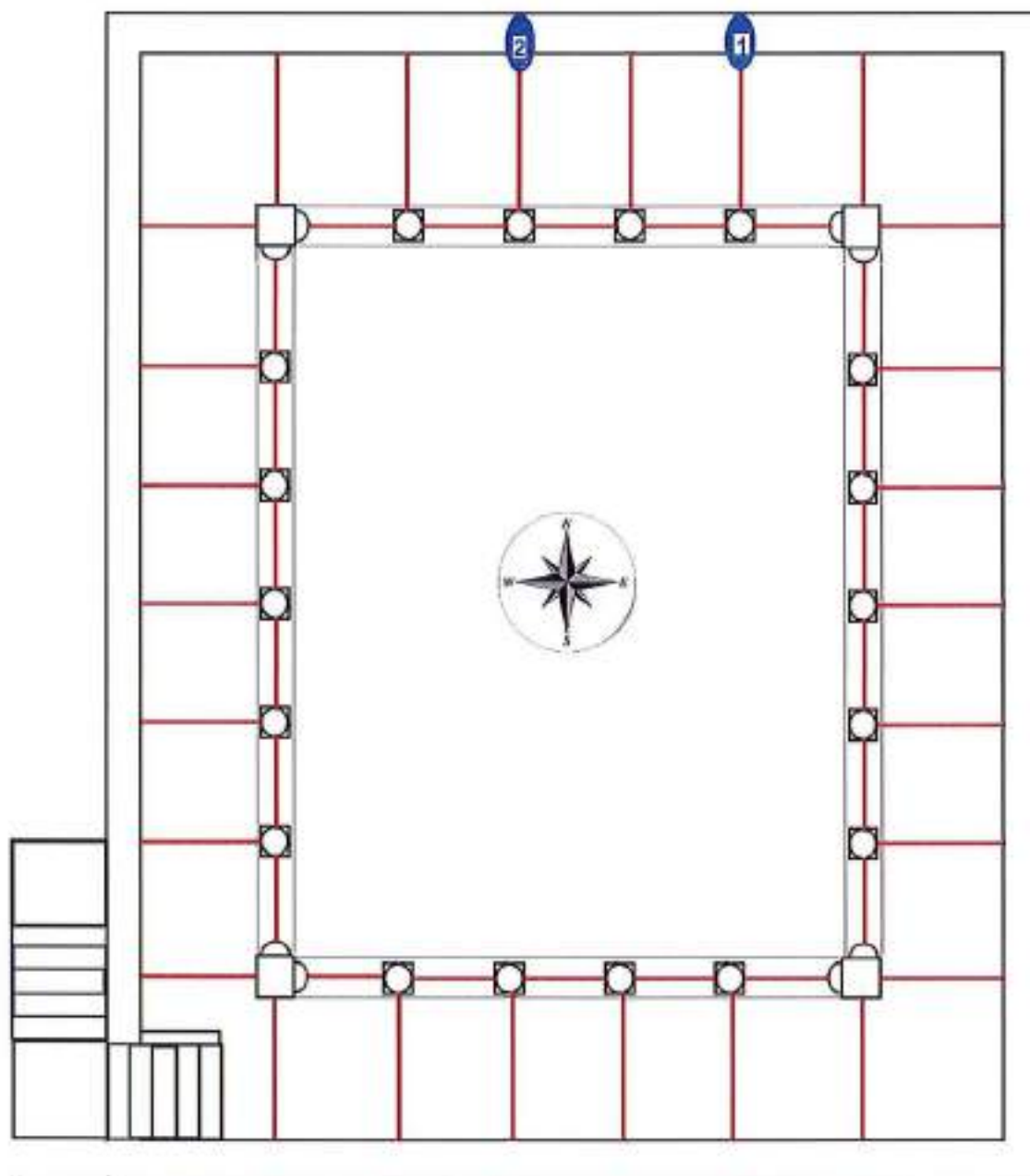
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785246

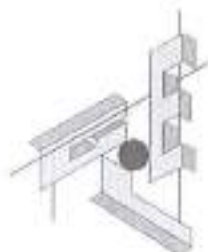
info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

L'indagine è stata effettuata prevalentemente in corrispondenza delle catene poste fra i pilastri ed il muro interno; per quel che concerne le catene fra pilastro e pilastro, al momento dell'indagine la maggior parte di esse non erano state ultimate, per cui è stato possibile effettuare solo due saggi nel lato sud al piano terra.

Punti di indagine al Piano Primo





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 30286 del 12/09/2017 e s.s. - Settore "A" Circolazione 2013/LPR

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 30286 del 12/09/2017 e s.s. - Settore "A" e "B" Circolazione 2013/LPR

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 30286 del 12/09/2017 e s.s. - Circolazione 2013/LPR



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272790 - FAX 0521.785245

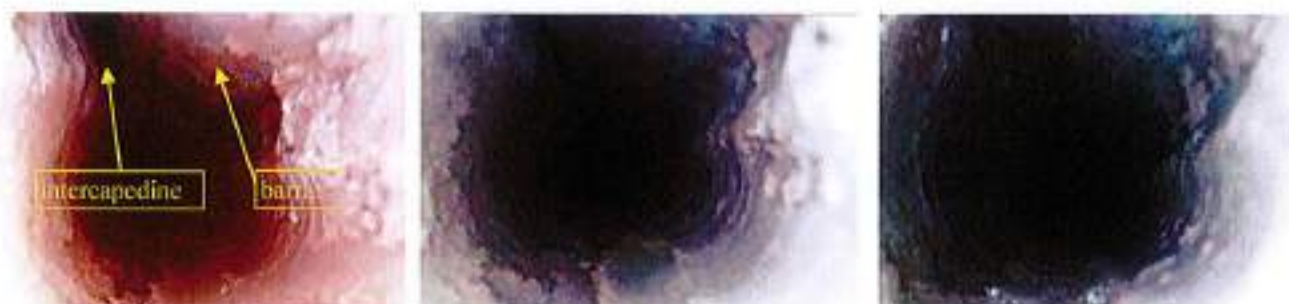
info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

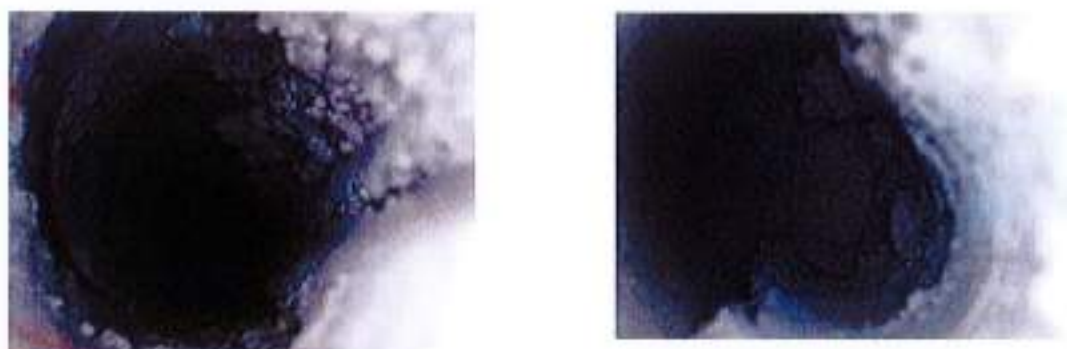
Punto di prova EN_01 Innesto catena nella parete nord - piano 1

Il foro adiacente alla catena, effettuato mediante trapano, ha permesso l'introduzione della micro-telecamera per l'ispezione interna del paramento. Lo spessore totale del paramento nel punto esaminato è risultato superiore ai 90 cm (lunghezza della punta del trapano) per cui non è stato possibile verificare l'eventuale presenza di una piastra all'estremità della catena.

Lungo gran parte del tratto iniziale si rileva il metallo della barra e, a fianco, una intercapedine fra la barra e la muratura.



Nella parte finale del foro la barra si presenta sempre ricoperta da malta e le cavitazioni fra i laterizi tendono a diminuire fino a scomparire a fine foro, dove si nota la presenza di un conglomerato omogeneo, fine e compatto.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Locale n. 26386 del 12/06/1977 e s.s. - Settore "C" Circolare 2612/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Locale n. 26085 del 19/10/1977 e s.s. - Settore "C" e "B" Circolare 2612/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Locale n. 22296 del 20/08/1977 - Circolare 2612/LP

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272700 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

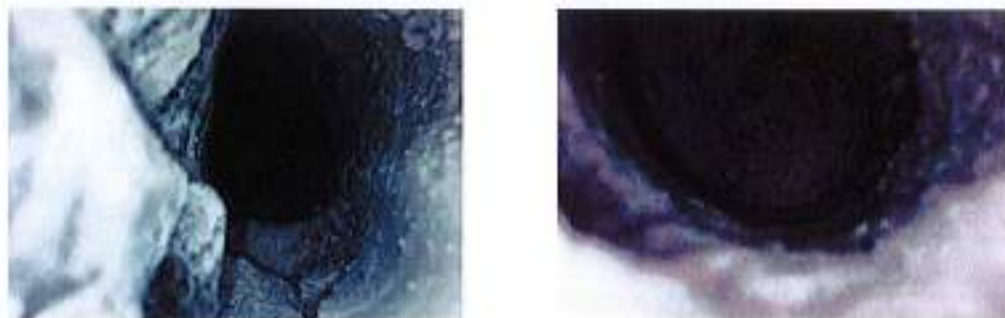
Punto di prova EN_02 Innesto catena nella parete nord - piano 1

Lo spessore totale del paramento nel punto esaminato è risultato superiore ai 90 cm (lunghezza della punta del trapano) per cui non è stato possibile verificare l'eventuale presenza di una piastra all'estremità della catena.

Solo nei primi 10-15 cm del foro si rileva la barra affiorante, mentre per la parte restante del foro si osserva che la barra è ricoperta da malta.



Nella parte finale del foro la barra si presenta sempre ricoperta da malta e si osserva qualche cavitazione fra i laterizi. A fine foro si nota la presenza di un conglomerato omogeneo, fine e compatto.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Inf. e Imp. Decreto n. 26256 del 12/06/1977 e s.c. - Art. 17 - Circolare 2613/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Inf. e Imp. Decreto n. 26256 del 12/06/1977 e s.c. - Art. 17 - Circolare 2613/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Inf. e Imp. Decreto n. 2236 del 01/06/1974 - Circolare 2613/LP



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PRIMA

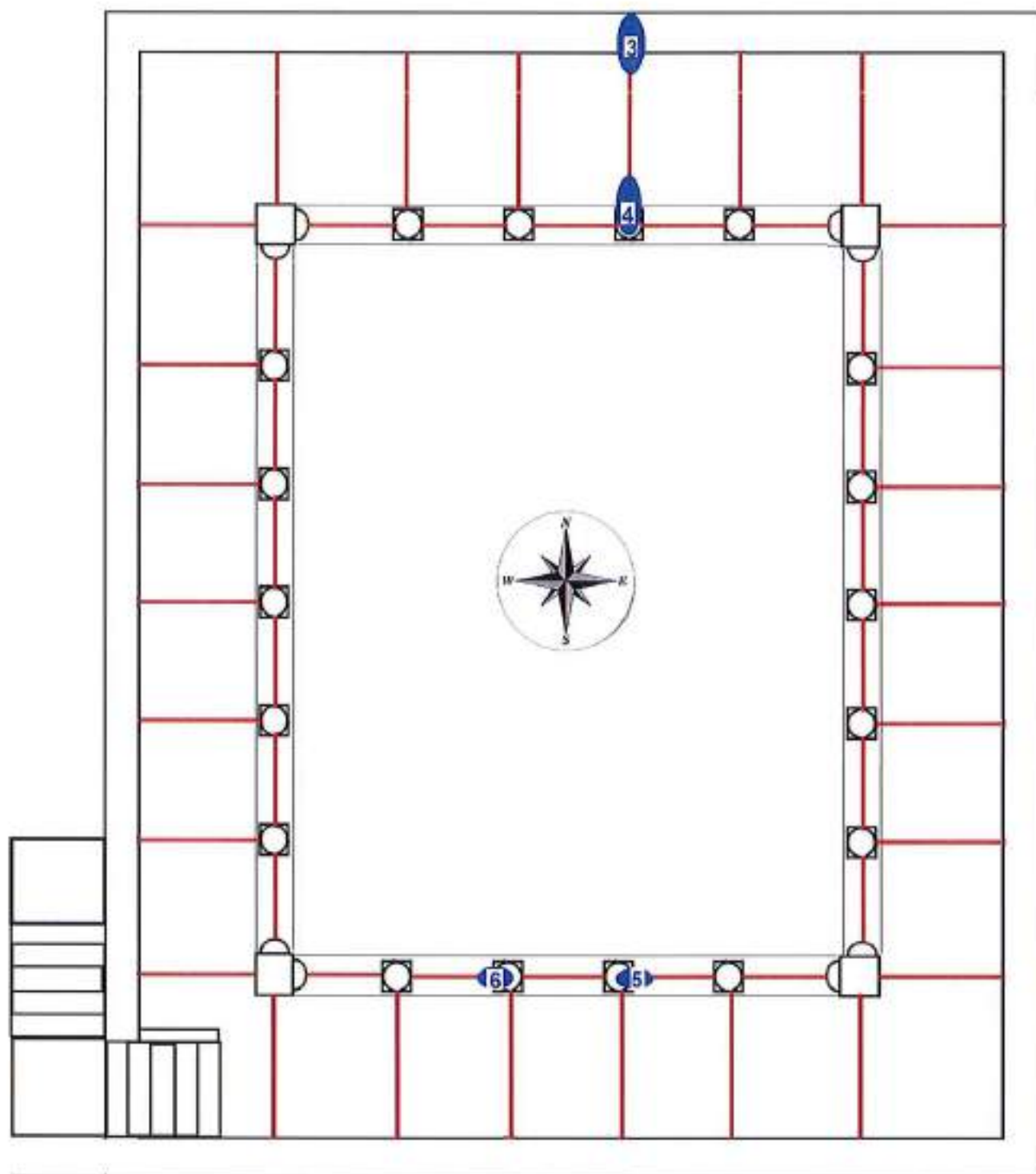
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Rev., Inf., e Temp. Procto a 26366 del 12/05/1977 e s.s. - Settore "A" Circolare 26125/1976

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut., Rev., Inf., e Temp. Procto a 26366 del 12/05/1977 e s.s. - Settore "A" e "B" Circolare 26125/1976

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut., Rev., Inf., e Temp. Procto a 22296 del 06/08/1973 - Circolare 26125/1976



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272700 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

Punto di prova EN_03 Innesto catena nella parete nord -

Lo spessore totale del paramento nel punto esaminato è risultato superiore ai 90 cm (lunghezza della punta del trapano) per cui non è stato possibile verificare l'eventuale presenza di una piastra all'estremità della catena.

Lungo gran parte del tratto iniziale si rileva la barra ricoperta da malta anche se, a fianco, è presente una intercapedine fra la barra e la muratura.



Nella parte finale del foro si rileva sempre la barra ricoperta da malta, ma si vedono ancora cavitazioni. Solo verso la fine del foro la cavitazione adiacente la barra risulta meno accentuata.

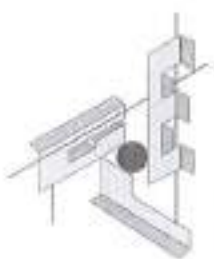


Punto di prova EN_04 Innesto catena sopra pilastro

Il foro adiacente alla catena, effettuato mediante trapano, ha permesso l'introduzione della micro-telecamera per l'ispezione interna del paramento. Lo spessore totale del paramento nel punto esaminato è risultato di circa 80 cm.

Lungo gran parte del tratto iniziale si rileva il metallo della barra circondata da malta anche se, a fianco, si rileva la presenza di una intercapedine.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 26305 del 08/06/1977 e s.s. - Lettere "C" e "B" Circolare 26/10/1976

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 26305 del 08/06/1977 e s.s. - Lettere "C" e "B" Circolare 26/10/1976

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 22296 del 20/09/1945 - Circolare 26/10/1976

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 360/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

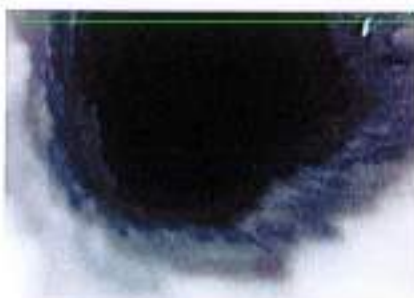
STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

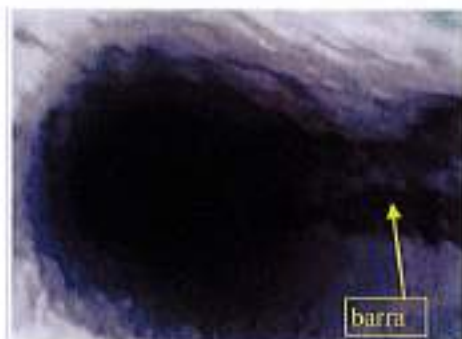
Nella parte finale del foro la barra risulta sempre ricoperta da malta e, alla fine del foro, è stata rilevata la presenza di una piastra metallica.



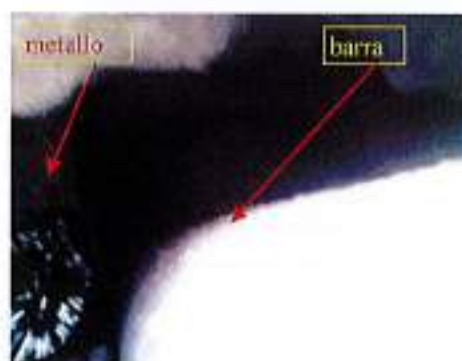
Punto di prova EN_05 Innesto catena sopra pilastro

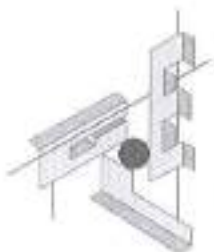
Il foro adiacente alla catena, effettuato mediante trapano, ha permesso l'introduzione della micro-telecamera per l'ispezione interna del paramento.

Nella parte iniziale del foro si rileva il metallo della barra circondata da malta, ma subito dopo la barra risulta libera (non inglobata da malta) all'interno di grosse cavità presenti nella muratura.



A circa metà della lunghezza del foro la barra passa a fianco di una piastra metallica, presumibilmente quella utilizzata per il tensionamento delle vecchie catene ancora presenti. Oltre la piastra si osserva un ammasso di frammenti lapidei e di malta che ostruiscono l'avanzamento dell'endoscopio, per cui non è stato possibile ispezionare il tratto finale del foro ..





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1036/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Ingeg. e Tecn. Decreto n. 25396 del 10/06/1977 e s.m. - Lettere "A" Circolare 20/10/1978

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Ingeg. e Tecn. Decreto n. 2069 del 08/10/1977 e s.m. - Lettere "A" e "B" Circolare 20/10/1978

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Ingeg. e Tecn. Decreto n. 2296 del 30/09/1977 - Circolare 20/10/1978

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAWIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

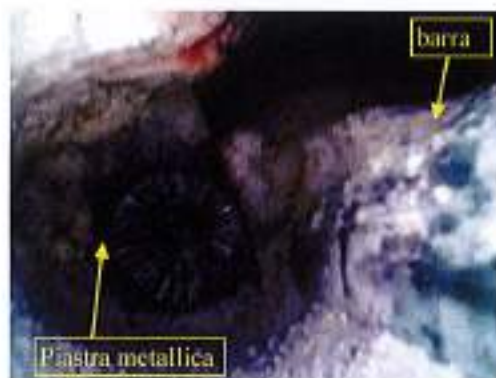
Punto di prova EN_06 Innesto catena sopra pilastro

Il foro adiacente alla catena, effettuato mediante trapano, ha permesso l'introduzione della micro-telecamera per l'ispezione interna del paramento.

Nella parte iniziale del foro si rileva il metallo della barra circondata da malta, ma subito dopo la barra risulta libera (non inglobata da malta) all'interno di grosse cavità presenti nella muratura.



A circa metà della lunghezza del foro la barra passa a fianco di una piastra metallica, presumibilmente quella utilizzata per il tensionamento delle vecchie catene ancora presenti. Non è stato possibile indagare oltre la piastra metallica a causa della vicinanza della stessa con la barra della catena, e ciò ha impedito l'avanzamento della punta del trapano: dall'ultima immagine sembra tuttavia che in questo tratto la barra sia ricoperta da un conglomerato.



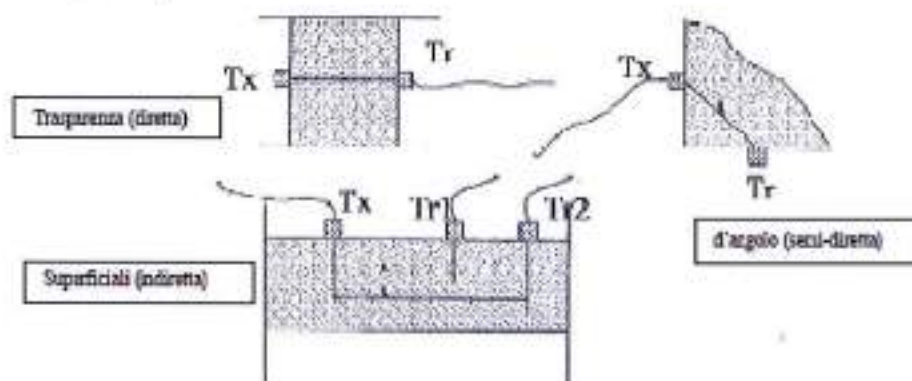


2.4 PILASTRI IN PIETRA DEL CHIOSTRO: INDAGINE ULTRASONICA PER LA VERIFICA DELL'INTEGRITÀ

La prova consiste nel misurare il tempo impiegato da onde sonore di adeguata frequenza (40-120 KHz) ad attraversare un mezzo compreso tra due trasduttori collocati ad una data distanza, ricavandone la velocità di propagazione.

Le letture possono essere effettuate in diversi modi legati alla posizione relativa dei due trasduttori (vedi figura seguente) ma il modo più corretto per effettuare le letture, e quindi da utilizzare sempre laddove possibile, è quello per trasparenza, cioè con i due trasduttori disposti in contrapposizione su due superfici tra loro parallele. Si distinguono tre modalità di esecuzione:

- Misura diretta, che si ottiene posizionando trasmettitore e ricevitore in direzioni opposte, con in mezzo l'elemento da indagare, metodo che si rivela particolarmente utile anche per la rilevazione di lesioni interne.
- Misura semidiretta che si ottiene posizionando le sode su due facce adiacenti,
- Misura indiretta che si ottiene posizionando parallelamente trasmettitore e ricevitore, a distanze in scala. Tale metodo è più influenzato dalla pelle superficiale del materiale.



Letture ultrasoniche per trasparenza, d'angolo e superficiali

Nel caso in esame le misure sono state effettuate su pilastri in materiale lapideo allo scopo di cercare di verificarne l'integrità interna: la propagazione della velocità ultrasonica all'interno di un mezzo, infatti, subisce una brusca riduzione se all'interno dello stesso materiale sono presenti intercapedini o difettosità che interrompono la continuità strutturale dello stesso.

Nel caso in esame sono stati esaminati alcuni pilastri di sostegno delle volte del chiostro, e le misure sono state effettuate a tre diverse altezze secondo le modalità descritte successivamente.

L'indagine ha interessato sei pilastri del chiostro, tre ubicati al piano terra e tre al primo piano (vedi planimetria seguente).

Ovviamente dall'indagine sono stati esclusi quei pilastri che, per ammanni di materiale o per presenza di materiali di ripristino applicati, non risultano di composizione omogenea. Le stesse quote alle quali sono state effettuate le misure non sono sempre costanti a causa di difettosità superficiali che hanno indotto ad effettuare la misura più in alto o più in basso.

Per ciascuna quota sono state effettuate due misure ortogonali fra loro.

La seguente figura schematizza le condizioni operative :





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Stat., Acc., Sogf. e Sogp. Decreto n. 26300 del 10/10/1977 e s.s. - Lett. n. 21 - Circ. Min. 20/10/1976

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Stat., Acc., Sogf. e Sogp. Decreto n. 26300 del 10/10/1977 e s.s. - Lett. n. 21 - Circ. Min. 20/10/1976

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Stat., Acc., Sogf. e Sogp. Decreto n. 2296 del 30/09/1961 - Circ. Min. 20/10/1976



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

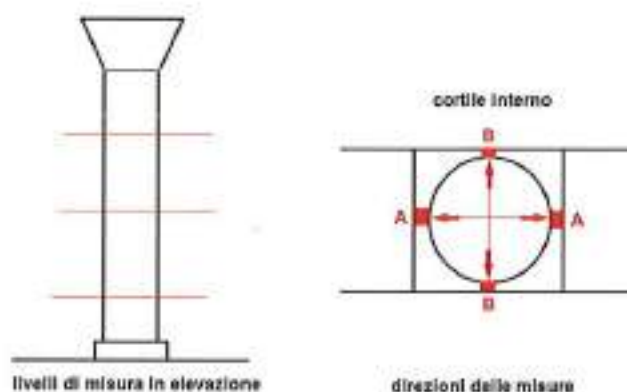
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

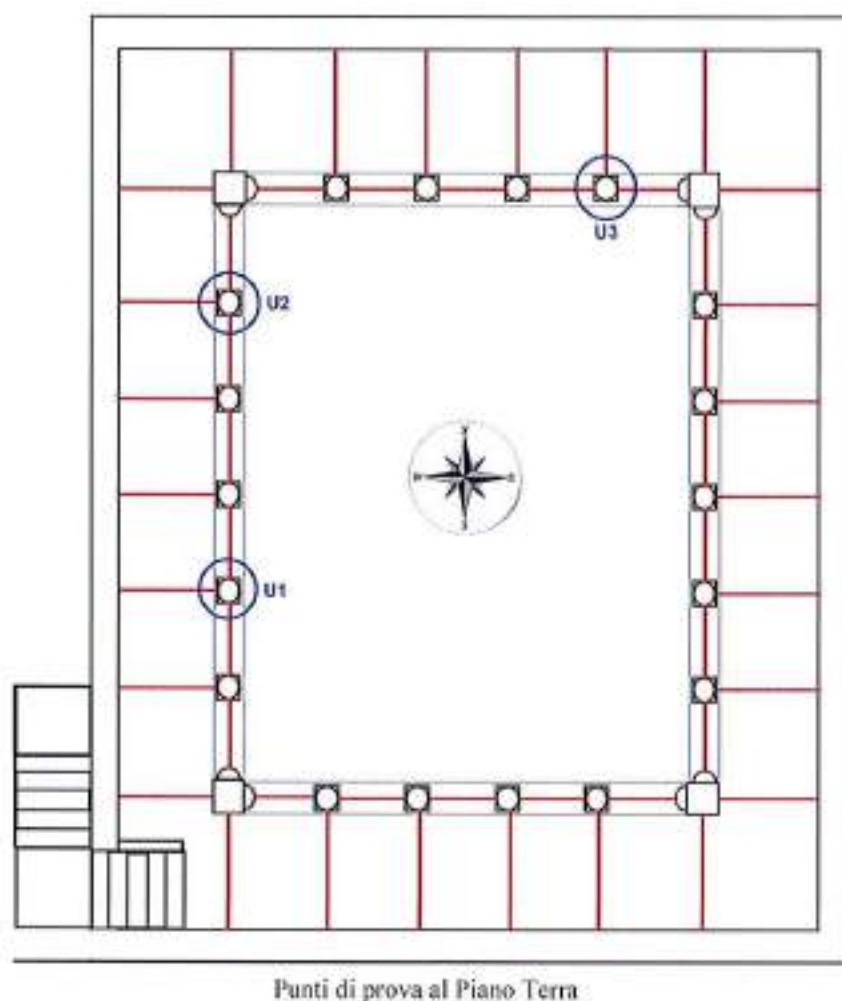
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com



Lo scopo è stato quello di verificare, nell'ambito di ciascun pilastro, la costanza o meno della velocità di propagazione delle onde ultrasoniche a tre diverse quote ed in direzioni diverse: eventuali abbassamenti significativi della velocità potrebbero infatti essere associabili a discontinuità interne del materiale e quindi a difettosità o forme di ammaloramento presenti.





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

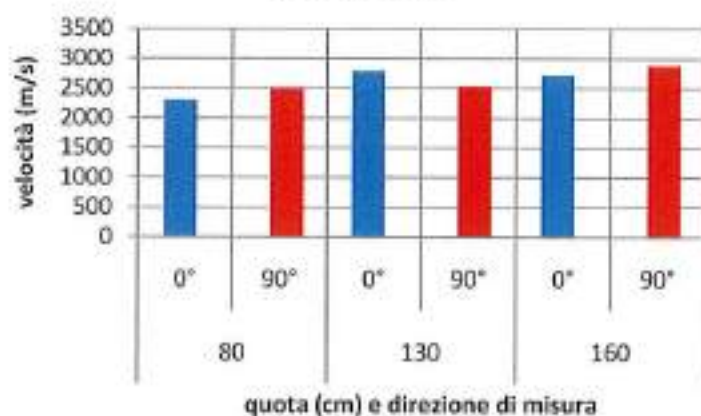
STRADA N°43/LA, 5 - 43122 PAVIA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

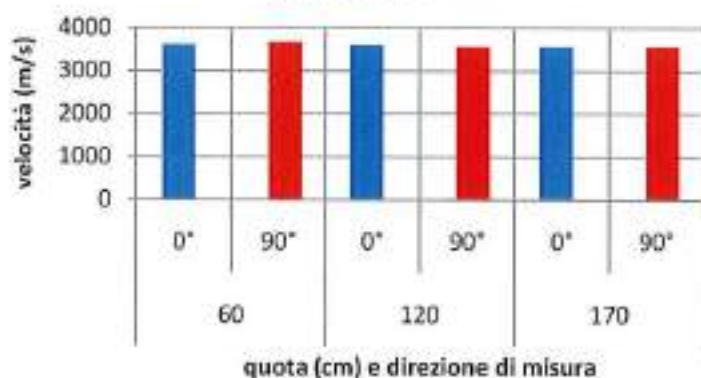
www.laboratoriemiliani.com

pilastro U1



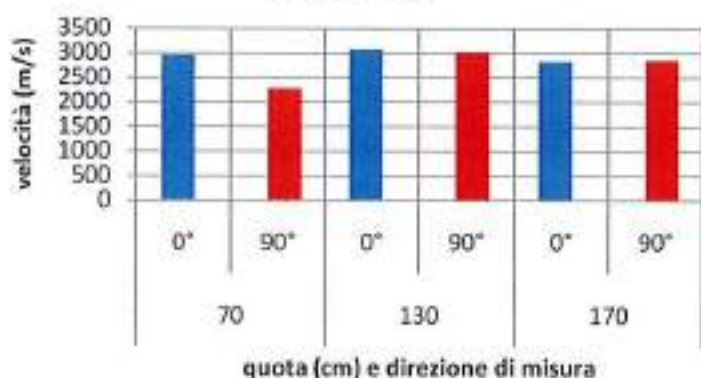
vel min	m/s	2300
vel max	m/s	2875
vel med	m/s	2619

pilastro U2



vel min	m/s	3573
vel max	m/s	3663
vel med	m/s	3603

pilastro U3



vel min	m/s	2276
vel max	m/s	3077
vel med	m/s	2833



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1083/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Locale n. 26386 del 14/05/1977 e s.s. - Lett. n. "A" Circolare 2012/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Locale n. 2068 del 09/10/2010 e s.s. - Lett. n. "A" e "B" Circolare 2012/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Locale n. 2296 del 30/08/2011 - Circolare 2012/LP



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

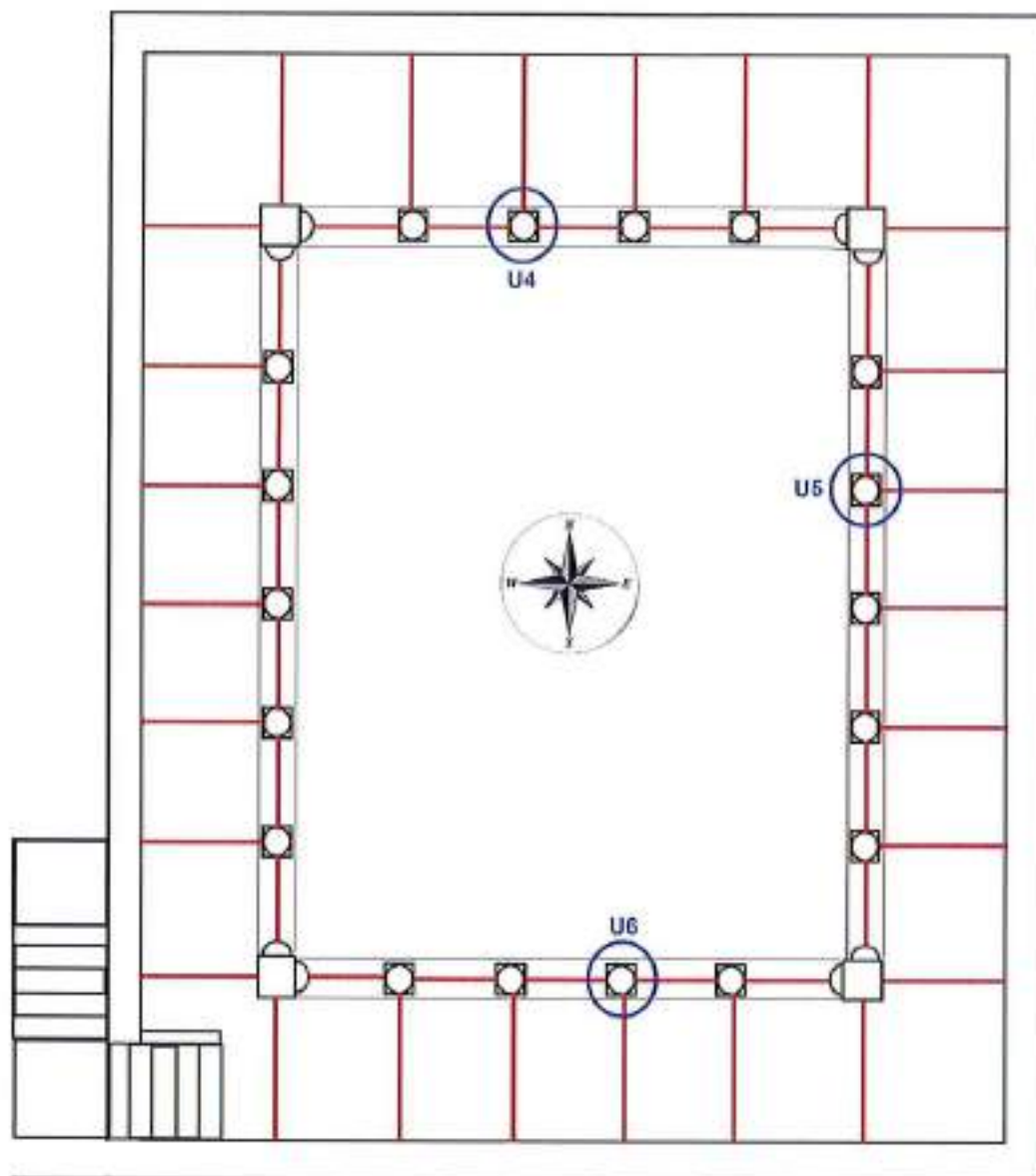
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

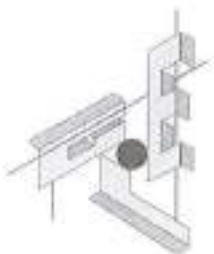
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com



Punti di prova al Piano Primo



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

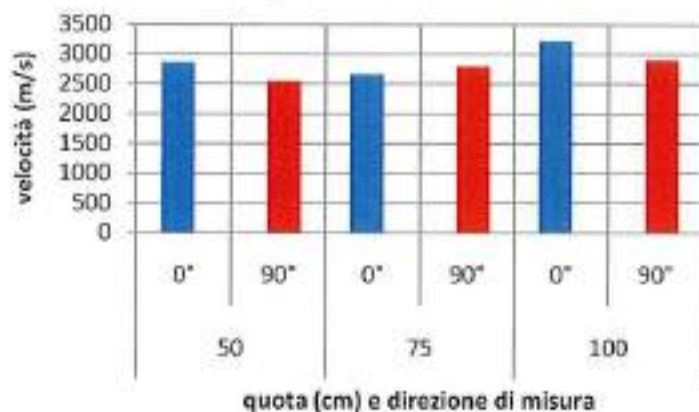
STRADA NUVOLA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521 272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

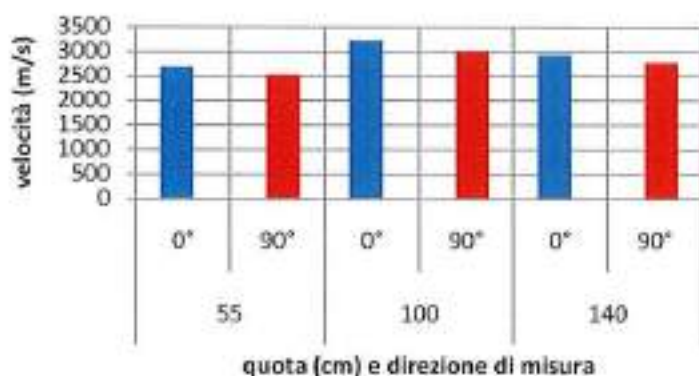
www.laboratoriomiliani.com

pilastro U4



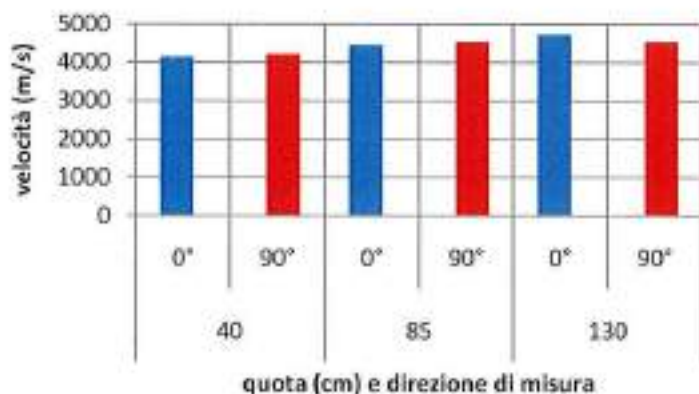
vel min	m/s	2549
vel max	m/s	3222
vel med	m/s	2833

pilastro U5



vel min	m/s	2529
vel max	m/s	3225
vel med	m/s	2858

pilastro U6



vel min	m/s	4140
vel max	m/s	4720
vel med	m/s	4434



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 16236 del 12/08/1977 e s.r. - Attore "A" Circolare 1613/CP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 2063 del 19/10/2010 e s.r. - Attore "A" e "B" Circolare 2613/CP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008;

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 2196 del 30/08/2013 - Circolare 2613/CP

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVAGLIA, 5 - 43122 PARMIA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

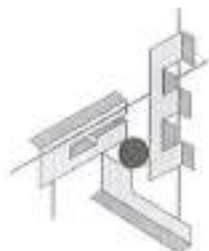
Premesso che sono stati esaminati solo quei pilastri che risultavano maggiormente "omogenei", intendendo per "omogeneità" la probabile presenza di un'unica tipologia di materiale lapideo, l'assenza di macroscopici difetti superficiali o di interventi di ripristino (stuccature ecc.), dai risultati si evince come i pilastri siano costituiti da materiali di diversa compattezza: si prenda ad esempio il pilastro U6, per il quale sono state determinate velocità di propagazione ultrasonica costantemente superiori ai 4100 m/s (4100 – 4700 m/s), a differenza del pilastro U2 dove le velocità sono comprese fra 3500 – 4000 m/s o addirittura il pilastro U3 dove le velocità variano fra 2000 – 3000 m/s. In pratica il materiale lapideo costituente il pilastro U6 presenta una capacità maggiore di trasmissione della pressione sonora rispetto a al materiale del pilastro U2 e molto maggiore rispetto a quello costituente il pilastro U3, con potenziali differenze anche per quel che concerne altre proprietà fisiche e meccaniche.

Eventuali valutazioni, quindi, dovrebbero rimanere nell'ambito delle misure di velocità ultrasonica effettuate nello stesso pilastro a diverse altezze.

A tal proposito si osserva che in generale i valori più bassi sono stati rilevati prevalentemente nella parte bassa dei pilastri, e ciò in particolare è avvenuto in misura significativa nei pilastri U1, U3 ed U5 dove la differenza fra la velocità ultrasonica media rilevata a circa 50 – 70 cm dal basamento differisce in modo significativo (circa il 20 % in meno) dalla velocità media più elevata riscontrata a quote maggiori degli stessi pilastri.

Del resto la quasi totalità dei pilastri dei due piani del chiostro presenta fenomeni di difettosità dovuti a erosione e/o delaminazione, molto spesso localizzati nella parte bassa del pilastro ma talora estesi anche per tutta l'altezza.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Transp. Decreto n. 16286 del 23/08/1977 e s.s. - Sezione "A" Circolari 2618/LFE

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Transp. Decreto n. 2065 del 09/10/2010 e s.s. - Sezione "A" e "B" Circolari 2618/LFE

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008

Aut. Min. Infra. e Transp. Decreto n. 7296 del 30/09/2013 - Circolare 2618/LFE

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

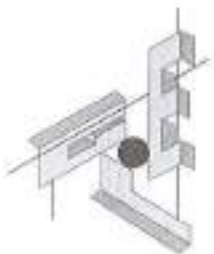
STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1096/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. Decreto n. 16186 del 10/06/1977 e s.r. - Settore "A" Circolari 26138/376

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. Decreto n. 20663 del 09/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolari 26138/376

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. Decreto n. 7726 del 30/09/2013 - Circolari 26138/376

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272760 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

2.5 INDAGINE SULL'ESTRADOSSO DELLA PARETE NORD PER LA VERIFICA STRATIGRAFICA DELL'INTONACO STRUTTURALE E DELL'ADESIONE DELLO STESSO ALLA MURATURA

Lo scopo dell'indagine è stato quello di asportare alcuni campioni dell'intero "pacchetto" costituente l'intonaco al fine di rilevarne la composizione stratigrafica e soprattutto la presenza o meno della rete di armatura prevista.

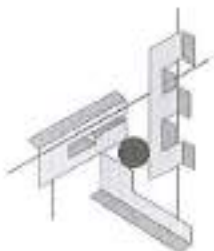
A tale scopo sono stati asportati alcuni campioni mediante carotaggio, i quali sono stati poi oggetto di successive osservazioni ed indagini di laboratorio.



L'intonaco posto in opera sull'estradosso della parete nord è stato esaminato mediante l'effettuazione di alcuni carotaggi per poter osservare in sezione i materiali e gli strati costituenti. Tale indagine è stata estesa anche alla piccola porzione di facciata all'angolo nord-ovest dell'edificio.

Per quanto riguarda la parete nord, due dei carotaggi sono stati effettuati in corrispondenza di una cavillatura verticale che, partendo da terra, si propaga per quasi tutta l'altezza della facciata.

nella foto seguente sono schematizzate le posizioni dei carotaggi sulla facciata nord:



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 26386 del 12/06/1977 e s.v. - Settore "A" Circolare 2612/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 2008 del 12/10/2010 e s.v. - Settore "A" e "B" Circolare 2612/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 7226 del 20/09/2011 - Circolare 2612/LP

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



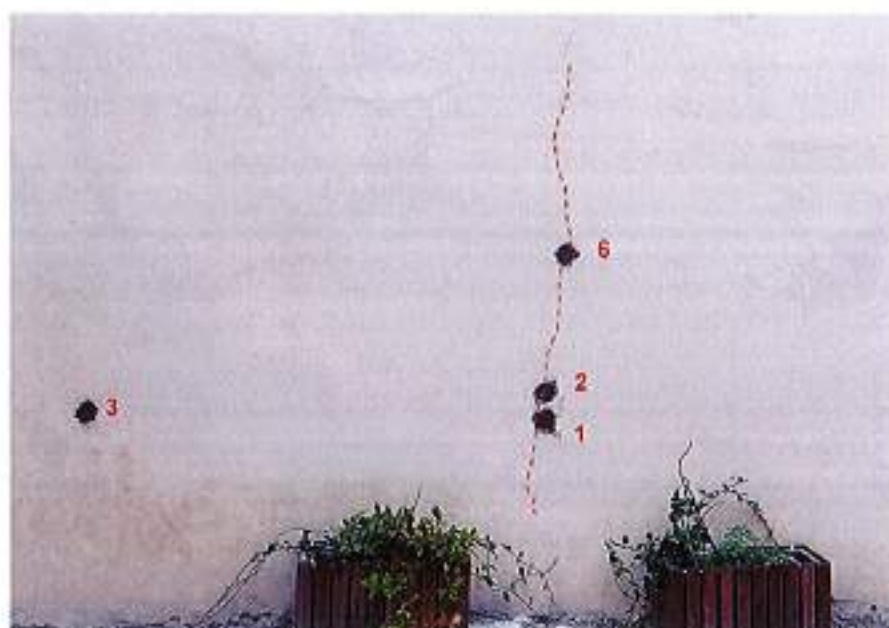
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NANGIÀ, 5 - 43122 PARRA

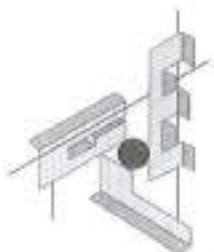
TEL. 0521 272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com



Facciata Nord



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 16356 del 12/06/2012 e s.s. - Settore "A" Circolare 2612/2010

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26068 del 09/10/2010 e s.s. - Settore "C" e "B" Circolare 2613/2010

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 27395 del 30/09/2013 - Circolare 2614/2010

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



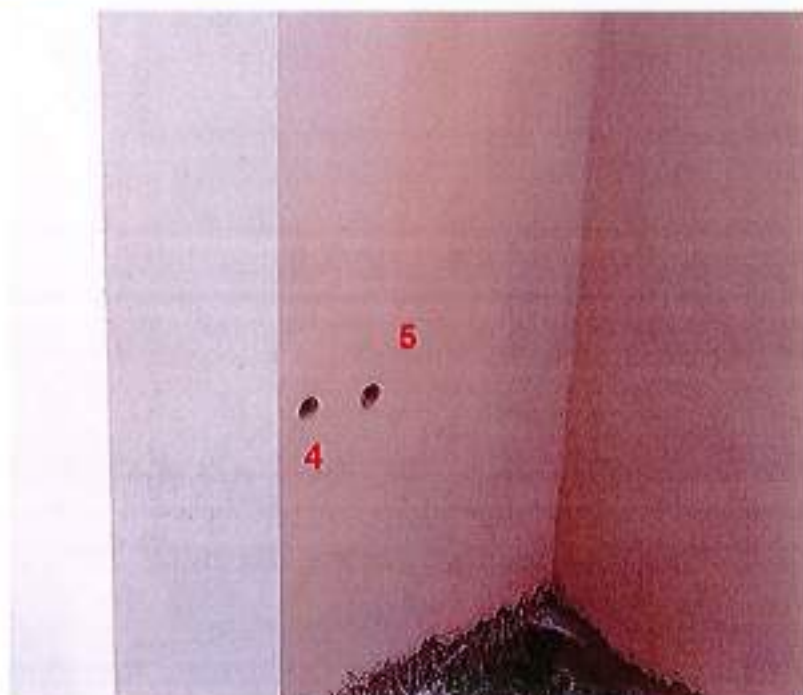
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NINGLIA, 5 - 43122 PAVIA

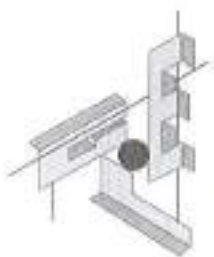
TEL. 0521 272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

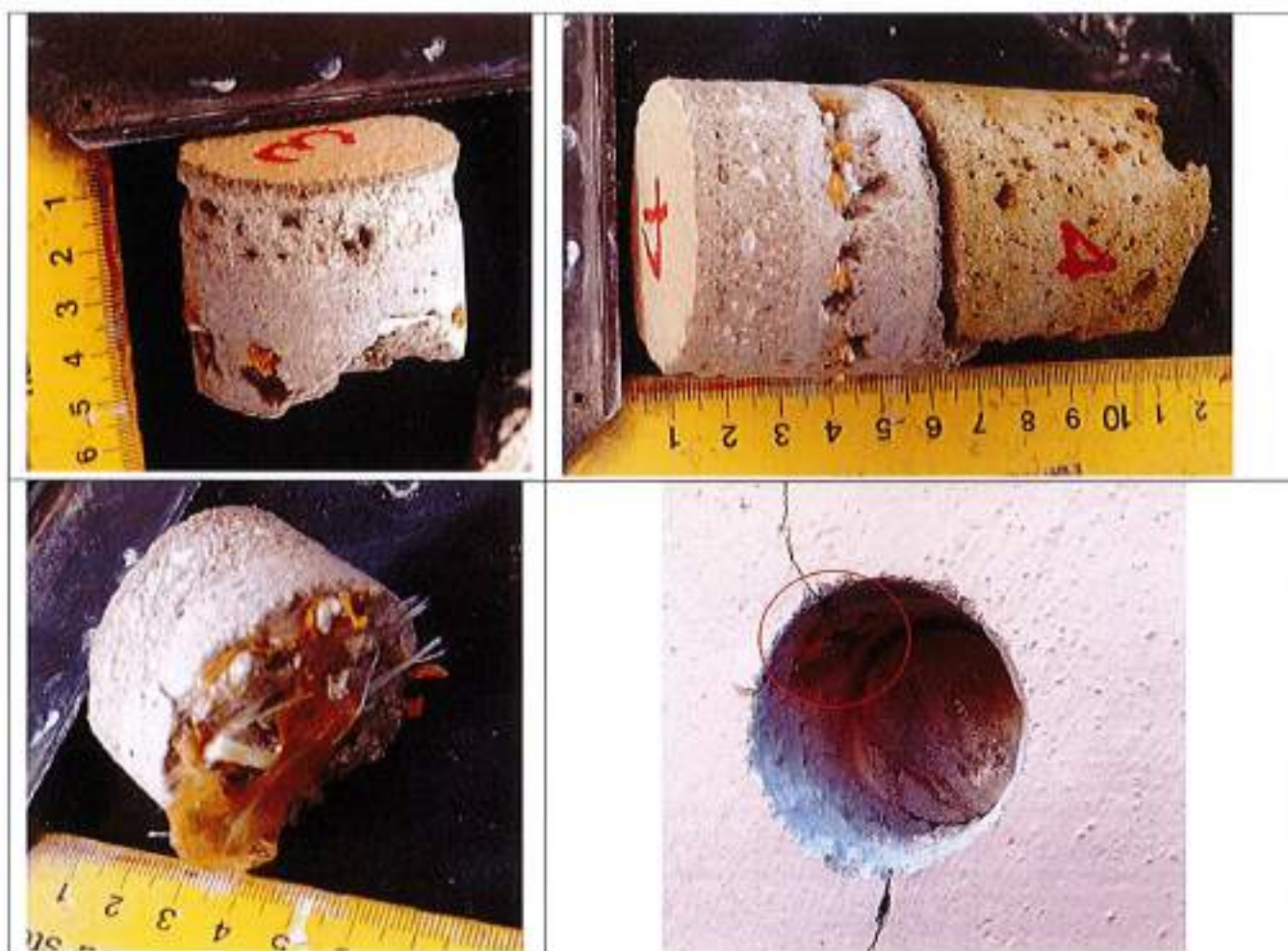


Facciata angolo Nord-Ovest



a) Descrizione stratigrafica ed indagine visiva

Tutte e sei le carote estratte hanno confermato la presenza di una rete di armatura di colore giallastro in materiale polimerico. Il "pacchetto" costituente l'intonaco è risultato costituito da due stratificazioni, delle quali quella superficiale risulta maggiormente porosa e meccanicamente meno consistente di quella sottostante, molto più compatta e rinforzata mediante rete di armatura.



Una delle carote prelevate in corrispondenza della crepa verticale ha evidenziato la presenza di una cavitazione esattamente in corrispondenza della lesione

Un ulteriore carotaggio, sempre in corrispondenza della crepa verticale, ha confermato la presenza sottostante di discontinuità, in questo caso un elemento metallico abbinato ad una cavità



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1096/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Decreto n. 16386 del 12/02/1977 c.c. - Settore "A" Circolare 26125/576

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Decreto n. 2863 del 19/10/2011 c.c. - Settore "C" e "B" Circolare 26125/576

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Decreto n. 7790 del 20/09/2012 - Circolare 26125/576

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 360/2001



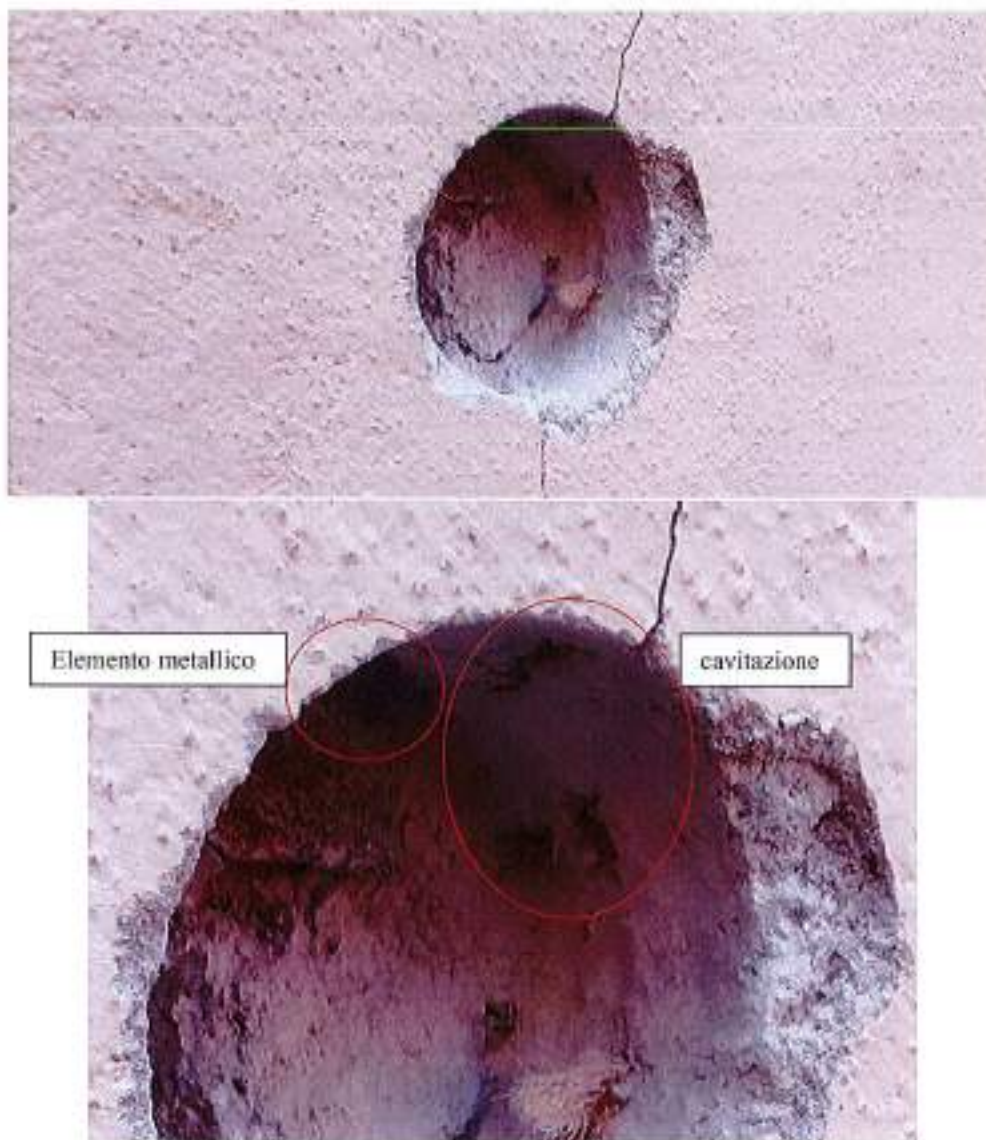
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

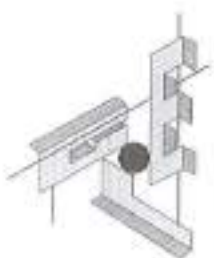
info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com



b) Verifica dell'adesione al supporto murario mediante prova di strappo

Non è stato possibile effettuare prove di strappo a causa della sistematica rottura interna dell'intonaco o del distacco dello stesso dalla parete durante le fasi di carotaggio.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 26386 del 28/06/1977 e s.s. - Settore "A" Circolare 2622/576

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 26682 del 28/06/2010 e s.s. - Settore "C" e "B" Circolare 2612/576

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 22296 del 30/09/2013 - Circolare 2625/576

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

2.6 INDAGINE MEDIANTE TERMOCAMERA AD INFRAROSSI AGLI ANGOLI NORD-EST E NORD-OVEST AL PRIMO PIANO

Per termografia s'intende l'utilizzo di una telecamera a infrarossi (o termocamera), al fine di visualizzare e misurare l'energia termica emessa da un oggetto.

L'energia termica (o infrarossa) consiste in radiazioni di lunghezza d'onda troppo grande per essere individuata dall'occhio umano; si tratta della porzione dello spettro elettromagnetico che viene percepita come calore.

La termografia è una tecnica che consente la visualizzazione dei valori di irraggiamento di una qualsiasi superficie mediante apposite strumentazioni, chiamate termografi o più comunemente termocamere o sistemi termografici. In parole semplici, mentre il termine fotografia significa testualmente "scrittura o disegno con la luce", la termografia rappresenta una forma di "disegno con il calore" ed il rilevamento della emissione infrarossa costituisce la base di lavoro per le successive valutazioni, nei più diversi settori di impiego: dalla diagnostica clinica all'Igiene ambientale, alla valutazione preventiva e predittiva industriale, l'indagine termografica trova centinaia di esempi applicativi.

A differenza della luce visibile, nel mondo dei raggi infrarossi tutti gli elementi con una temperatura al di sopra dello zero assoluto emettono calore. Anche oggetti che hanno una temperatura molto bassa, come i cubetti di ghiaccio, emettono infrarossi. Più è alta la temperatura dell'oggetto, più quest'ultimo irradierà raggi infrarossi. I raggi infrarossi permettono di vedere ciò che il nostro occhio non è in grado di vedere.

Le termocamere producono immagini di infrarossi invisibili, o radiazioni di calore, e rappresentano un preciso strumento di misurazione non a contatto delle temperature.

In edilizia l'indagine termografica è mezzo di diagnosi non distruttiva che presenta un vasto campo di applicazioni come il rilevamento dell'umidità, l'identificazione di elementi architettonici nascosti, l'individuazione di eventuali difettosità, lo studio della dispersione termica degli edifici ecc.

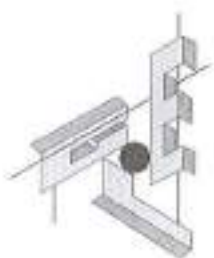
In sintesi il metodo termografico può essere impiegato in tutte le situazioni dove la variazione della temperatura superficiale è attribuibile a discontinuità nelle proprietà del materiale.



Nel caso in esame la termografia è stata utilizzata per cercare di individuare la presenza di rinforzi metallici inseriti al di sotto dell'intonaco.

I punti esaminati sono stati rispettivamente l'intradosso dello spigolo nord-est al piano primo e l'intradosso dello spigolo nord-ovest sempre allo stesso piano.

Le immagini ottenute dall'indagine termografica non hanno evidenziato significative discontinuità interne, ad eccezione di una "traccia" obliqua visibile anche ad occhio nudo nello spigolo nord-est.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1080/71 - D.M. 14/01/2008:

Strut. Acciaio, Ferro, e Ferro. Decreto n. 26386 del 14/09/1977 e s.s. - Lettere "A" Circolari 2612, 2618

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Strut. Acciaio, Ferro, e Ferro. Decreto n. 26683 del 19/10/1977 e s.s. - Lettere "A" e "B" Circolari 2612, 2618

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Strut. Acciaio, Ferro, e Ferro. Decreto n. 27296 del 30/09/1977 - Circolari 2612, 2618



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMIGLIA, 5 - 43122 PARMA

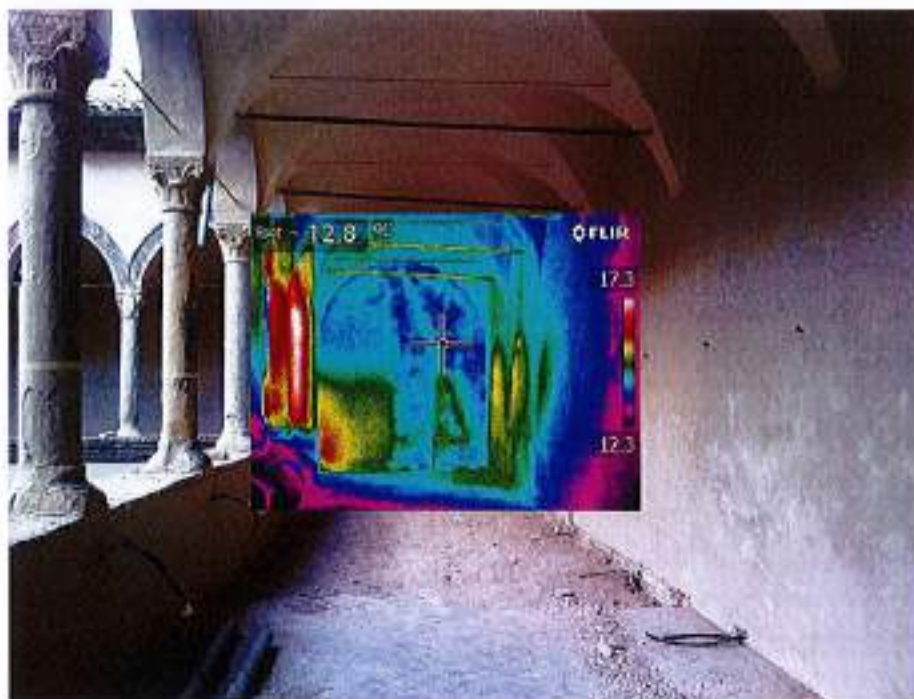
TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

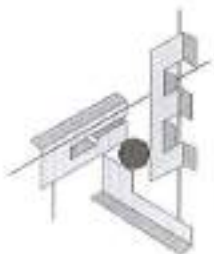
www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



Angolo nord-est



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1096/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Sup. e Supp. Decreto n. 26336 del 10/06/1977 c.c.e. - Sezione "A" Circolari 26121, 26122

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Sup. e Supp. Decreto n. 26425 del 09/10/1970 c.c.e. - Sezione "A" e "B" Circolari 26121, 26122

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut., Min., Sup. e Supp. Decreto n. 7795 del 30/09/2011 - Circolari 26121, 26122

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



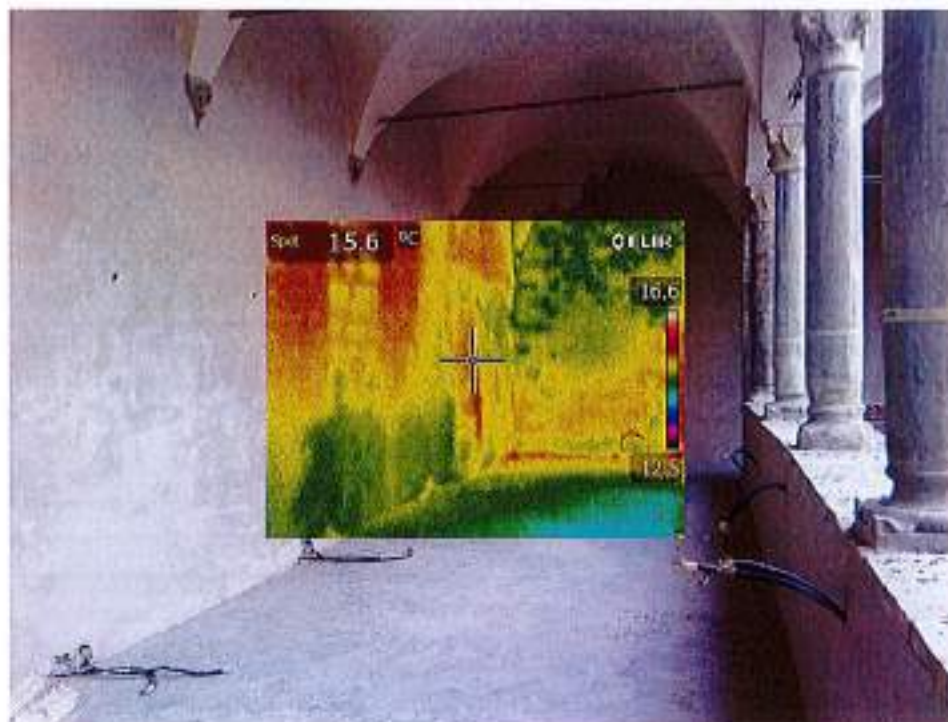
SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.705245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com



Angolo nord-est



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 16286 del 10/09/1977 e s.s. - Settore "A" Circolazione 2612/SP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 2063 del 19/10/2010 e s.s. - Settore "A" e "B" Circolazione 2612/SP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 2296 del 30/09/2011 - Circolazione 2612/SP



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA N.4/2/A, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

ALLEGATI

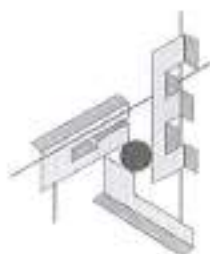
Certificazione di prova	N° certificato / rapporto di prova
Resistenza a compressione delle malte di consolidamento del solaio	RdP 2109/P/P del 30/10/17
Resistenza a trazione delle barre in acciaio costituenti le catene	RdP 2110/P/P del 30/10/17
Determinazione dello spessore di zincatura delle piastre sottotetto	RdP 2111/P/P del 30/10/17
Indagine ultrasonica	RdP 2112/P/P del 30/10/17
Prova di durezza in sito dell'acciaio delle piastre sottotetto	RdP 2113/P/P del 30/10/17
Indagine vibrazionale catene	RdP 2114/P/P del 30/10/17

RELATORE

Dott. S.Dondi

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott.Ing. G. Russo



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1036/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 16759 del 12/09/2012 e s.s. - Settore "A" Circolare 2017/RT6

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 2065 del 08/10/2010 e s.s. - Settore "A" e "B" Circolare 2015/RT6

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Decreto n. 7196 del 26/09/2013 - Circolare 2013/RT6

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NANGIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

PROVE SU CONGLOMERATI CEMENTIZI

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

RAPPORTO DI PROVA N° 2109/P/P

PARMA 30/10/2017

COMMITTENTE:	UBERTI INGEGNERI ASSOCIATI
INDIRIZZO:	Via Beethoven, 2/e BOLOGNA
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:	n°3 carote in conglomerato cementizio
PROVENIENZA:	Chiostrò S. Uldarico - Via Farini ang. B.go Felino - Parma
PARTE D'OPERA:	estradosso del solaio fra piano secondo e piano sottotetto
STRUMENTAZIONE:	cella di carico a sbalzo HBM Mod. Z7 AD 1/10t 2000 - MVD 2555 0-10 Ton
NS. RIFERIMENTO N.:	1561 /17 del 27/10/2017
DATA DELLA PROVA	30/10/2017

RISULTATI SPERIMENTALI

Da ciascuna delle carote a disposizione è stato ricavato, mediante doppio taglio, un provino cilindrico per ciascuno dei due strati di conglomerato presenti, le cui superfici di schiacciamento sono state rettificate mediante cappatura con malta cementizia ad alta resistenza come da Appendice A della UNI EN 12390-3:2009

Identificazione provino		Diam. provino (cm)	altez. prov. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (g/cm ³)	Rapp. H/D	Carico Rott. (kg)	Res. Unit. Cilind. f _c (N/mm ²)	note
carota	strato								
C1	Cls alleggerito	4,9	3,7	70,8	1015	0,8	1143	5,9	rott.soddisfacente
	malta	4,9	4,4	124,8	1505	0,9	3145	16,4	rott.soddisfacente
C2	Cls alleggerito	4,9	5,0	101,2	1074	1,0	1389	7,2	rott.soddisfacente
	malta	Strato troppo sottile : ricavato provino cubico							
C3	Cls alleggerito	4,9	5,2	106,3	1085	1,1	1689	8,8	rott.soddisfacente
	malta	4,9	5,1	139,9	1455	1,0	3352	17,4	rott.soddisfacente

Identificazione provino		lung. (cm)	Largh. (cm)	altez. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (g/cm ³)	Carico Rott. (kg)	Res. Unit. Cilind. f _c (N/mm ²)	note
carota	strato								
C2	malta	3,2	3,7	3,2	56,8	1499	2091,0	17,3	rott.soddisfacente

(*) Nota : peso di volume calcolato ad umidità ambiente

Allegato : documentazione fotografica delle carote originarie con individuazione degli strati da cui sono stati ottenuti i provini

SPERIMENTATORE
Dott. S. Dondi

DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo

Pag. 1 di 1



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26296 del 02/09/2012 e s.r. - Settore "A" Circolare 7012/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 2665 del 09/10/2010 e s.r. - Settore "A" e "B" Circolare 7618/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 7796 del 30/09/2013 - Circolare 7618/LP



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVA/GRILIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

PROVA DI TRAZIONE E PIEGAMENTO DI BARRE PER CEMENTO ARMATO

(L.1086/71 e succ. D.M. attuativi - UNI EN ISO 6892-1 - UNI EN ISO 15630-1)

RAPPORTO DI PROVA N° 2110 / P/P - PARMA , 30 /10/2017

COMMITTENTE : Uberti Ingegneri Associati
INDIRIZZO : Via Beethoven, 2/e BOLOGNA

Dati dichiarati dal committente

PROVENIENZA DEI CAMPIONI : Chiostro S. Uldarico - Via Farini Parma
ZONA DI PRELIEVO: volte e colonnato del chiostro
NATURA DEI CAMPIONI : spezzoni di barre Φ 20 mm per catene
DATA DEL PRELIEVO : 26/10/2017

DATA CONSEGNA :

NS.RIFERIMENTO : 1561 /2017

RISULTATI DELLE PROVE

sigla prov.	Diam. Equip. (mm)	Carico di snerv. f_t (N/mm ²)	Carico di rottura f_r (N/mm ²)	Valore Rapporto $f_t/f_{t,lim}$	Valore Rapporto f_r/f_t	Allung. A (%)	Piegamento		Data prova	Tratt. Term.	Marchio laminazione
							Esito (1)	Mand. (mm)			
F1	20,0	//	672,9	//	//	16,1	//	0	30/10/17	NO	non rilevato
F2	17,7	//	753,8	//	//	ND	//	0	30/10/17	NO	non rilevato

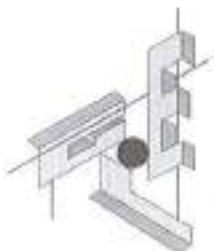
(1) AC= assenza cricche PC= presenza cricche

Unità di misura: 1MPa = 10,2 Kg/cm²

Note: ND non determinabile per rottura del provino all'interno delle ganasce

SPERIMENTATORE
Geom. G.Monaco

DIRETTORE DEL LABORATORIO
(Dott.Ing.G.Russo)



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26386 del 02/08/2017 e s.v. - Settore "A" Circolare 7615/LP6

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26065 del 02/08/2017 e s.v. - Settore "C" e "B" Circolare 7615/LP6

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 27296 del 02/08/2017 - Circolare 7615/LP6



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 2111/P/P del 30/10/2017

PROVE SU PROFILI DI ARMATURA IN ACCIAIO MISURAZIONE DELLO SPESSORE DEL RIVESTIMENTO - METODO MAGNETICO (UNI EN ISO 2178)

COMMITTENTE:	UBERTI INGEGNERI ASSOCIATI
INDIRIZZO:	Via Beethoven, 2/e BOLOGNA
CANTIERE:	Chiostro S. Uldarico Via Farini ang. B.go Felino Parma
PARTE D'OPERA :	Angolari in acciaio per il collegamento fra i travetti della copertura e la parete
STRUMENTAZIONE:	Leptoscop 2016 Karl Deutsch
NS. RIFERIMENTO N.:	1561 /2017
DATA DELLA PROVA	30 /10/2017

RISULTATI SPERIMENTALI

Procedura operativa :

1. Pulizia della superficie metallica da esaminare
2. Calibrazione dello strumento mediante pellicole a spessore noto
3. Esecuzione di un numero prefissato di misure relativamente alla superficie da esaminare
4. Registrazione dei valori di spessore minimo, massimo e medio elaborati dallo strumento

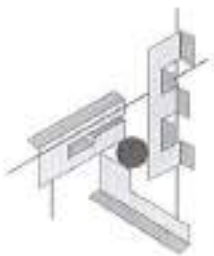
Sigla prova	Ubicazione	N° misure	Spessore minimo (µm)	Spessore massimo (µm)	Spessore medio (µm)
D1	Intradosso parete ovest	10	163	196	177
D2	Intradosso parete nord	10	106	146	123
D3	Intradosso parete nord	10	132	154	136
D4	Intradosso parete nord	10	143	187	163
D5	Intradosso parete nord	10	104	131	120
D6	Intradosso parete nord	10	108	139	121

SPERIMENTATORE

T.I. M. Serventi

DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dot. Ing. G. Russo



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 16206 del 12/06/2012 e s.v. - Settore "A" Circolare 2612/LTE

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 2603 del 09/10/2010 e s.v. - Settore "A" e "B" Circolare 2612/LTE

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 7796 del 26/09/2015 - Circolare 2612/LTE



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NIVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521 272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 2112/P/P del 30/10/2017

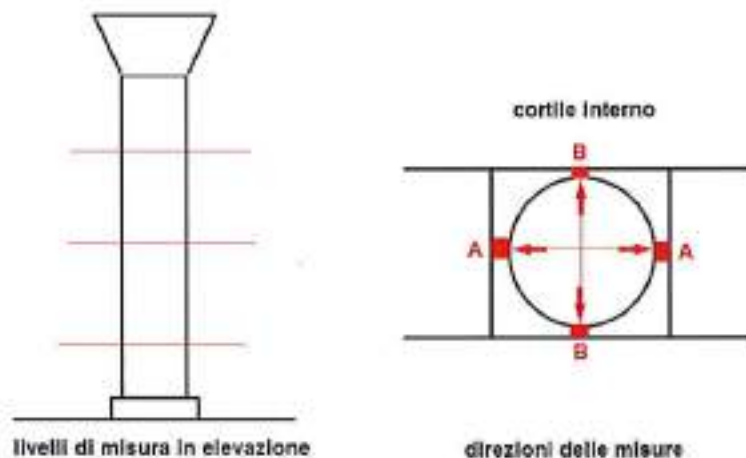
PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

DETERMINAZIONE DELLA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DEGLI IMPULSI ULTRASONICI (UNI EN 12504-4:2005)

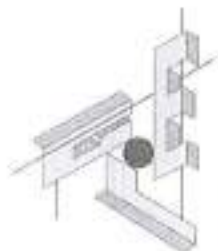
COMMITTENTE:	UBERTI INGEGNERI ASSOCIATI
INDIRIZZO:	Via Beethoven , 2/e BOLOGNA
ELEM. STRUTT. ESAMINATE:	pilastri in materiale lapideo
CANTIERE:	Chiostro S. Uldarico Via Farini ang. B.go Felino Parma
STRUMENTAZIONE:	"MATEST C373N"
NS. RIFERIMENTO N.:	1337 /17
DATA DELLA PROVA	22/09/2017

Strumentazione utilizzata: Matest C373N Campo di misura : 0 - 9999 μ sec Risoluzione: 0,1 μ sec

Modalità di misura



Le tre altezze alle quali sono state effettuate le misure non sono state sempre uguali a causa della presenza di irregolarità e/o difettosità che hanno costretto ad alzare o abbassare il punto di misura nei vari pilastri esaminati.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 26206 del 23/06/1977 e s. - Settore "C" - Circolazione 2012/178

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 26206 del 23/06/1977 e s. - Settore "C" - Circolazione 2012/178

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 26206 del 23/06/1977 e s. - Circolazione 2012/178

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 2112/P/P del 30/10/2017

RISULTATI SPERIMENTALI

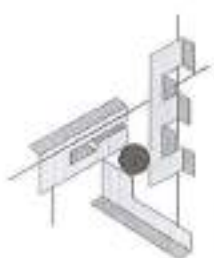
Punto di prova	altezza	direzione misura	tempo msec	distanza mm	tipo misura *	velocità	veloc media m/s
	(cm)					m/s	
U1	80	A - A	130	299	D	2300	2396
		B - B	120	299	D	2492	
	130	A - A	107	299	D	2794	2664
		B - B	118	299	D	2534	
	160	A - A	110	299	D	2718	2797
		B - B	104	299	D	2875	
U2	60	A - A	81	293	D	3617	3640
		B - B	80	293	D	3663	
	120	A - A	81	293	D	3617	3595
		B - B	82	293	D	3573	
	170	A - A	82	293	D	3573	3573
		B - B	82	293	D	3573	
U3	70	A - A	95	280	D	2947	2612
		B - B	123	280	D	2276	
	130	A - A	91	280	D	3077	3044
		B - B	93	280	D	3011	
	170	A - A	99	280	D	2828	2843
		B - B	98	280	D	2857	
U4	50	A - A	81	232	D	2864	2707
		B - B	91	232	D	2549	
	75	A - A	87	232	D	2667	2731
		B - B	83	232	D	2795	
	100	A - A	72	232	D	3222	3061
		B - B	80	232	D	2900	
U5	55	A - A	96	258	D	2688	2608
		B - B	102	258	D	2529	
	100	A - A	80	258	D	3225	3113
		B - B	86	258	D	3000	
	140	A - A	88	258	D	2932	2853
		B - B	93	258	D	2774	
U6	40	A - A	57	236	D	4140	4177
		B - B	56	236	D	4214	
	85	A - A	53	236	D	4453	4496
		B - B	52	236	D	4538	
	130	A - A	50	236	D	4720	4629
		B - B	52	236	D	4538	

* Nota : D= diretta S= semidiretta I= indiretta

SPERIMENTATORE
Dot. S. Dondi

DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dot. Ing. G. Russo

Pagina 2 di 2



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26396 del 12/06/1977 e s.s., Settore "A" Circolare 2612/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26685 del 09/10/2010 e s.s., Settore "A" e "B" Circolare 7013/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 7226 del 20/09/2011 - Circolare 7619/LP



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NARGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

RAPPORTO DI PROVA n° 2113/P/P del 30/10/2017

PROVE SU PROFILI DI ARMATURA IN ACCIAIO

STIMA DELLA RESISTENZA MECCANICA A TRAZIONE MEDIANTE PROVA DI DUREZZA

(ASTM A 956)

COMMITTENTE:	UBERTI INGEGNERI ASSOCIATI
INDIRIZZO:	Via Beethoven , 2/e BOLOGNA
CANTIERE:	Chiostro S. Uldarico Via Farini ang. B.go Felino Parma
PARTE D'OPERA :	Angolari in acciaio per il collegamento fra i travetti della copertura e la parete
STRUMENTAZIONE:	Durometro portatile digitale a rimbalzo EPX 300
NS. RIFERIMENTO N.:	1561 /2017
DATA DELLA PROVA	30 /10/2017

RISULTATI SPERIMENTALI

Procedura operativa :

1. Pulizia, levigatura e lisciatura di una piccola porzione della superficie metallica da esaminare
2. Esecuzione di n.5 prove di durezza mediante durometro portatile
3. Registrazione dei valori di resistenza a trazione stimata forniti direttamente dallo strumento

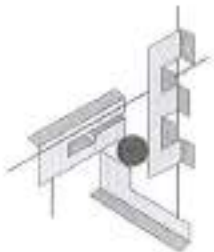
Sigla prova	Ubicazione	Resistenza a trazione stimata (N/mm ²)					Resistenze media a trazione stimata (N/mm ²)
D1	Intradosso parete ovest	551	513	546	489	563	532
D2	Intradosso parete nord	508	508	467	596	546	525
D3	Intradosso parete nord	551	551	534	498	523	531
D4	Intradosso parete nord	498	484	484	518	546	506
D5	Intradosso parete nord	551	480	529	518	459	507
D6	Intradosso parete nord	498	523	503	503	529	511

SPERIMENTATORE

T.I. M.Serventi

DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dot.Ing. G.Russo



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Stat., Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 16298 del 13/06/1972 e s.s. - Sezione "A" Circolare 29/75/LP

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Stat., Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 2665 del 18/10/2010 e s.s. - Sezione "A" e "B" Circolare 26/10/LP

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Stat., Min. Infrastr. e Trasporti, Decreto n. 7296 del 30/09/2011 - Circolare 26/10/LP



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NINAGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

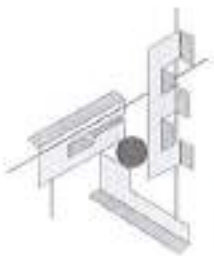
www.laboratoriomiliani.com

CONTROLLO DELLE TENSIONI SU CATENE (TIRANTI) CON METODO DINAMICO

RAPPORTO DI PROVA n° 2177/P/P del 6/11/2017

Committente:	UBERTI INGEGNERI ASSOCIATI Via Beethoven , 2/e BOLOGNA
Opera in esame:	Chostro "S. Uldarico" Via Farini ang. Borgo Felino Parma
Tecnico incaricato delle verifiche	Ing. A. Uberti
NS rif.:	n° 1561 /17 del 27/10/2017





1. Scopo dell'analisi ed elementi oggetto di indagine

La tecnica di misura dello stato tensionale delle catene si basa sul rilievo della frequenza fondamentale della catena e successivo calcolo della tensione attraverso la formula che lega tutti i parametri geometrici e meccanici con la forza di trazione e la frequenza propria di oscillazione. La formula che lega tali parametri è la seguente:

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{g \cdot \frac{T + EJ(n^2 \pi^2 / L^2)}{P_{unit.}}}$$

che opportunamente elaborata fornisce:

$$T = 4 \times S [m^2] \times f^2 [Hz] \times L^2 [m] \times (P [kg/m^3] / g[m/sec.^2]) = [kg]$$

dove:

T = tensione sulla catena [kg];

S = sezione della catena [m²]

f = frequenza fondamentale [Hz];

L = luce libera della catena [m];

P = peso di volume del materiale della catena [kg/m³];

g = accelerazione di gravità [m/s²];

Misurata la frequenza e nota la geometria e le caratteristiche del materiale, è dunque calcolabile la tensione T a cui è sottoposta la catena. Il metodo consiste dunque nel fissare un accelerometro sulla catena e nel produrre una vibrazione imprimendo una leggera oscillazione alla catena stessa.

La registrazione del segnale è elaborato nel dominio delle frequenze, così da ottenere il valore della frequenza fondamentale o prima frequenza libera di oscillazione. Le caratteristiche geometriche delle catene (ubicate come riportato nella pianta e nelle foto che seguono) oggetto del presente studio sono le seguenti:

Elemento	Diametro catena [mm]	Sezione catena [mm ²]	Lunghezza libera di oscillare [m]
catena n. 1	20,0	314,16	2,63
catena n. 2	20,0	314,16	1,66
catena n. 3	20,0	314,16	2,52
catena n. 4	20,0	314,16	2,27
catena n. 5	20,0	314,16	2,35
catena n. 6	20,0	314,16	2,40



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Tras. Decreto n. 26306 del 28/09/2011 e s.c. - Settore "C" - Circolo n. 2012/2/B

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Tras. Decreto n. 20685 del 08/09/2011 e s.c. - Settore "C" e "D" - Circolo n. 2012/2/B

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Tras. Decreto n. 22296 del 20/09/2011 - Circolo n. 2012/2/B

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

PIANTA CON LOCALIZZAZIONE DELLE CATENE TESTATE



2. Descrizione strumentazione utilizzata

Al fine di rilevare i parametri dinamici la strumentazione impiegata è così composta :

- N° 1 accelerometro Piezoelettrico ad alta sensibilità MMF mod. KS 48C fs 6g collegato al rispettivo amplificatore MMF mod. M 32;
- Digitalizzatore Dewetron, mod.DEWE 43, 24 bit, dynamic range 107 Db, con filtri anti-aliasing incorporati



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasporti Decreto n. 20206 del 22/05/2012 e s.v. - Settore "A" - Circolare 26/05/12

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasporti Decreto n. 20206 del 22/05/2012 e s.v. - Settore "A" e "B" - Circolare 26/05/12

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasporti Decreto n. 22296 del 25/08/2011 - Circolare 26/05/12

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

- Software di misura DeweSoft X2;
- Software di elaborazione DeweSoft X2

Accelerometro

L'accelerometro è portato a contatto con la catena tramite supporto magnetico su cui rilevare la frequenza propria di oscillazione.

I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

- sensibilità 1000 mV/g;
- campo di misura ± 6 g;
- risoluzione 1×10^{-3} g;

L'accelerometro utilizzato ha il seguente n° di matricola: KS 48C 10160.



Digitalizzatore DEWE43



Accelerometro MMF KS 48C

3. Modalità di acquisizione ed elaborazione

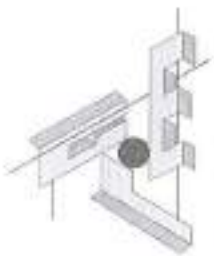
Il segnale è stato acquisito senza nessuna preventiva elaborazione con frequenza di campionamento pari a 500 Hz. I dati sono stati memorizzati sul disco rigido del PC di cantiere.

4. Espressione dei risultati

Nelle pagine seguenti sono riportati i grafici elaborati dai segnali acquisiti.

Per ogni acquisizione il primo grafico rappresenta l'oscillogramma del segnale dell'accelerometro posto sulla catena (in ascissa il tempo in s ed in ordinata l'accelerazione), il secondo grafico rappresenta lo spettro eseguito con la trasformata di Fourier.

Dopo la rappresentazione dei grafici segue la tabella dei risultati, dove oltre alla frequenza del 1° modo di vibrare, vengono riportati il calcolo della tensione a cui è sottoposta la catena. Il tutto è stato effettuato tenendo conto della luce libera delle catene.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Sog. e Temp. Decreto n. 26280 del 12/10/1977 e s.m. - Lettere "A" e "B" Circolare 26/10/1976

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Sog. e Temp. Decreto n. 8065 del 19/10/1970 e s.m. - Lettere "A" e "B" Circolare 26/10/1976

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Sog. e Temp. Decreto n. 2296 del 20/09/1971 - Circolare 16/10/1976

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

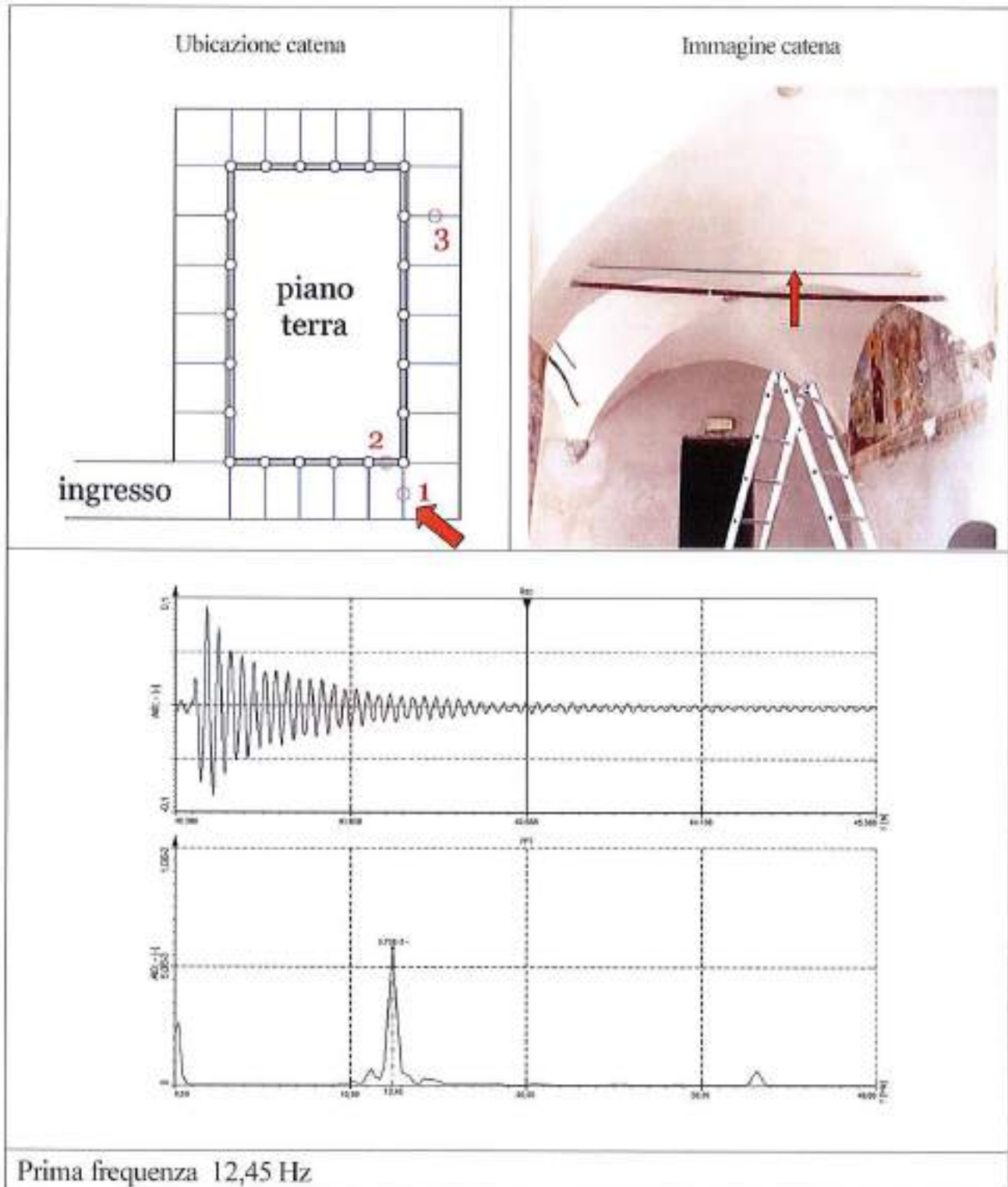
STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

Catena n.1





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Supe. e Supp. Decreto n. 26786 del 02/07/2012 e s.m. - Attivita' "A" - Cuneo n. 2012/576

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Supe. e Supp. Decreto n. 26786 del 02/07/2012 e s.m. - Attivita' "A" e "B" - Cuneo n. 2012/576

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDI - D.M. 14/01/2008:

Aut., Acc. Supe. e Supp. Decreto n. 26786 del 02/07/2012 - Cuneo n. 2012/576

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272700 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

Catena n.2

Ubicazione catena

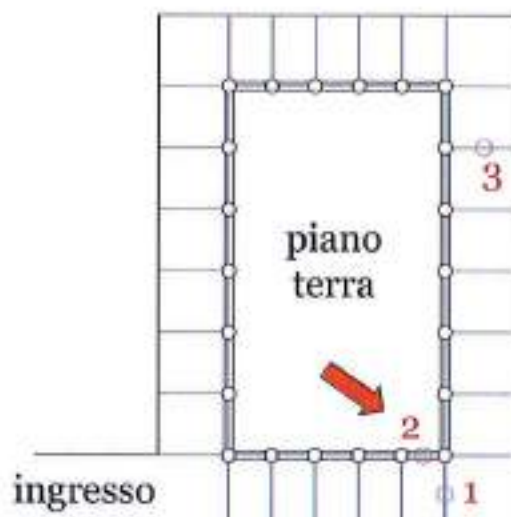
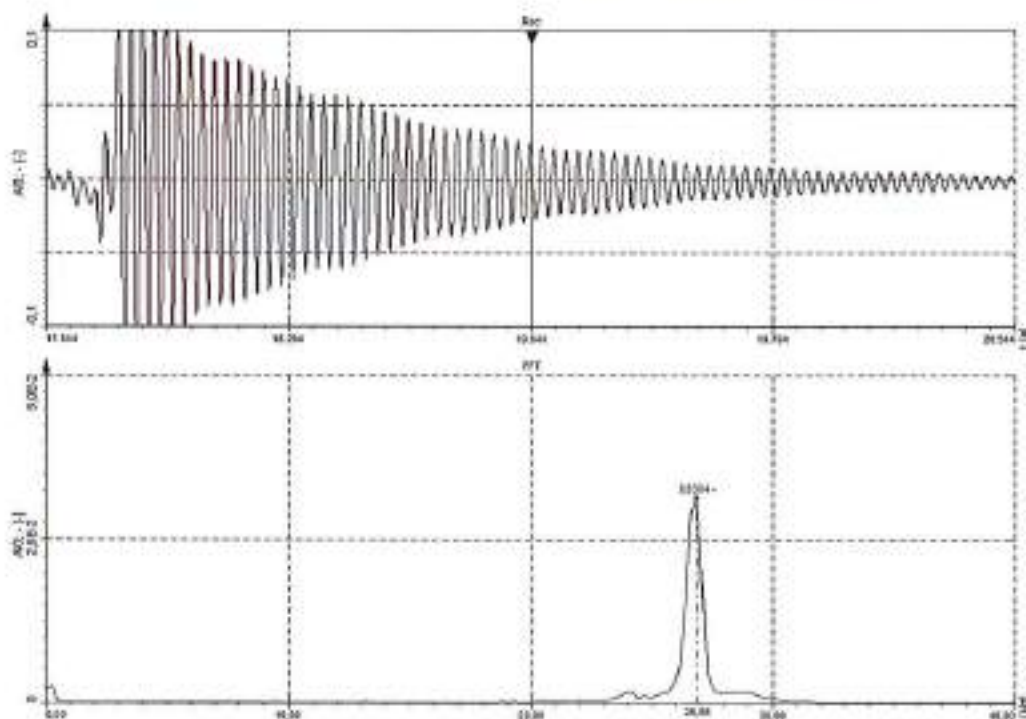
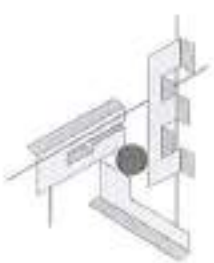


Immagine catena



Prima frequenza 26,86 Hz



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 06098 del 02/08/2012 e s.m. - Settore "A" - C.so Garibaldi 26125, P.F.

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 20463 del 09/10/2010 e s.m. - Settore "A" e "B" - C.so Garibaldi 26125, P.F.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 27196 del 30/09/2013 - C.so Garibaldi 26125, P.F.



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

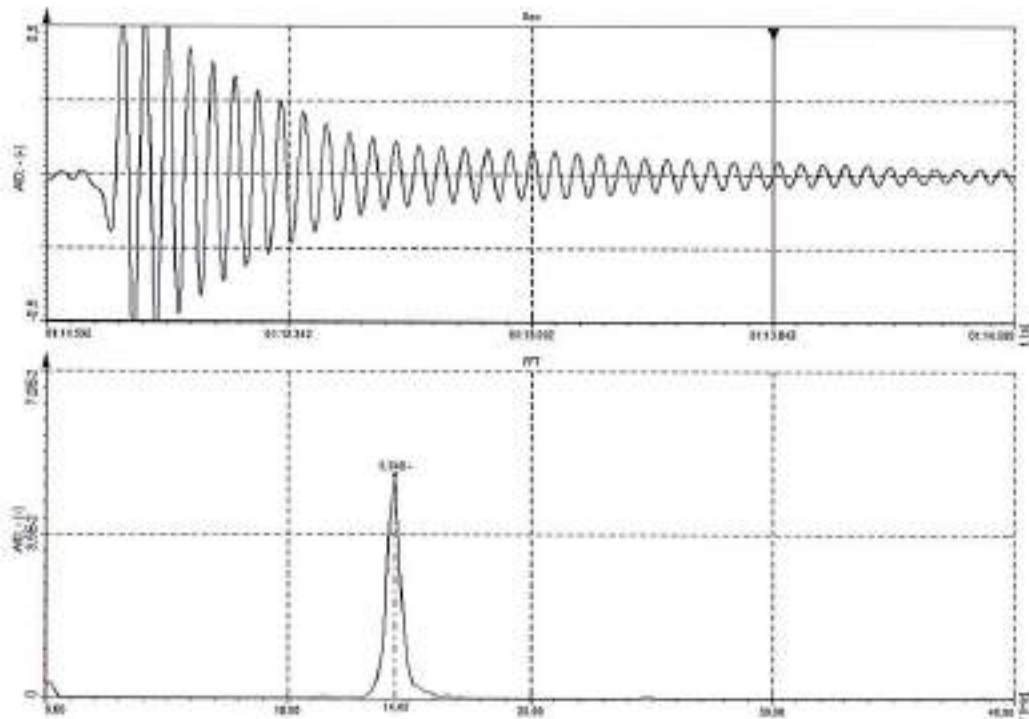
www.laboratoriomiliani.com

Catena n.3

Ubicazione catena



Immagine catena



Prima frequenza 14,40 Hz



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26366 del 02/05/1977 e s.c. - Settore "C" Circolare 2012/237

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26366 del 02/05/1977 e s.c. - Settore "C" e "D" Circolare 2012/237

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 27286 del 20/09/2011 - Circolare 2015/236

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAMGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272700 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

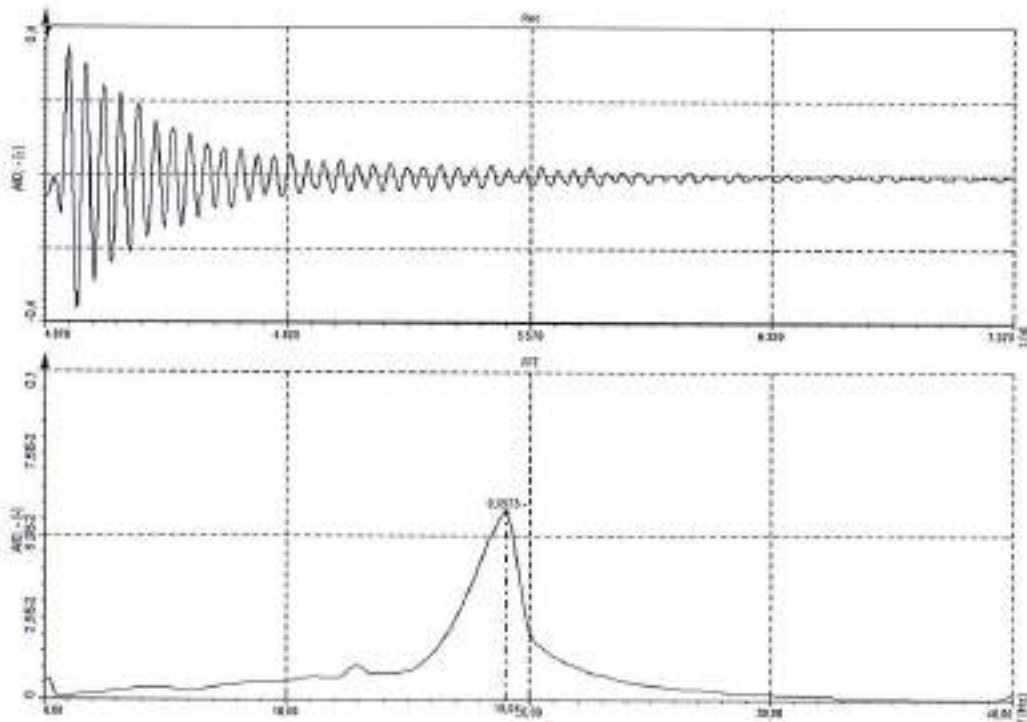
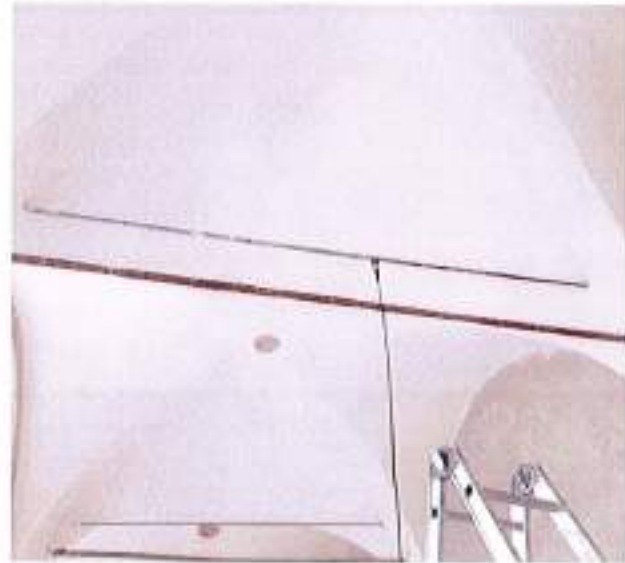
www.laboratoriemiliani.com

Catena n.4

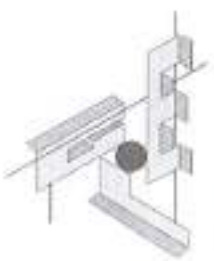
Ubicazione catena



Immagine catena



Prima frequenza 19,04 Hz



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 26336 del 02/06/1972 e s.c. - Settore "C" Capicentro 2502/LT

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 2665 del 02/06/1972 e s.c. - Settore "A" e "B" Capicentro 2635/LT

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti Decreto n. 2736 del 02/06/1972 e s.c. - Capicentro 2635/LT



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

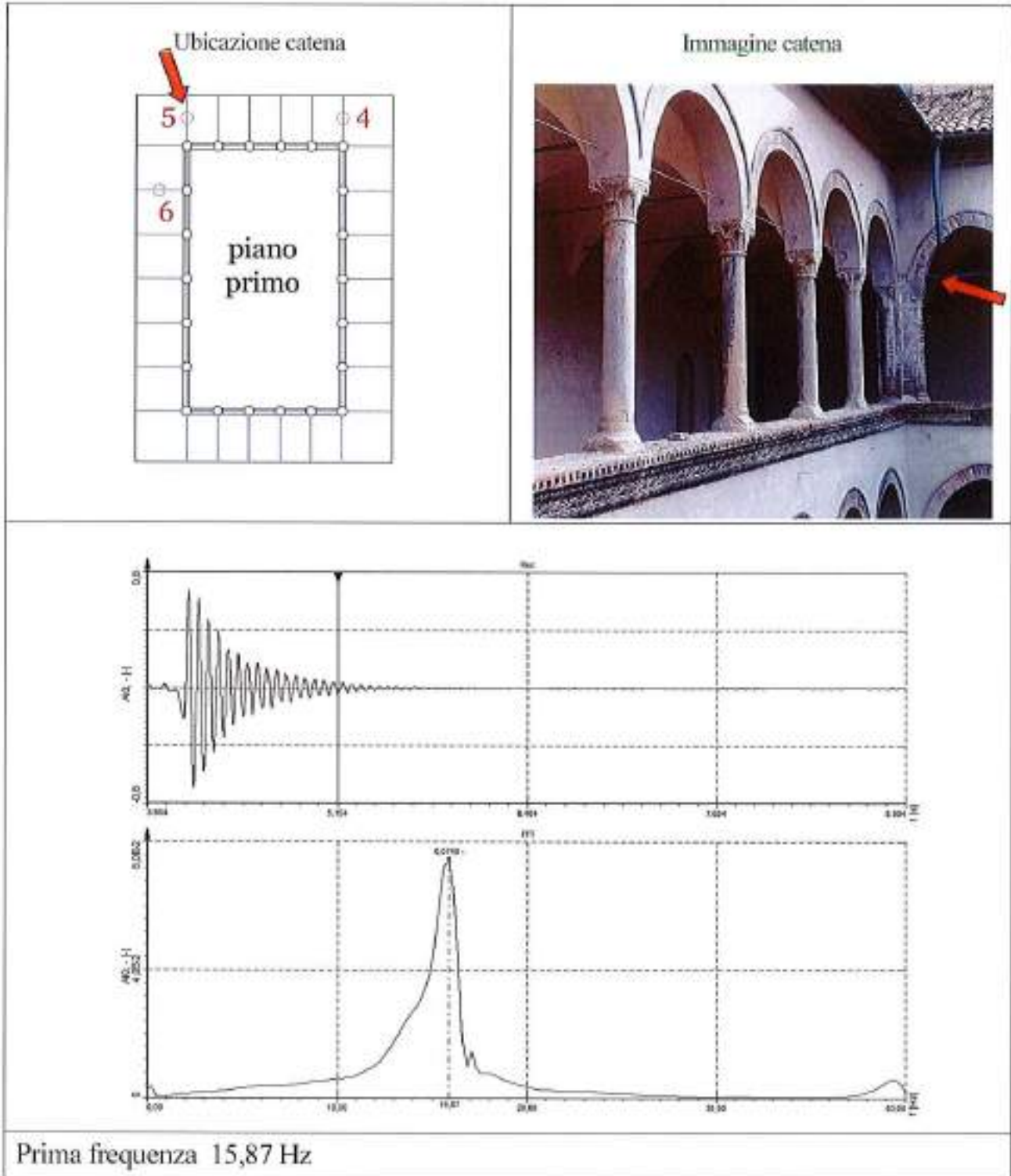
info@laboratoriomiliani.com

www.laboratoriomiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

Catena n.5





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L.1086/71- D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Ferrovie n. 16350 del 12/09/1992 e s.r. - Settore "A" - C.so S. Felice 26125, L.R.

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Ferrovie n. 2065 del 12/11/1992 e s.r. - Settore "A" e "B" - C.so S. Felice 26125, L.R.

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FONDO - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Infra. e Trasp. Ferrovie n. 2796 del 30/09/1992 - C.so S. Felice 26125, L.R.



LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001

SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriomiliani.com

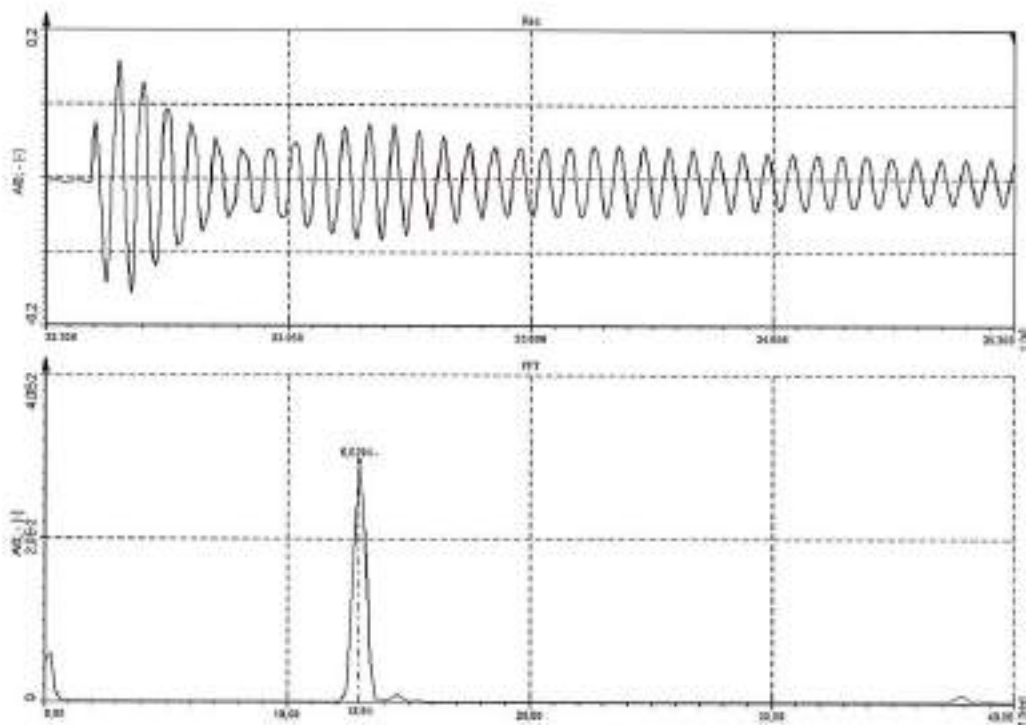
www.laboratoriomiliani.com

Catena n.6

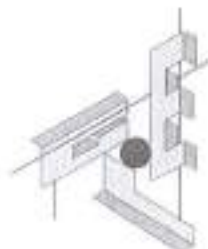
Ubicazione catena



Immagine catena



Prima frequenza 12,94 Hz



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 26296 del 29/09/2008 e c.c. - Settore "C" Circolare 26/03/07

LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE e ROCCE - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 26296 del 29/09/2008 e c.c. - Settore "C" e "B" Circolare 26/03/07

LABORATORIO PROVE DI CARICO SU PIASTRA e PALI DI FOND. - D.M. 14/01/2008:

Aut. Min. Sup. e Imp. Decreto n. 22296 del 30/09/2008 - Circolare 26/03/07

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art.59 del DPR n. 380/2001



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

www.laboratoriemiliani.com

RIEPILOGO RISULTATI

Catena n°	Prima frequenza	Tensione calcolata <i>T</i>
	Hz	kg
1	12,45	1079
2	26,86	2002
3	14,40	1326
4	19,04	1881
5	15,87	1400
6	12,94	971

Le tensioni sono state calcolate usando l'equazione:

$$T = 4 \times S \text{ [m}^2\text{]} \times f^2 \text{ [Hz]} \times L^2 \text{ [m]} \times (P \text{ [kg/m}^3\text{]} / g \text{ [m/sec.}^2\text{]}) = \text{[kg]}$$

Il valore del peso di volume del materiale delle catene è stato determinato sperimentalmente in 7857 kg/m³.

La società si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni delle frequenze effettuate.

Il calcolo delle tensioni invece rappresenta una determinazione approssimata che può essere affetta da un errore del +10% circa.

Lo Sperimentatore

Dott. S.Dondi

La Direzione

Dott. Ing. G. Russo