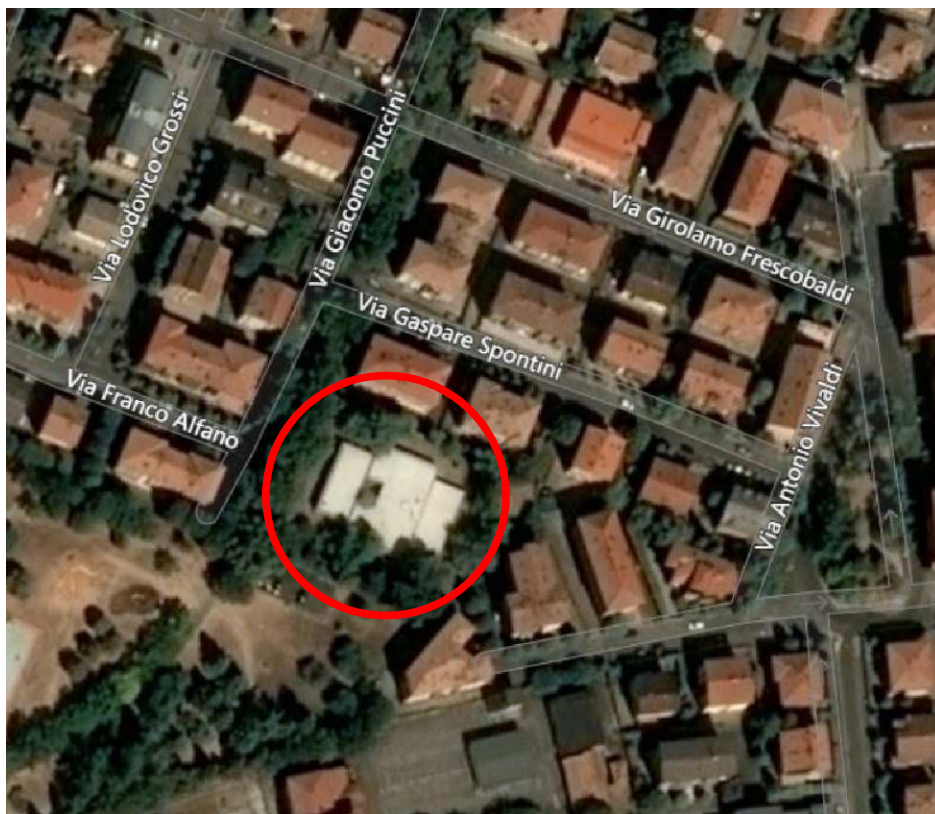


COMUNE DI REGGIO EMILIA



ing. TANIA FERRARINI

Studio via G. Giglioli Valle 10, 42124 Reggio Emilia

Domicilio fiscale via G. Parini 19, 42123 Reggio Emilia

CELL. 335-5812662

E-MAIL tania.ferrarini@gmail.com

COMMITTENTE



SCUOLE E NIDI D'INFANZIA
Istituzione del Comune di Reggio Emilia
UFFICIO TECNICO

PROGETTO

Ristrutturazione con miglioramento sismico ed adeguamento
alla normativa antincendio del nido BELLELLI sito in via G. Puccini n. 28
in Comune di Reggio Emilia

OGGETTO

RELAZIONE DI VALUTAZIONE DI VULNERABILITA' SISMICA

DATA: aprile 2018

PRATICA: 27-2017

PROGETTISTA:
ing. Tania Ferrarini

AGG.:

SCALA:

TIMBRO e FIRMA



ELABORATO N° :

VS

INDICE

1	PREMESSA	2
2	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	2
2.1	ANALISI STORICO CRITICA	4
2.2	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI.....	5
2.3	RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE.....	7
2.4	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA.....	7
2.5	INDICATORE DI RISCHIO.....	8
3	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	9

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è l'insieme degli interventi strutturali da eseguire sull'edificio esistente adibito a scuola dell'infanzia denominata "Bellelli" sito in via Puccini n°28 in Comune di Reggio Emilia. Tale intervento è a completamento dell'adeguamento ai requisiti antincendio del fabbricato in oggetto.

2 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Il progetto esecutivo riguarda gli interventi di miglioramento sismico da effettuare su di un edificio esistente in muratura portante e pilastri in c.a. realizzato nel 1977.

Durante i sopralluoghi effettuati, è stato possibile riscontrare lo stato dei luoghi della struttura in oggetto evidenziando un buono stato di conservazione nel complesso.

Nello specifico, sono state riscontrate le problematiche di seguito elencate,

- la muratura portante disposta a correre e non a punto e lista è indice del fatto che la muratura portante sia stata realizzata con due corsi di mattoni pieni paralleli tra loro senza connessione trasversale;
- presenza di tramezze in muratura di altezza superiore a 3,00 m;
- presenza di mattone facciavista dello spessore di 12.5 cm a rivestimento delle travi in c.a. perimetrali senza adeguata connessione alla struttura in c.a. retrostante.

Le problematiche riscontrate durante i vari sopralluoghi hanno palesato la vulnerabilità dell'edificio nei confronti di una eventuale sollecitazione orizzontale.

La verifica di sicurezza eseguita sul fabbricato in oggetto ha portata ad un indice di rischio, valutato in termini di accelerazione attesa al sito, pari al 26% dell'accelerazione prevista da normativa vigente in caso di edificio di nuova costruzione.

Sul fabbricato sono state eseguite prove di compressione su carotaggi eseguiti sui pilastri in c.a. e sulle travi in c.a., non avendo trovato alcun riferimento relativo alla classe di calcestruzzo utilizzato in corso di costruzione. Tali prove, per le quali si rimanda alla specifica relazione, dato esito positivo.

Sulle tramezzature interne sono evidenti fessurazioni, dovute al fatto che le tramezze poggiano sulla pavimentazione che risente della variabilità stagionale del contenuto di acqua nei terreni argillosi; tale problematica è riferibile ad una scarsa qualità del sottofondo della pavimentazione.

Descrizione degli interventi di miglioramento sismico.

Interventi sulle fondazioni

Non sono necessari interventi in fondazione in quanto l'edificio non presenta alcun segnale che possa fare pensare a problematiche di portanza e/o di cedimenti delle fondazioni esistenti. Si è proceduto in ogni caso ad una verifica della pressione sul terreno in funzione dei carichi dedotti dalla modellazione di calcolo e delle strutture fondali esistenti.

Interventi sulle murature

Gli interventi previsti contemplano le seguenti tipologie di lavorazioni:

- a) Riparazioni localizzate delle lesioni e fessurazioni rilevate mediante cucì/scucì;
- b) Rinforzo delle murature esistenti mediante l'applicazione di tessuto in fibra di carbonio unidirezionale ad alta resistenza con resina impregnante a base epossidica da applicare in diagonale (a singolo o doppio strato) per aumentare la resistenza del paramento murario a taglio per fessurazione diagonale e in verticale (a singolo strato) per aumentare la resistenza del paramento murario a pressoflessione nel piano;
- c) Realizzazione della connessione trasversale tra i due corsi di mattoni pieni paralleli che costituiscono le murature portanti mediante ancoraggio chimico di barra filettate di diametro 10 mm in corrispondenza dei giunti di malta. Si prevede di eseguire n. 5 connessioni per mq di estensione.

Interventi sui pilastri in c.a.

Gli interventi previsti contemplano le seguenti tipologie di lavorazioni:

- d) realizzazione di rinforzo con profili o lamiera piegata in acciaio fissati al pilastro in c.a. e alla fondazione mediante barre filettate con contrasto alla trave di solaio da realizzare con malta colabile antiritiro. Si riportano di seguito le fasi lavorative:
 - taglio e demolizione muratura adiacente al pilastro per consentire la posa della cerchiatura e la relativa saldatura (ove presente)
 - demolizione del pacchetto della pavimentazione fino ad arrivare all'estradosso del plinto (~ -23 cm da pav. finito)
 - spazzolatura accurata delle superfici e pulizia accurata delle eventuali fessure con aria compressa e/o acqua in pressione
 - sigillatura delle eventuali fessure esistenti mediante resine epossidiche o malta cementizia antiritiro
 - posizionamento della lamiera piegata previa spalmatura con primer epossidico
 - fissaggio della lamiera al pilastro e alla fondazione mediante barre filettate (eventuale livellamento in fondazione con malta colabile antiritiro)
 - riempimento con malta colabile antiritiro per contrasto diretto su trave esistente
 - protezione delle lamiere con vernice anticorrosiva
 - ripristino della muratura e della pavimentazione
 - protezione delle lamiere dal fuoco con rivestimento in cartongesso

Interventi di messa in sicurezza degli elementi non strutturali

Gli interventi previsti contemplano le seguenti tipologie di lavorazioni:

- e) realizzazione di intervento antiribaltamento in corrispondenza delle tramezze interne in muratura procedendo secondo le seguenti fasi:
 - rimozione di intonaco, 40 cm + 40 cm su entrambi i lati del solaio soprastante (ove presente) per predisporre il sistema di anti-ribaltamento;
 - applicazione di rete bidirezionale in fibra di vetro, tipo MasterBrace NET 240/100 GF o similare, da disporre ad angolo, solo in sommità della tramezza, su entrambi i lati, 25cm sul solaio e 25cm sulla parete, mediante resina epossidica, tipo MasterBrace SAT 4500 o similare;
 - connettori di corda in filato di vetro, tipo MasterBrace CON 100 GF o similari;
 - rifacimento intonaco;
- f) realizzazione di connessione della muratura facciavista dello spessore di 12,5 cm alla struttura in c.a. retrostante mediante ancoraggio chimico di barra filettate di diametro 10 mm in corrispondenza dei giunti di malta. Si prevede di eseguire n. 5 connessioni per mq di estensione.

2.1 Analisi storico critica

Il fabbricato è stato realizzato nel 1977.

Sulla base dei dati e degli elaborati visionati, l'edificio oggetto della presente relazione risulta costituito da un unico corpo di fabbrica monopiano con conformazione planimetrica pressoché rettangolare di dimensioni massime 38 x 28 m.

La struttura portante dell'edificio è realizzata perimetralmente in muratura di mattoni pieni in laterizio avente spessore pari a 25 cm ed internamente da pilastri in c.a. Completano la struttura le travi in c.a. in altezza presenti esternamente a coronamento della muratura portante e a sostegno della veletta a facciavista e interamente incastrate a pilastri in c.a.

Il solaio di copertura è realizzato con solaio laterocementizio con soletta collaborante poggiante sulle travi in c.a. e sulla muratura portante. Il solaio di copertura presenta due quote di estradosso differenti tra la zona centrale più alta e le ali laterali sui fronti nord e sud più basse.

Particolarità del fabbricato sono le mensole sporgenti in c.a. che esternamente sostengono le colonne in muratura presenti ad intercalare le finestrate sui quattro lati.

2.2 Caratterizzazione meccanica dei materiali

Muratura esistente in mattoni pieni e malta di calce

Per quanto riguarda la muratura esistente, in stretto accordo con la committenza, si è deciso di non eseguire prove sperimentali sulla muratura, dal momento che durante i sopralluoghi si è riscontrata la tipologia muraria esistente.

Per quanto riguarda i valori dei parametri meccanici adottati nei modelli di calcolo, relativamente alla muratura esistente, si è fatto riferimento alla tabella C8A.2.1 della Circolare esplicativa n° 617 del 02.02.09 "Istruzioni relative alle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.08" qui di seguito riportata, relativamente alla muratura in mattoni pieni e malta di calce.

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	w
	(N/cm ²)	(N/cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadriati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

La Circolare n. 617/09, in riferimento ad ogni tipologia di muratura, per il livello di conoscenza LC1, prescrive nel § C8A.1.A.4 di assumere come resistenze i valori minimi degli intervalli riportati in Tabella C8A.2.1 (Tabella 1) e come moduli elastici i valori medi degli intervalli riportati nella medesima tabella, con fattore di confidenza FC pari a 1,35.

Resistenza minima a compressione della muratura	$f_m = 24 \text{ daN/cm}^2$;
Resistenza minima a taglio della muratura	$\tau_0 = 0,6 \text{ daN/cm}^2$;
Modulo di elasticità normale	$E = 15000 \text{ daN/cm}^2$;
Modulo di elasticità tangenziale	$G = 5000 \text{ daN/cm}^2$;

Per quanto riguarda lo stato di fatto si sono adottati come parametri meccanici della muratura, operando sempre a favore di sicurezza, quelli relativi alla muratura esistente, applicandovi il coefficiente correttivo relativo alla malta buona e giunti sottili.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con parametro di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

Per quanto riguarda lo stato di progetto in corrispondenza delle murature che saranno oggetto di intervento di connessione trasversale dei paramenti accostati si sono adottati come parametri meccanici della muratura, operando sempre a favore di sicurezza, quelli relativi alla muratura esistente, applicandovi il coefficiente correttivo relativo alla connessione trasversale, oltre a quelli già considerati per la muratura nello stato di fatto.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con parametro di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

Calcestruzzo pilastri e travi in c.a.

Sul fabbricato sono state eseguite prove di compressione su carotaggi eseguiti sui pilastri in c.a. e sulle travi in c.a., non avendo trovato alcun riferimento relativo alla classe di calcestruzzo utilizzato in corso di costruzione. Tali prove, per le quali si rimanda alla specifica relazione, hanno evidenziato una problematica relativa al calcestruzzo che costituisce i pilastri, restituendo valori al di sotto di quelli ammessi da normativa come calcestruzzo strutturale.

I pilastri in c.a. hanno portato a valori di Rck pari a 24 MPa, accettabile dal punto di vista normativo.

Le travi di copertura in c.a. hanno portato a valori di R_{ck} pari a 24 MPa, accettabile dal punto di vista normativo.

Si riporta in allegato la relazione di prova sui materiali redatta dal Laboratorio Geotecnologico di Parma.

Solaio di copertura

Il solaio di copertura è realizzato con solaio laterocementizio con soletta collaborante; dal carotaggio fatto di spessore pari a 16 cm di pignatte con 18 cm di getto in cemento cm poggiante sulle travi in c.a. e sulla muratura portante. Il solaio di copertura presenta due quote di estradosso differenti tra la zona centrale più alta e le ali laterali sui fronti nord e sud più basse.

2.3 Rilievo geometrico strutturale

Le attività di rilievo sono volte alla determinazione della morfologia dell'edificio mediante il rilevamento della geometria degli spazi, piano per piano.

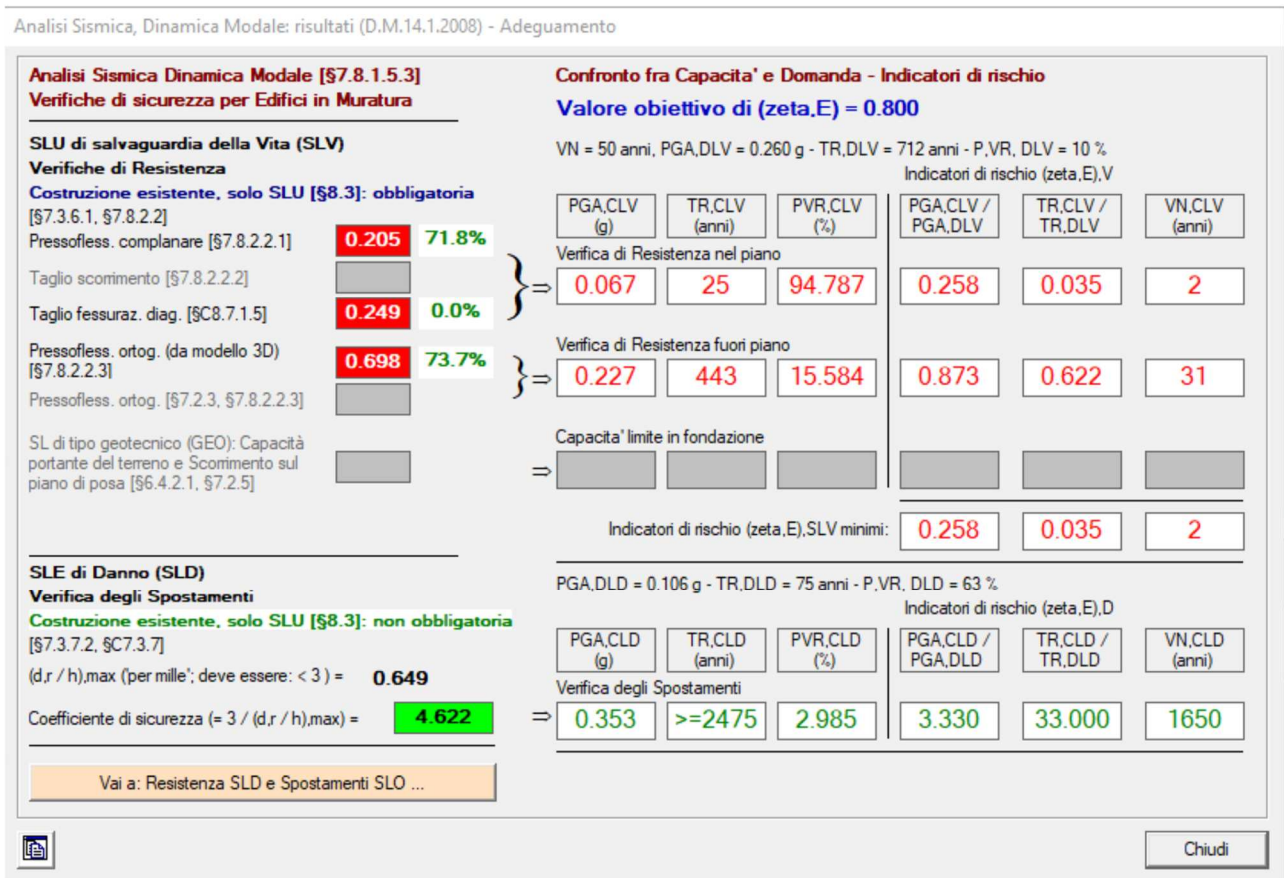
L'individuazione della tipologia e dell'orditura dei solai relativi ai vari impalcati, la conoscenza dei dettagli costruttivi tra pareti verticali e tra orizzontamenti e pareti sono state eseguite attraverso l'esecuzione di saggi diretti, effettuati mettendo a nudo una porzione significativa dell'elemento strutturale da indagare in modo da poter visualizzare direttamente le caratteristiche interessate ed effettuare le dovute misurazioni.

2.4 Livello di conoscenza e fattori di confidenza

Vista la tipologia di intervento, si sono eseguite indagini sui dettagli costruttivi e prove sperimentali per valutare le caratteristiche meccaniche della muratura che costituisce la struttura portante dell'edificio in modo da ottenere un livello di conoscenza LC1 con un fattore di confidenza $FC=1.35$.

2.5 Indicatore di rischio

Si riporta di seguito il report riassuntivo dei risultati per le analisi sismiche dinamiche modali relativo allo stato di fatto.



Il fabbricato nello stato di fatto resiste ad eventi sismici aventi accelerazioni pari a 26% rispetto all'accelerazione attesa al sito per edificio di nuova costruzione.

3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

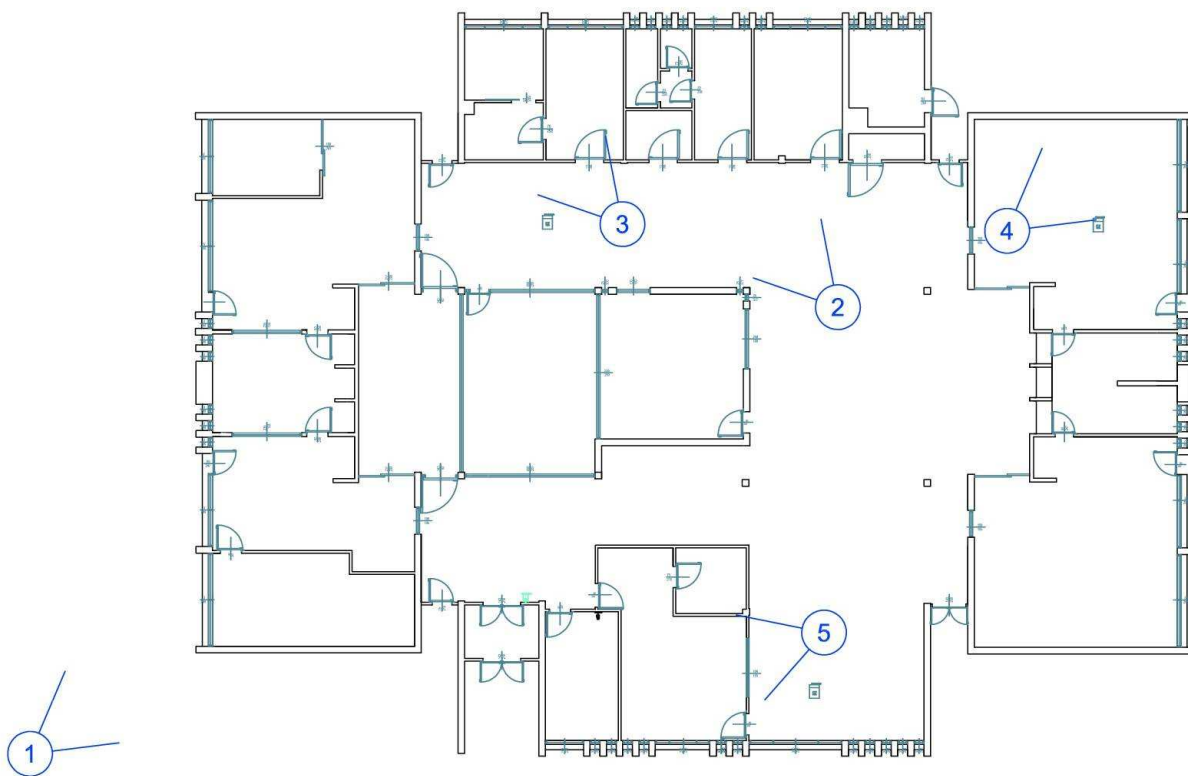




Foto. 1



Foto. 2



Foto. 3



Foto. 4

Il presente elaborato risulta costituito da n° 12 pagine numerate progressivamente (escluso il frontespizio e gli allegati).

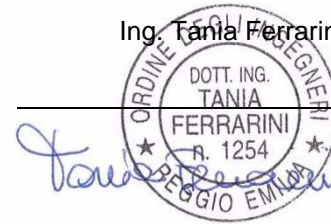
Allegati:

- Indagini e verifiche di strutture in c.a.

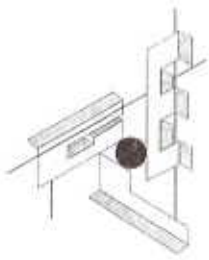
Reggio Emilia li, aprile 2018

Il tecnico progettista

Ing. Tania Ferrarini



ALLEGATO
INDAGINI E VERIFICHE
DI STRUTTURE IN C.A.



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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2045 del 12/10/2008 - Roma - 14/01/2008

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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2045 del 12/10/2008 - Roma - 14/01/2008

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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2045 del 12/10/2008 - Roma - 14/01/2008



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

INDAGINI E VERIFICHE DI STRUTTURE IN C.A.

Committente: **COMUNE DI REGGIO EMILIA –
U.T. Istituzione Scuole e Nidi d’Infanzia**

Indirizzo: **Via Palvarino , 17 San Giovanni in Croce (CR)**

Opera: **Asilo Nido “BELLELLI”
Via Puccini , 28 Reggio Emilia**

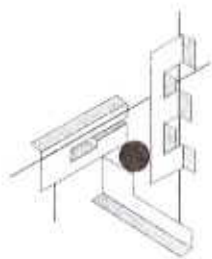
Referente tecnico: **Ing. Tania Ferrarini**

NS rif.: **n° 386/18 – 451/18**



SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2015

Il presente documento può essere riprodotto, totalmente o in parte, solamente previa autorizzazione di L.G.E. s.r.l.



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

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Decreto n. 2905 del 29/01/2008 - Roma - L. 14/01/2008 n. 26

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

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Decreto n. 2905 del 29/01/2008 - Roma - L. 14/01/2008 n. 26

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

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Decreto n. 2905 del 29/01/2008 - Roma - L. 14/01/2008 n. 26



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

1. PREMESSA

Il *Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l.* di Parma è stato incaricato dal committente di effettuare una campagna di indagini nella struttura dell'asilo nido "Bellelli" sita a Reggio Emilia in via Puccini 28, nell'ambito di una serie di verifiche dei materiali e dei dettagli costruttivi finalizzate all'acquisizione di un adeguato livello di conoscenza della struttura stessa. Le operazioni si sono svolte in due fasi, consistenti rispettivamente in:

data	Ns. rif.	Prove effettuate
29/03/2018	386/18	- Carotaggi per prove compressione cls - Durezza in sito acciaio
13/4/2018	451/18	- Integrazione carotaggi per prove compressione cls

I punti di prova, concordati col tecnico incaricato Ing. T. Ferrarini, sono evidenziati nella planimetria riportata al § 3 "Risultati Sperimentali".

2. PROVE ESEGUITE

Le prove effettuate sono state le seguenti:

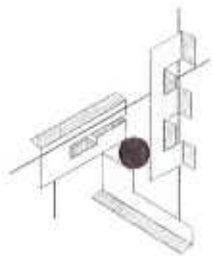
- 2.1 Prelievo di campioni mediante carotaggio;
- 2.2 Prove di compressione del calcestruzzo;
- 2.3 Valutazione delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo
- 2.4 Carbonatazione del calcestruzzo;
- 2.5 Valutazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio mediante prova di durezza in sito

2.1 PRELIEVO DI CAMPIONI DI CALCESTRUZZO MEDIANTE CAROTAGGIO

La tecnica del "carotaggio" consiste nel prelievo di campioni cilindrici di calcestruzzo indurito secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12504-1. Essa consente di ottenere delle carote di materiale da sottoporre ad esame visivo e ed a svariate prove di laboratorio, fra le quali quella di compressione secondo procedimenti normalizzati, al fine di valutare la resistenza meccanica del calcestruzzo in situ. La carotatrice è un rotore elettromeccanico che fa ruotare una "tazza" o "foretto" munito in punta di corona diamantata raffreddata ad acqua. La velocità di rotazione non deve andare oltre i 900 giri/min per non danneggiare la zona esterna della carota riducendone la resistenza. I diametri delle tazze possono variare a seconda dell'obiettivo dell'indagine, ad esempio per la ricerca della profondità di carbonatazione o analisi stratigrafica/omogeneità può essere sufficiente una tazza con diametro ridotto inferiore anche ai 50 mm, mentre per la valutazione della resistenza a compressione la scelta della tazza dovrà tener conto di alcuni aspetti fondamentali come:

- il diametro dell'inerte;





LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

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

- la riduzione della sezione resistente dell'elemento analizzato;
- ridurre il rischio di taglio delle armature dell'elemento analizzato,

La Normativa e la prassi ormai consolidata suggeriscono che il diametro minimo dei campioni da utilizzare per le prove di compressione del calcestruzzo debba essere di minimo 100 mm, mentre in casi particolare fisiche si può ridurre tale diametro fino a 74 mm. Il numero minimo di carote da prelevare per caratterizzare il materiale del complesso strutturale in studio non deve essere inferiore a 3.

Preliminarmente al carotaggio viene eseguita di regola una prova pachometrica onde evitare la presenza di barre di armatura o tubazioni attraversanti l'elemento.

Ove previsto, tutti i fori di carotaggio andranno riempiti con malta strutturale ad espansione e/o ritiro controllato.



2.2 PROVA DI COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

Le carote prelevate con modalità descritte al par 2.1 vengono tagliate e rettificare presso il Laboratorio, in base alla normativa UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-3.

I provini così ottenuti vengono rettificati sulle facce di carico e quindi sottoposti alla prova di resistenza cilindrica a compressione.

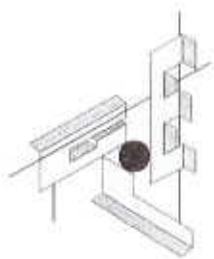
La resistenza misurata sulle carote risente di numerosi fattori che la differenziano da quella che si misurerebbe su un equivalente provino cubico standard :

- diverse modalità di preparazione e stagionatura;
- disturbo che inevitabilmente consegue alle operazioni di prelievo (carotaggio);
- posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale (ad es. testa, mezzera o piede di un pilastro, parallelamente o ortogonalmente alla direzione di getto, ecc.);
- presenza di armature incluse;
- differente età di stagionatura tra carota e provino standard;
- dimensioni delle carote (ad es. nel caso di microcarote o con rapporto altezza /diametro (H/D) diverso da 2 o 1.



Nelle "Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, emanate a cura del Servizio Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. , viene definito un "coefficiente di disturbo" da applicare ai risultati ottenuti basato sul fatto che, specialmente per calcestruzzi di scarsa resistenza meccanica, il carotaggio e le successive operazioni di taglio e rettifica (o cappatura) possono indurre micro-lesioni che inficiano le reali caratteristiche di resistenza del conglomerato.



**LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.**

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

Nelle suddette Linee Guida si afferma che la resistenza alla compressione, determinata su carota, è penalizzata dalla riduzione in quota parte del contributo proveniente dagli aggregati presenti sulla superficie laterale della carota. Tale effetto, a parità di diametro del provino, viene minimizzato per calcestruzzi di classe di resistenza elevata e si riduce al crescere della dimensione massima degli aggregati presenti. Questa riduzione di resistenza deve essere considerata nel calcolo della resistenza strutturale, tramite l'introduzione di un coefficiente moltiplicativo detto **Fattore di disturbo F_d**.

Dall'esame della letteratura esistente sull'argomento si è riscontrato che il valore di F_d decresce all'aumentare della resistenza f_{carota} rilevata sulla specifica carota.

Si suggerisce quindi di adottare i valori riportati nella Tabella seguente:

Tabella del fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ($h/d=1$; $d=100$ mm)

f_{carota} [N/mm ²]	10	20	25	30	35	40
F_d	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

Per valori intermedi si effettua l'interpolazione lineare, mentre per valori di f_{carota} superiori a 40 N/mm² il valore di **F_d** resta pari a 1. Tali coefficienti andranno applicati al singolo risultato della carota.

2.3 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

Caso I - solo compressione carote

Trattandosi di un procedimento di calcolo di tipo statistico, esso è applicabile solamente per un numero di campioni $n \geq 4$. Premesso ciò, la metodologia si basa sui presupposti definiti sia nelle "Linee Guida" e sia nella "Circolare 2/2/09 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche", ovvero che *"nel passaggio dalla resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} alla resistenza caratteristica cubica R_{ck} , il fattore di correzione può assumersi pari a 0,83 se il rapporto lunghezza/diametro delle carote è pari a 2. Diversamente, e solo per carote di diametro compreso fra 100 e 150 mm, se il rapporto lunghezza/diametro è pari a 1, il fattore di correzione resistenza cilindrica/resistenza cubica si può assumere pari a 1. Per rapporti lunghezza/diametro intermedi compresi fra 1 e 2, si può utilizzare con buona approssimazione l'interpolazione lineare."*

Il procedimento di calcolo è definito nella UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) secondo il quale la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera può essere calcolata, nel caso in cui si disponga di almeno 15 carote come il valore minimo fra le relazioni

$$f_{ck,op} = f_{m,op} - 1,48 s \quad (s = \text{dev. st.})$$

$$f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$$

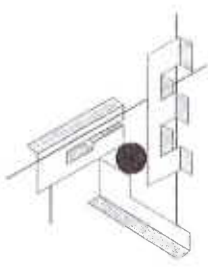
Per un numero di carote inferiori (caso più frequente), si calcherà il valore minimo fra

$$f_{ck,op} = f_{m,op} - k \quad (k = 5, 6 \text{ o } 7 \text{ a seconda del numero di carote})$$

$$f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$$

Dopo aver calcolato $f_{ck,op}$, si applica il CRITERIO DI VALUTAZIONE definito nel paragrafo 11.2.6 dell'ultima versione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, inerente il controllo del calcestruzzo in opera, secondo il quale *"è accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto"*.





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

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

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

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

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

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



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

Schematicamente, quindi, il procedimento di valutazione del calcestruzzo in opera è così riassumibile:

Per carote con h/d = 1	
N° caote ≥ 15	N° caote < 15
$f_{ck,op} = f_{m,op} - 1,48 s$	$f_{ck,op} = f_{m,op} - k$
$f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$	$f_{ck,op} = f_{min,op} + 4$
$f_{ck,op} = R_{ck,op} \geq 0,85 R_{ck}$	

Queste relazioni permettono di associare alla resistenza caratteristica in opera, determinata sulle carote, la massima R_{ck} ammissibile o, viceversa, associare la massima R_{ck} ammissibile con la R_{ck} di progetto .

Caso 2 - insieme di prove non distruttive e prove di compressione

La metodologia si basa sui presupposti definiti sia nelle "Linee Guida" e sia nella "Circolare 2/2/09". Sostanzialmente si effettua una "campagna" di prove non distruttive, alcune delle quali negli stessi punti ove si prelevano carote da sottoporre alla prova di compressione. Si effettua quindi la correlazione mediante opportune formule di calcolo, in modo da ottenere valori di resistenza a compressione del calcestruzzo anche nei soli punti di indagine di tipo non distruttivo.

L'insieme delle resistenze così ottenute viene poi utilizzato per la stima della classe di resistenza in opera secondo le modalità definite nella UNI EN 13791 descritto precedentemente.

Le formule di calcolo definite in letteratura tecnica per la correlazione delle principali prove non distruttive sono :

a) **indagine ultrasonica** $R_c = A e^{B V}$

dove R_c = resistenza a compressione del calcestruzzo V = velocità ultrasonica A, B = coefficienti di correlazione.

b) **indagine sclerometrica** $R_c = A I_s^B$

dove R_c = resistenza a compressione del calcestruzzo I_s = indice sclerometrico A, B = coefficienti di correlazione.

c) **Metodo SONREB**

Il metodo SONREB è una combinazione tra l'indagine ultrasonica e quella sclerometrica, in cui si correlano i valori del tempo di propagazione delle onde elastiche rilevati dagli ultrasuoni con i risultati della resistenza meccanica superficiale ottenuti con lo sclerometro. La combinazione tra i due metodi consente di superare le incertezze e gli errori derivanti dal loro singolo utilizzo, fornendo un valore della resistenza meccanica del calcestruzzo tramite formule sperimentali.

La valutazione della resistenza del calcestruzzo con il metodo SONREB richiede la conoscenza della velocità ultrasonica V e dell'indice sclerometrico I_s a partire dai quali è possibile ottenere la resistenza del calcestruzzo mediante espressioni del tipo:

$$f_c = a * I_s^b * V^c$$

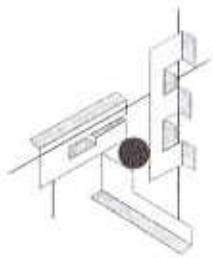
dove a, b, c sono dei coefficienti di calcolo da determinare mediante correlazione con prove dirette di resistenza a compressione .

La migliore correlazione si ottiene determinando sperimentalmente la resistenza a compressione di alcune carote estratte dagli stessi elementi sui quali sono state effettuate le misure ultrasoniche e sclerometriche : l'insieme di questi valori viene poi utilizzato per determinare i coefficienti a, b, c mediante regressione lineare.

In alternativa si possono utilizzare formule di calcolo reperibili in letteratura tecnica , ma in questo caso non è detto che i valori ottenuti siano realistici a meno che non si effettui qualche verifica sempre mediante schiacciamento di qualche carota.

Alcune fra le più comuni formule sono :





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

Aut. Min. Sup. e Inf. L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008 - L. 14/01/2008 - L. 14/01/2008 - L. 14/01/2008

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

Aut. Min. Sup. e Inf. L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008 - L. 14/01/2008 - L. 14/01/2008 - L. 14/01/2008

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

Aut. Min. Sup. e Inf. L. 1086/71 - D.M. 14/01/2008 - L. 14/01/2008 - L. 14/01/2008 - L. 14/01/2008



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

Correlazione	Autore
$R = 7.876 \cdot 10^{-19} V^{4.636} f^{1.747}$	Lenzi, Versari, Zambrini (2010)
$R = 7.695 \cdot 10^{-11} V^{2.60} f^{1.40}$	RILEM – NDT4 (1993)
$R = 1.2 \cdot 10^{-9} V^{2.446} f^{1.058}$	Di Leo e Pascale (1994)
$R = 1.51 \cdot 10^{-7} V^{0.8084} f^{1.8815}$	Masi (2005)
$R = 8.06 \cdot 10^{-8} V^{1.85} f^{1.246}$	Gasparik (1992)
$R = 0.9 \cdot f + 0.022 \cdot V - 94$	Tanigawa, Baba, Mori

2.4 VERIFICA DELLA PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO

I campioni prelevati mediante carotaggio sono sottoposti alla prova di carbonatazione, secondo la norma UNI 9944:1992 per determinare lo stato di conservazione del calcestruzzo.

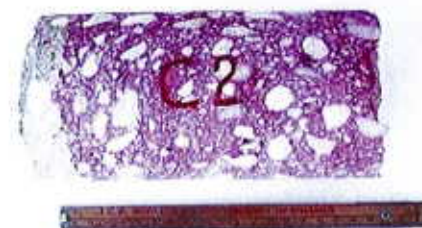
In particolare, la norma si riferisce alla determinazione della profondità di carbonatazione.

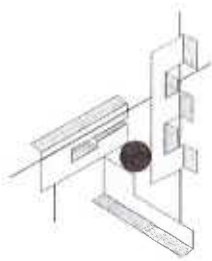
La carbonatazione è un processo chimico per cui la Portlandite presente nel cemento, in presenza di anidride carbonica, dà luogo alla formazione di carbonato di calcio. Quando l'anidride carbonica dell'aria riesce a diffondersi dall'esterno nei pori della pasta cementizia, si innesca il processo di carbonatazione che modifica le proprietà alcaline del conglomerato cementizio poiché la conseguente riduzione dell'idrossido di calcio determina un abbassamento del pH della pasta cementizia.

L'abbassamento del pH avviene ovviamente prima nelle zone corticali del materiale e solo successivamente in quelle più interne in funzione della porosità e/o del grado fessurativo del calcestruzzo.

Nei calcestruzzi densi e compatti la carbonatazione interessa di norma solamente i primi millimetri, ma in quelli porosi e/o fessurati può penetrare in profondità fino ad attraversare il copriferro e raggiungere le armature. Quando ciò avviene, queste ultime non sono più protette dall'ambiente alcalino e tendono progressivamente ad ossidarsi, innescando effetti espansivi che portano ad uno stato di degrado delle armature ed al distacco del copriferro.

Per evidenziare le zone aggredite da fenomeni di carbonatazione si utilizza la fenolftaleina (indicatore di pH), usata in forma di soluzione in etanolo allo 0,1%. A pH inferiori a 8,2 è incolore, a pH superiori a 9,8 gli ossidrilici perdono i loro idrogeni e la molecola impartisce un intenso color porpora alla soluzione.





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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2000 del 12/11/2008 - Atto n. 1 - D. Numero 2618/08

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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2000 del 12/11/2008 - Atto n. 1 - D. Numero 2618/08

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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2000 del 12/11/2008 - Atto n. 1 - D. Numero 2618/08



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

2.5 STIMA DELLE CARATTERISTICHE A TRAZIONE DI ELEMENTI METALLICI MEDIANTE PROVA DI DUREZZA IN SITO

L'asportazione di spezzoni di barre di armatura per effettuare prove di trazione, pur essendo certamente il modo più preciso per risalire alle caratteristiche meccaniche delle barre stesse, tuttavia risulta decisamente invasivo. Per questo motivo sono stati elaborati metodi alternativi, fra i quali la misura della durezza in sito. Tale metodologia consiste in una prima fase in cui si individua la posizione dell'armatura da esaminare mediante pachometro, seguita dall'asportazione lo strato superficiale di calcestruzzo, costituente il copriferro, in modo da mettere a nudo la barra.

Si cerca quindi, mediante appositi utensili, di rendere liscia e planare la superficie di prova.

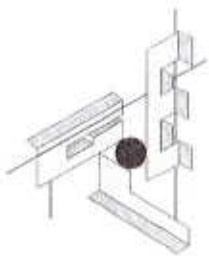
Si effettua quindi la prova di durezza in situ con il micro-durometro secondo le modalità definite dalla norma ASTM A 956. Lo strumento fornisce il valore di durezza espresso nella scala HLD (scala Leeb) che viene correlata con le misure di durezza standard e quindi, grazie ad apposite tabelle, alla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

Normalmente si effettuano cinque misure dell'area di prova e si calcola il valore medio. Il risultato in alcuni casi è sottostimato rispetto al valore reale, soprattutto per barre di piccolo diametro e a causa della difficoltà che molto spesso si incontra nel preparare una idonea superficie di prova.

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

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





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

Aut. Min. Sup. e Imp. Prov. n. 2000 del 20/01/2008 - Atto n. 14/01/2008

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

Aut. Min. Sup. e Imp. Prov. n. 2000 del 20/01/2008 - Atto n. 14/01/2008

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

Aut. Min. Sup. e Imp. Prov. n. 2000 del 20/01/2008 - Atto n. 14/01/2008



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

3. RISULTATI SPERIMENTALI

Nella tabella seguente vengono individuati i punti di indagine e le rispettive prove eseguite, le cui posizioni in opera sono schematizzate nelle planimetrie alla pagina seguente .

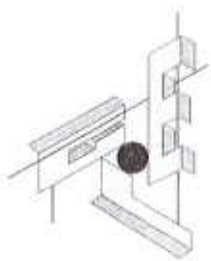
punto di indagine	elem	PROVE ESEGUITE	
1	pil	C1P	
2	pil	C2P	
3	pil	C3P	D
4	trave	C1T	
5	trave	C2T	
6	trave	C3T	
7	trave	C_A	
8	trave	C_B	
9	trave	C_C	
10	trave	C_D	
11	pil	C_E	
TOTALE		11	1

LEGENDA

C = carotaggio compressione e carbonatazione

D= prova di durezza su barre armatura





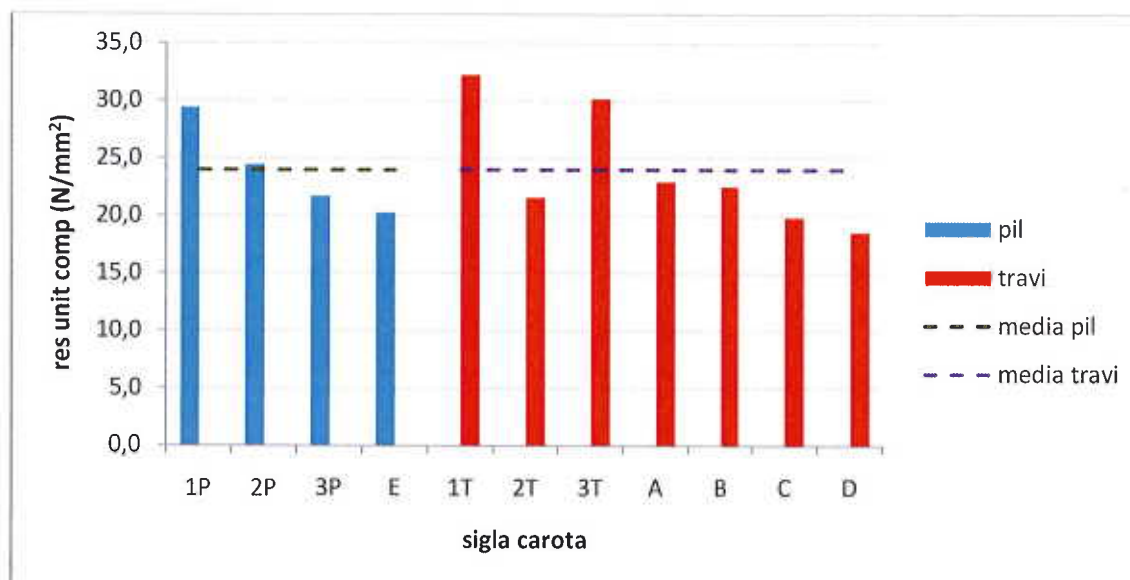
LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

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

3.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

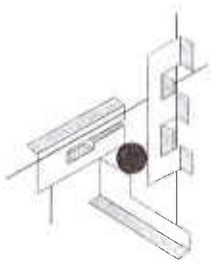
Applicando il coefficiente F_d (vedi par. 2.2) ai risultati delle prove di compressione delle carote, effettuate con le modalità prescritte nella UNI EN 12504-1, si ottengono i seguenti valori di resistenza e di massa volumica:

punto indagine	sigla carota	elemento strutturale	massa vol (kg/m ³)	rapporto h/d	res un comp (MPa)	F_d	Res comp corretta (MPa)
1	1P	pil	2249	1,0	27,5	1,07	29,4
2	2P	pil	2198	1,0	22,5	1,09	24,4
3	3P	pil	2209	1,0	19,9	1,09	21,7
4	1T	trave	2186	1,0	30,5	1,06	32,3
5	2T	trave	2157	1,0	19,8	1,09	21,6
6	3T	trave	2185	1,0	28,3	1,07	30,2
7	A	trave	2172	1,0	21,0	1,09	22,9
8	B	trave	2200	1,0	20,6	1,09	22,5
9	C	trave	2194	1,0	18,1	1,10	19,8
10	D	trave	2189	1,0	16,9	1,10	18,6
11	E	pil	2211	1,0	18,5	1,10	20,3



Dal calcestruzzo dei pilastri sono state ottenute resistenze unitarie variabili fra 20 – 30 MPa con valore medio calcolato in 24,0 MPa; anche i risultati relativi al calcestruzzo delle travi sono risultati abbastanza disomogenei, con resistenze comprese fra 19 – 32 MPa con valore medio calcolato anche in questo caso in 24,0 MPa.



**LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.**

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

3.2 PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Le carote estratte sono state trattate con fenol-ftaleina per evidenziare lo strato superficiale eventualmente interessato dal fenomeno della carbonatazione. La seguente tabella riassume i risultati ottenuti:

punto indagine	sigla carota	elemento strutturale	Spessore carbonataz (cm)
1	1P	pil	< 0,5
2	2P	pil	< 0,5
3	3P	pil	5,0
4	1T	trave	5,8
5	2T	trave	6,4
6	3T	trave	2,6
7	A	trave	4,2
8	B	trave	6,2
9	C	trave	6,3
10	D	trave	6,7
11	E	pil	< 0,5

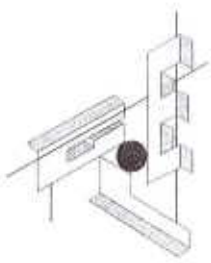
Lo spessore superficiale interessato dal fenomeno di carbonatazione è elevato nel caso delle travi, a conferma dell'altrettanto elevata permeabilità (porosità) del conglomerato. Nel caso dei pilastri, invece, lo spessore carbonatato è trascurabile ad eccezione della carota C3P nella quale si rileva un valore attestato sui livelli del calcestruzzo delle travi. Va ricordato che un elevato spessore di carbonatazione mette a rischio di ossidazione le armature superficiali del calcestruzzo.

3.5 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO

Le valutazioni statistiche riportate nei paragrafi seguenti hanno senso solo se riferite a "popolazioni omogenee" di calcestruzzo. Non avendo informazioni a riguardo, sono state effettuate distinte elaborazioni: la prima considerando separatamente il calcestruzzo delle travi da quello dei pilastri, e la seconda considerando il calcestruzzo dei pilastri e delle travi come un'unica popolazione omogenea.

Dall'elaborazione dei risultati delle prove di resistenza a compressione, opportunamente "corretti" mediante il coefficiente di disturbo F_d , mediante il procedimento di calcolo della UNI EN 13791 (citato dalle Linee Guida) descritto precedentemente, considerando inoltre l'assunto che *per carote di diametro compreso fra 100 e 150 mm, se il rapporto lunghezza/diametro è pari a 1 e che quindi il fattore di correzione resistenza cilindrica/resistenza cubica si può assumere pari a 1*, si ottiene:



**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

a) Calcestruzzo dei pilastri

Rmin	MPa	20,3
Rmax	MPa	29,4
Rmed	MPa	24,0
n°prov		4
K		7
Rckop1	MPa	17,0
Rckop2	MPa	24,3

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera **Rck_{op}** è quello minore fra **Rck_{op1}** e **Rck_{op2}**, ovvero

$$\mathbf{Rck_{op} = 17,0 \text{ MPa}}$$

Utilizzando il "criterio di valutazione dell' 85%" riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile in circa 20 MPa.

In questo caso il coefficiente "k" è risultato particolarmente penalizzante a causa del basso numero di provini a disposizione.

b) Calcestruzzo delle travi

Rmin	MPa	18,6
Rmax	MPa	32,3
Rmed	MPa	24,0
n°prov		7
K		6
Rckop1	MPa	18,0
Rckop2	MPa	22,6

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera **Rck_{op}** è quello minore fra **Rck_{op1}** e **Rck_{op2}**, ovvero

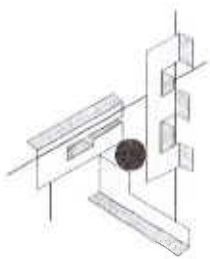
$$\mathbf{Rck_{op} = 18,0 \text{ MPa}}$$

Utilizzando il "criterio di valutazione dell' 85%" riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile in circa 20 MPa.

c) Calcestruzzo delle travi e dei pilastri

Rmin	MPa	18,6
Rmax	MPa	32,3
Rmed	MPa	24,0
n°prov		11
K		5
Rckop1	MPa	19,0
Rckop2	MPa	22,6





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

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Decreto n. 2100 del 20/01/2008 - Roma - Albo n. 1700

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

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Decreto n. 2100 del 20/01/2008 - Roma - Albo n. 1700

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

Aut. Min. Infrastr. e Trasporti - Decreto n. 2100 del 20/01/2008 - Roma - Albo n. 1700



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

Il valore calcolato della resistenza caratteristica in opera $R_{ck_{op}}$ è quello minore fra $R_{ck_{op1}}$ e $R_{ck_{op2}}$, ovvero

$$R_{ck_{op}} = 19,0 \text{ MPa}$$

Utilizzando il "criterio di valutazione dell' 85%" riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni il valore determinato della classe in opera risulta potenzialmente associabile ad una classe di progetto massima stimabile in circa 20- 22 MPa.

3.6 PROVA DI DUREZZA IN SITU SU ARMATURA

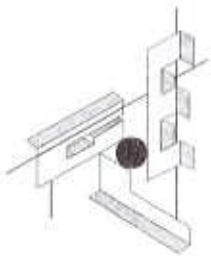
Per cercare di limitare al minimo il prelevamento di spezzoni di armatura dalla struttura, è stata effettuata una stima della resistenza meccanica a trazione delle armature del calcestruzzo mediante una prova non distruttiva basata sulla misura della durezza superficiale dell'acciaio. La prova è stata effettuata nel punto di indagine n°3 (vedi planimetria) sulla barra Φ 12 mm ad aderenza migliorata presente nello spigolo e messa a nudo mediante piccola demolizione.



Come tutte le prove non distruttive basate su metodi "indiretti", anche in questo caso per cercare di limitare l'errore sperimentale è consigliabile ottimizzare i risultati effettuando una sorta di calibrazione mediante almeno un prelievo da sottoporre a trazione diretta.

Nel caso in esame non è stata effettuata alcuna calibrazione per cui il dato va preso con le dovute cautele.





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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2000 del 29/11/2000 - Albo n. 17 - Cambiaro 2000/17

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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2000 del 29/11/2000 - Albo n. 17 - Cambiaro 2000/17

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

Aut. Min. Sup. e Sup. Prov. n. 2000 del 29/11/2000 - Albo n. 17 - Cambiaro 2000/17



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

sigla prova	Elemento	Diam rilevato Φ mm	Resist a trazione stimata mediante durometro MPa
D	Pilastro	12	555

Trattandosi di barra ad aderenza migliorata, i limiti da utilizzare per la loro eventuale classificazione sono:

	FeB 38k a.m. (MPa)	FeB 44k a.m. (MPa)
Tensione unitaria di rottura a trazione	≥ 450	≥ 540

La valutazione delle resistenze meccaniche degli acciai dedotte dalle prove di durezza effettuate in "situ" porta a risultati che a volte possono risultare in difetto di circa il 10-15% sul valore reale, in funzione dello stato del provino messo a nudo dalla struttura. Tenendo conto di ciò, l'acciaio in esame potrebbe essere compatibile con la tipologia FeB 44.

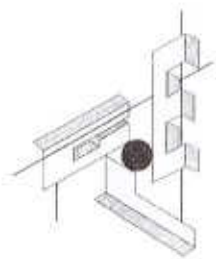
RELATORE

Dott. S. Dondi

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Ing. G. Russo





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

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 2276 del 20/09/2011 - Circol. n. 27/01/2012

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

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 2276 del 20/09/2011 - Circol. n. 27/01/2012

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

Aut. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 2276 del 20/09/2011 - Circol. n. 27/01/2012



SEDE LEGALE E LABORATORIO:

STRADA NAVIGLIA, 5 - 43122 PARMA

TEL. 0521.272780 - FAX 0521.785245

info@laboratoriemiliani.com

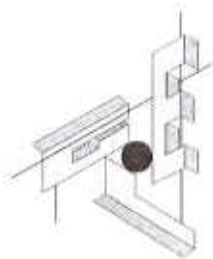
www.laboratoriemiliani.com

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO S.R.L.

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

ALLEGATI





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

Aut. Min. Sup. e Camp. Prov. n. 25/55 del 29/03/2018 - Circolo n. 11/11/2018

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

Aut. Min. Sup. e Camp. Prov. n. 25/55 del 29/03/2018 - Circolo n. 11/11/2018

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

Aut. Min. Sup. e Camp. Prov. n. 25/55 del 29/03/2018 - Circolo n. 11/11/2018



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° 541/Q/P

Parma, 30/04/2018

PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

(UNI EN 12504-1:2009)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:	n.6 campioni di calcestruzzo prelevati mediante carotaggio da tecnico L.G.E. srl
CANTIERE:	Asilo Nido "Bellelli"- Via Puccini, 28 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	pressa Controls Mod. 01 00 97 90 02 0 - 2000 kN Risoluz. 0,1 kN CLASSE I
NS. RIFERIMENTO N.:	386 /18 del 29/03/2018
DATA DELLA PROVA	10/04/2018

RISULTATI SPERIMENTALI

Dalle carote a disposizione sono stati ricavati, mediante doppio taglio, provini cilindrici le cui superfici di schiacciamento sono state rettificare come da Appendice A della UNI EN 12390-3:2009

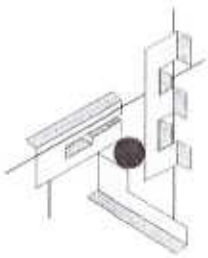
Sigla Carota	Elem strutturale	Diam. Provino (cm)	altez prov. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (kg/m ³)	Rapp. H/D	Carico Rottura (kN)	Res. Unit. Cilindrica (N/mm ²)	note
1P	pil	10,4	10,1	1929	2249	1,0	233,2	27,5	Rott regolare
2P	pil	10,4	10,3	1922	2198	1,0	191,0	22,5	Rott regolare
3P	pil	10,4	10,1	1894	2209	1,0	168,7	19,9	Rott regolare
1T	trave	10,4	10,4	1930	2186	1,0	258,9	30,5	Rott regolare
2T	trave	10,4	10,3	1886	2157	1,0	167,7	19,8	Rott regolare
3T	trave	10,4	10,4	1929	2185	1,0	239,9	28,3	Rott regolare

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

SPERIMENTATORE
Dott. S. Dondi



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo



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

Atto. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 20/01 del 20/01/2008 - Art. 5.1 - 20/01/2008

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

Atto. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 20/01 del 20/01/2008 - Art. 5.1 - 20/01/2008

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

Atto. Min. Sup. e Temp. Prov. n. 20/01 del 20/01/2008 - Art. 5.1 - 20/01/2008



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° 543/Q/P

Parma, 30/04/2018

PROVE SUL CALCESTRUZZO NELLE STRUTTURE

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE

(UNI EN 12504-1:2009)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d’Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
DESCRIZIONE DEL CAMPIONE:	n.5 campioni di calcestruzzo prelevati mediante carotaggio da tecnico L.G.E. srl
CANTIERE:	Asilo Nido “Bellelli”- Via Puccini, 28 Reggio Emilia
STRUMENTAZIONE:	pressa Controls Mod. 01 00 97 90 02 0 - 2000 kN Risoluz. 0,1 kN CLASSE I
NS. RIFERIMENTO N.:	451 /18 del 16/04/2018
DATA DELLA PROVA	17/04/2018

RISULTATI SPERIMENTALI

Dalle carote a disposizione sono stati ricavati, mediante doppio taglio, provini cilindrici le cui superfici di schiacciamento sono state rettificare come da Appendice A della UNI EN 12390-3:2009

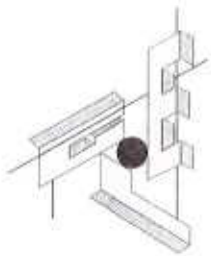
Sigla Carota	Elem strutturale	Diam. Provino (cm)	altez prov. (cm)	Peso prov. (g)	Peso di volume* (kg/m ³)	Rapp. H/D	Carico Rottura (kN)	Res. Unit. Cilindrica (N/mm ²)	note
C_A	trave	10,4	10,4	1918	2172	1,0	178,6	21,0	Rott regolare
C_B	trave	10,4	10,4	1943	2200	1,0	175,2	20,6	Rott regolare
C_C	trave	10,4	10,5	1956	2194	1,0	153,8	18,1	Rott regolare
C_D	trave	10,4	10,4	1933	2189	1,0	143,6	16,9	Rott regolare
C_E	pilastro	10,4	10,4	1952	2211	1,0	157,2	18,5	Rott regolare

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

SPERIMENTATORE
Dott. S. Dondi



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo



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

Aut. Min. Inf. e Imp. D. Min. n. 20/03 del 29/03/2018 - U.T. n. 1/18 - 29/03/2018

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

Aut. Min. Inf. e Imp. D. Min. n. 20/03 del 29/03/2018 - U.T. n. 1/18 - 29/03/2018

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

Aut. Min. Inf. e Imp. D. Min. n. 20/03 del 29/03/2018 - U.T. n. 1/18 - 29/03/2018



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

RAPPORTO DI PROVA n° 542/Q/P del 30/04/2018

PROVE SU PROFILI DI ARMATURA IN ACCIAIO

STIMA DELLA RESISTENZA MECCANICA A TRAZIONE MEDIANTE PROVA DI DUREZZA

(ASTM A 956)

COMMITTENTE:	COMUNE DI REGGIO EMILIA – U.T. Istituzione Scuole e Nidi d'Infanzia
INDIRIZZO:	Via Guido da Castello ,12 REGGIO EMILIA
CANTIERE:	Asilo Nido "Bellelli"- Via Puccini, 28 Reggio Emilia
CAMPIONE ESAMINATO :	barra armatura di pilastro in c.a.
STRUMENTAZIONE:	Durometro portatile digitale a rimbalzo EPX 300
NS. RIFERIMENTO N.:	386 /18 del 29/03/2018
DATA DELLA PROVA	29/03/2018

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

Punto di prova	Identificazione campione	Resistenza a trazione stimata (N/mm ²)					Resistenze media a trazione stimata (N/mm ²)
		535	523	597	533	588	
Pilastro P3	Barra Φ12 a.m.	535	523	597	533	588	555

SPERIMENTATORE
M. Serveni



DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Ing. G. Russo