



Settore Lavori Pubblici
U.O. Sicurezza, Patrimonio ed Edilizia Scolastica

LICEO "TORRICELLI - BALLARDINI" CON SEDE PRESSO "G.BALLARDINI"
CORSO BACCARINI n°17 - VIA CAMPIDORI - FAENZA

EDIFICIO DI PROPRIETA' DEL COMUNE DI FAENZA
TRASFERITO IN USO ALLA PROVINCIA AI SENSI DELLA LEGGE n° 23/96

**INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO PRESSO IL LICEO FAENZA "TORRICELLI
BALLARDINI" SEDE DI CORSO BACCARINI, 17 - FAENZA**

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Presidente: Sig. Michele de Pascale	Consigliere con delega all'Edilizia Scolastica: Sig.ra Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile dell' U.O.: Arch.Giovanna Garzanti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Arch.Giovanna Garzanti	_____
PROGETTISTA COORDINATORE:		_____
COORD. SICUREZZA PROGETTAZIONE:		_____
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch.Caterina Panzavolta, Ing.Marco Conti	_____
COLLABORATORE ALLA PROGETTAZIONE :		_____
PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI :	Ing. Marino Gilberto Dallavalle Studio Ceccoli e Associati	_____
ELABORAZIONE GRAFICA:	Geom. Franco Tocco, Geom. Sara Vergallo	_____
RILIEVI :		_____

00	PER CONSEGNA	FDR	GDA	GDA	31/01/2018
Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:

TITOLO
ELABORATO:

RELAZIONE SUI MATERIALI

Elaborato num: REL-02	Revisione: 00	Data: 31/01/2018	Scala: ---	Nome file: ballardini_00.dwg
---------------------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------	--

*Dott. Ing. Gilberto Dallavalle
Piazza di Porta Maggiore, 5 - 40137 Bologna
tel: 051-399542 - fax 051-399512 - e.mail: ceccoliassociati@ceccoliassociati.it*

PROVINCIA DI RAVENNA

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL "LICEO ARTISTICO E ISTITUTO STATALE D'ARTE PER LA CERAMICA G. BALLARDINI" CORSO BACCARINI N. 17 - FAENZA (RA)

REL02

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il Committente:

Provincia di Ravenna
Piazza Caduti per la Libertà n. 2/4 – 48121 Ravenna
Settore Lavori Pubblici – U.O. Sicurezza, Patrimonio ed Edilizia Scolastica

Il tecnico incaricato:

Dott. Ing. Gilberto Dallavalle
Piazza di Porta Maggiore, 5 – 40137 Bologna

I collaboratori:

Dott. Ing. Friedrich Drollmann
Dott. Ing. Giada Gasparini

Bologna, 24 ottobre 2017

INDICE

1.	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	2
1.1	Elenco dei materiali impiegati per gli interventi e valori di calcolo.....	2
1.2	Elenco dei materiali esistenti e valori di calcolo	4
2.	RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI - INDAGINI SPECIALISTICHE	6
2.1	Relazione geologica e sismica per la caratterizzazione del terreno su cui sorge l'edificio....	6
2.2	Campagna di indagini effettuate sulla struttura	7

1. RELAZIONE SUI MATERIALI

1.1 Elenco dei materiali impiegati per gli interventi e valori di calcolo

Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata

FE B450C

Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} = 5400 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Tensione caratteristica a snervamento $f_{yk} = 4500 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Calcestruzzo

Classe di resistenza C25/30 - $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 140 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Acciaio da carpenteria

UNI EN 10025-2 S275 ($t \leq 40 \text{ mm}$) laminati a caldo profili a sezione aperta

Resistenza a rottura $f_{tk} = 4300 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza a snervamento $f_{yk} = 2750 \text{ daN} / \text{cm}^2$

UNI EN 10025-2 S355 ($t \leq 40 \text{ mm}$) laminati a caldo profili a sezione aperta

Resistenza a rottura $f_{tk} = 5100 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza a snervamento $f_{yk} = 3550 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Bulloni

ad alta resistenza di classe 8.8

Resistenza a snervamento $f_{yb} = 6490 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza a rottura $f_{tb} = 8000 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Per le prescrizioni esecutive di messa in opera dei materiali si rimanda a quanto contenuto negli elaborati grafici di progetto.

Di seguito si enunciano alcune regole generali e indicative per una corretta esecuzione della messa in opera del calcestruzzo e delle barre di armatura:

- sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri;

*Dott. Ing. Gilberto Dallavalle
Piazza di Porta Maggiore, 5 - 40137 Bologna
tel: 051-399542 - fax 051-399512 - e.mail: ceccoliassociati@ceccoliassociati.it*

- impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un copriferro (misurato dall'esterno ferro e non dal baricentro ferro) di almeno cm 2,5 per le travi e cm 3 per i pilastri (a meno di prescrizioni superiori per esigenze di REI);
- estendere la rete nella soletta dei solai fino all'esterno cordolo o travi;
- sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20;
- ancorare i ferri aggiuntivi superiori dei solai all'esterno delle travi di bordo, curando di tenere il baricentro a circa 2,5 cm dal filo superiore del getto della caldana del solaio;
- nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno 2cm (interferro).

1.2 Elenco dei materiali esistenti e valori di calcolo

Strutture in conglomerato cementizio armato ordinario:

FeB32K

Resistenza media Corpo D: $f_{media} = 4000 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza media Corpo E – Corpo H: $f_{media} = 4400 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza media Corpo G: $f_{media} = 4200 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza media di progetto: $f_{yd} = \frac{f_{media}}{\gamma_M \cdot FC}$

R_{ck}300 - C25/30 – Corpo C

Resistenza media del materiale in opera: $R_c = 220 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza media di progetto a compressione: $f_{cd} = 115 \text{ daN} / \text{cm}^2$

R_{ck}250 - C20/25 – Corpi DE, FGH

Resistenza media del materiale in opera: $R_c = 220 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza media di progetto a compressione: $f_{cd} = 115 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Strutture in muratura

La resistenza della muratura è assunta in relazione alla tipologia, alla qualità e allo stato di conservazione del sistema murario. La tipologia del corpo centrale originario in muratura è “muratura in mattoni pieni e malta di calce”: poiché dalle indagini visive si ricava che la malta è di buone caratteristiche e poiché sono state fatte numerose prove e indagini sulle murature, si utilizzano i seguenti valori:

Corpi AB, F

Resistenza media in compressione del materiale in opera: $f_d = \frac{f_m}{FC \cdot \gamma_m} = \frac{20}{1,35 \cdot 3} = 4,9 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Resistenza media a taglio del materiale in opera: $\tau_m = \frac{\bar{\tau}_m}{FC \cdot \gamma_m} = \frac{0,76}{1,35 \cdot 3} = 0,18 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Modulo di elasticità normale: $E = 15000 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Modulo di elasticità tangenziale: $G = 5000 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Peso specifico medio della muratura: $w = 1800 \text{ daN} / \text{m}^3$

Corpo C

Resistenza media in compressione del materiale in opera: $f_d = \frac{f_m}{FC \cdot \gamma_m} = \frac{32}{1,35 \cdot 3} = 7,9 daN / cm^2$

Resistenza media a taglio del materiale in opera: $\tau_m = \frac{\bar{\tau}_m}{FC \cdot \gamma_m} = \frac{3,0}{1,35 \cdot 3} = 0,75 daN / cm^2$

Modulo di elasticità normale: $E = 15000 daN / cm^2$

Modulo di elasticità tangenziale: $G = 5000 daN / cm^2$

Peso specifico medio della muratura: $w = 1800 daN / m^3$

All'atto esecutivo sarà, comunque, cura dell'Impresa appaltatrice verificare l'idoneità e la consistenza dei calcestruzzi costituenti i vari elementi strutturali, evidenziando alla D.L. la presenza di eventuali calcestruzzi ammalorati o armature degradate.

2. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI - INDAGINI SPECIALISTICHE

2.1 Relazione geologica e sismica per la caratterizzazione del terreno su cui sorge l'edificio

Le indagini sismiche sul suolo di fondazione sono riportate all'interno della relazione "Indagine per la caratterizzazione del sottosuolo" effettuata dal Laboratorio Tecnologico Emiliano di Modena, recante data febbraio 2016.

I risultati sono riportati nel seguito:

- terreno di tipo C

Sulla base delle indicazioni stratigrafiche reperibili nelle immediate vicinanze, l'analisi dei dati della stessa di acquisizione e la relativa post elaborazione hanno permesso di determinare il profilo di V_{s30} (riportato nelle figura successiva) e di ottenere un valore pari a:

$$V_{s30} = 330 \text{ m/s}$$

In base a quanto riportato nel D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni" il suolo in esame può essere classificato come appartenente alla categoria "C"

All'interno della relazione di calcolo del progetto di consolidamento strutturale e miglioramento sismico si evince che la portanza limite che può tollerare il terreno è pari a $q_{lim} = 3,74 \text{ daN} / \text{cm}^2$:

La pressione limite che può tollerare il terreno prima della rottura, assumendo un peso di volume immerso pari a $9.00 \text{ [kN/m}^3\text{]}$, un angolo di attrito interno pari a 30° e coesione nulla, è pari a:

$$\begin{aligned} q_{lim} &= N_q \cdot \gamma' \cdot d + N_\gamma \cdot \gamma' \cdot B/2, \text{ con} \\ N_q &= 18.40; \\ N_\gamma &= 22.40; \\ \gamma' &= 9.00 \text{ [kN/m}^3\text{]}; \\ d &= 2.00 \text{ [m]} \\ q_{lim} &= 18.40 \cdot 9.00 \cdot 2.00 + 22.40 \cdot 9.00 \cdot 0.36/2 = \\ &= 331.2 + 26.3 \approx 367 \text{ [kPa]} > p \end{aligned}$$

Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 2 alla relazione di vulnerabilità sismica che riporta l'intera documentazione.

2.2 Campagna di indagini effettuate sulla struttura

E' stata effettuata una specifica campagna di indagini sui materiali dal Laboratorio Tecnologico Emiliano di Modena, al fine di individuare i materiali e le loro caratteristiche meccaniche.

Sono state effettuate:

- prove di compressione su carote estratte in sito
- prove di carbonatazione
- prove con metodo combinato (Ultrasuoni e Sclerometro) Sonreb
- prove di trazione su barre di armatura estratte in sito
- verifica dell'armatura tramite pacometro
- martinetti piatti singoli (determinazione della tensione di compressione in esercizio della muratura) e doppi (prove di taglio, shave test)
- prove di compressione di campioni di laterizio prelevati in sito

ELEMENTO		Prova									
Punto indagine		C	El	X	V.A.	Fe	M	sh	R	P	
M	1						M	sh	R	P	
M	2						M	sh	R	P	
M	3						M	sh		P	
M	4						M	sh		P	
M	5						M	sh		P	
M	6						M	sh	R	P	
D	1	C	El		V.A.	Fe					
D	2	C	El	X	V.A.	Fe					
D	3	C	El		V.A.	Fe					
D	5	C	El	X							
D	6	C		X							
D	7			X							
D	8			X							
D	9			X							
D	10			X							
E	1	C	El		V.A.	Fe					
E	3	C	El		V.A.	Fe					
E	5	C	El								
E	6			X							
E	7			X							
E	8			X							
E	9	C	El	X							

E	10	C		X	V.A.	Fe				
E	11			X						
G	1	C	El		V.A.	Fe				
G	2	C	El	X						
G	3	C	El							
G	4	C			V.A.	Fe				
G	5	C	El							
G	6				V.A.	Fe				
G	7			X						
G	8			X						
G	9			X						

Dott. Ing. Gilberto Dallavalle
Piazza di Porta Maggiore, 5 - 40137 Bologna
tel: 051-399542 - fax 051-399512 - e.mail: ceccoliassociati@ceccoliassociati.it

	G	10			X								
	G	11			X								
	H	1	C			V.A.	Fe						
	H	2	C	EI		V.A.	Fe						
	H	3	C	EI	X	V.A.	Fe						
	H	4	C	EI									
	H	5	C	EI	X								
	H	6			X								
	H	7			X								
	H	8			X								
	H	9			X								

Tipologia di indagine	N° rapporto di prova	
Martinetti piatti singolo M1	106/O/M del 10/03/2016	29
Martinetti piatti doppi M1	107/O/M del 10/03/2016	30-31
Prova a scorrimento (Shave Test) M1	108/O/M del 10/03/2016	32-33
Martinetti piatti singolo M2	109/O/M del 10/03/2016	34
Martinetti piatti doppi M2	110/O/M del 10/03/2016	35-36
Prova a scorrimento (Shave Test) M2	111/O/M del 10/03/2016	37-38
Martinetti piatti singolo M3	112/O/M del 10/03/2016	39
Martinetti piatti doppi M3	113/O/M del 10/03/2016	40-41
Prova a scorrimento (Shave Test) M3	114/O/M del 10/03/2016	42-43
Martinetti piatti singolo M4	115/O/M del 10/03/2016	44
Martinetti piatti doppi M4	116/O/M del 10/03/2016	45-46
Prova a scorrimento (Shave Test) M4	117/O/M del 10/03/2016	47-48
Martinetti piatti singolo M5	118/O/M del 10/03/2016	49
Martinetti piatti doppi M5	119/O/M del 10/03/2016	50-51
Prova a scorrimento (Shave Test) M5	120/O/M del 10/03/2016	52-53
Martinetti piatti singolo M6	121/O/M del 10/03/2016	54
Martinetti piatti doppi M6	122/O/M del 10/03/2016	55-56
Prova a scorrimento (Shave Test) M6	123/O/M del 10/03/2016	57-58
Prove penetrometriche M1 -M2 -M3- M4 -M5 - M6	124/O/M del 10/03/2016	59-64
Compressione malta	125/O/M del 10/03/2016	65

Compressione mattone	126/O/M del 10/03/2016	66
Carotaggio calcestruzzo + carbonatazione Edificio D	127/O/M del 10/03/2016	67
Carotaggio calcestruzzo + carbonatazione Edificio E	128/O/M del 10/03/2016	68
Carotaggio calcestruzzo + carbonatazione Edificio G	129/O/M del 10/03/2016	69
Carotaggio calcestruzzo + carbonatazione Edificio H	130/O/M del 10/03/2016	70
Moduli elastici edificio D	131/O/M del 10/03/2016	71-72
Moduli elastici edificio E	132/O/M del 10/03/2016	73-74
Moduli elastici edificio G	133/O/M del 10/03/2016	75-76
Moduli elastici edificio H	134/O/M del 10/03/2016	77-78
Indagine sclerometria D	135/O/M del 10/03/2016	79
Indagine sclerometria E	136/O/M del 10/03/2016	80
Indagine sclerometria G	137/O/M del 10/03/2016	81
Indagine sclerometria H	138/O/M del 10/03/2016	82
Indagine ultrasonica D	139/O/M del 10/03/2016	83
Indagine ultrasonica E	140/O/M del 10/03/2016	84
Indagine ultrasonica G	141/O/M del 10/03/2016	85
Indagine ultrasonica H	142/O/M del 10/03/2016	86
Trazione acciaio estratto	143/O/M del 10/03/2016	87
Verifica Armatura Pacometrica	144/O/M del 10/03/2016	88-99

Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 2 alla relazione di vulnerabilità sismica che riporta l'intera documentazione.