



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELL'INTERNO



Città di  
Sassuolo



**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA PRIMARIA  
"G.BELLINI", VIA QUATTROPONTI N. 21, SASSUOLO (MO)**

**M2 C4 - INVESTIMENTO 2.2 "INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA  
VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA DEI  
COMUNI " NELL'AMBITO DEL PNRR FINANZIATO CON LE RISORSE  
DELL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU  
CUP: B88E18000450004**

**PROGETTO ESECUTIVO**



**Committente:**

**Sassuolo Gestioni Patrimoniali srl a socio unico**

Società soggetta alla attività di direzione e coordinamento del Comune di Sassuolo  
Via Fenuzzi n° 5 - 41049 Sassuolo (MO)

Capitale Sociale € 117.000,00 i.v.

P.IVA/CF e Registro Imprese di Modena: 03014250363

Tel. 0536/880725 - Fax 0536/880911 - email [info@sgp.sassuolo.mo.it](mailto:info@sgp.sassuolo.mo.it) ;

[sgp@cert.sgp.comune.sassuolo.mo.it](mailto:sgp@cert.sgp.comune.sassuolo.mo.it)

**Progettazione:**

**Dott. Ing. Sergio Violetta**

Via Grimaldi n° 18 - Reggio Emilia (RE)

Ordine Ingegneri di Reggio Emilia n° 878

Tel. 335.7166795

**Coordinatore Sicurezza in progettazione:**

**Arch. Giovanni Severino**

Via Caduti sul Lavoro n°1 - Sassuolo (Mo)

Tel. 0536.880850

**Responsabile del Procedimento:**

**ing. Francesco Michele RINO**

**Direttore Tecnico SGP:**

**ing. Francesco Michele RINO**

oggetto

**PROGETTAZIONE STRUTTURALE**  
**Relazione sui Materiali**

tavola n.

**ST.03**

Scala

-

	Data	DESCRIZIONE
	Febbraio 2023	Emissione
Revisioni	a	
	b	
	c	
Archivio		



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELL'INTERNO



**Città di  
Sassuolo**



## INDICE

1.	PREMESSA .....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	5
3.1	Calcestruzzo .....	5
3.1.1	<i>Durabilità e prescrizioni sui materiali</i> .....	5
3.1.2	<i>Copriferro minimo e copriferro nominale</i> .....	6
3.2	Acciaio per cemento armato .....	7
3.3	Acciaio da carpenteria .....	8
3.4	Bulloni .....	8
3.5	Tasselli.....	9
3.6	Muratura.....	9
3.7	Rete in fibra di vetro .....	9
3.8	Ancoranti, malte.....	9

## **1. PREMESSA**

La presente relazione è volta a descrivere le caratteristiche dei materiali che verranno utilizzati per la realizzazione degli interventi di ripristino e messa in sicurezza della scuola sita a Sassuolo (MO) in Via Quattro Ponti 21.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
- CNE – DT 2016 R1/2018 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il controllo delle strutture in legno"
- Circ. CNI n. 226 del 12/04/2018 – Nuove Istruzioni CNR per le Strutture in legno
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.

- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali.

#### 3.1 Calcestruzzo

Per la realizzazione delle opere in calcestruzzo, sia di fondazione che elevazione, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe  $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup> (**C25/30**) che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 24.90 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione	→	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$	= 14.11 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	= 14.94 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione media	→	$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	= 2.56 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione	→	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$	= 1.79 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.19 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione (comb. Rara)	→	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	= 14.94 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)	→	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck}$	= 11.21 N/mm <sup>2</sup>

##### 3.1.1 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edita dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

Fondazione

CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2

Elevazione

CLASSE DI ESPOSIZIONE XC1

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

**Tabella 4.1.III (NTC 2018): Descrizione delle condizioni ambientali**

Sia le fondazioni che le elevazioni si trovano in condizioni ambientali *Ordinarie*.

Nella tabella 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.IV (NTC 2018): Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Le massime aperture ammissibili risultano quindi per un ambiente ordinario ed armature sensibili:

- $w_k \leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$  nelle combinazioni di carico frequenti e quasi permanenti

Per quanto concerne le verifiche delle tensioni di esercizio si deve avere:

- $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$  nelle combinazioni di carico quasi permanenti ;
- $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ , e  $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$  nelle combinazioni di carico rare.

### 3.1.2 Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ .

Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ .

La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$ , per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari ad almeno 5 mm.

			BARRE DA C.A. ELEMENTI PIASTRA		BARRE DA C.A. ALTRI ELEMENTI		CAVI DA C.A.P. ELEMENTI PIASTRA		CAVI DA C.A.P. ALTRI ELEMENTI	
$c_{min}$	$c_o$	Ambiente	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$C > C_o$	$C_{min} < C < C_o$
C25/30	C35/45	ORDINARIO	15	20	20	25	25	30	30	35

C28/35	C45/50	AGGRESSIVO	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	MOLTO AGGRESSIVO	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella C4.1.IV (CIRCOLARE n°617): Copriferri minimi in mm per VN = 50 anni

In base alla tabella sopra riportata per gli elementi di fondazione e per i cordoli (C25/30)  $c_{min} = 25$  mm

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1								
XC2								
XC3								
XC4								
XD1								
XD2								
XD3								
XS1								
XS2								
XS3								
XF1								
XF2 – XF3								
XF4								
XA1								
XA2								
XA3								

In accordo con la tabella sopra riportata e aggiungendo la tolleranza imposta da normativa **si adotta un copriferro minimo pari a 30 mm per gli elementi strutturali in elevazione e 40 mm per gli elementi di fondazione.**

### 3.2 Acciaio per cemento armato

Per l'intervento con perforazioni armate si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ Mpa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ Mpa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_y$ misurato/ $f_y$ nom	$\leq 1,25$



Tensione di snervamento caratteristica	→	$f_{yk}$	≥	450	N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica a rottura	→	$f_{tk}$	≥	540	N/mm <sup>2</sup>
Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)	→	$\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk}$	=	360	N/mm <sup>2</sup>
Fattore di sicurezza acciaio	→	$\gamma_s$	=	1.15	
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	391.30	N/mm <sup>2</sup>

### 3.3 Acciaio da carpenteria

Per gli elementi in acciaio si adotta un acciaio S275, avente caratteristiche di seguito riportate:

modulo elastico	$E = 210.000$	N/mm <sup>2</sup>
modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)]$	N/mm <sup>2</sup>
coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$	
coefficiente di espansione termica lineare (per temperature fino a 100 °C)	$\alpha = 12 \times 10^{-6}$	per °C <sup>-1</sup>
densità	$\rho = 7850$	kg/m <sup>3</sup>

**Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40$ mm $< t \leq 80$ mm	
	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{tk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
<b>S 275</b>	<b>275</b>	<b>430</b>	<b>255</b>	<b>410</b>
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

### 3.4 Bulloni

Come previsto dalle NTC 2018 si scelgono dei bulloni/viti con classe di resistenza 8.8 e dadi con classe di resistenza 8 che hanno le seguenti caratteristiche:

Tab. 11.3.XIII.a

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8		
8.8	8 oppure 10	100 HV min	
10.9	10 oppure 12	oppure 300 HV min.	

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente Tab. 11.3.XIII.a sono riportate nella seguente Tab. 11.3.XIII.b:

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

### 3.5 Tasselli

Si adottano tasselli con diametro 12mm i quali hanno una resistenza a taglio pari a 35.70 kN come modello Hilti HST3.

### 3.6 Muratura

Per la realizzazione degli interventi sulle murature quali scuci-cuci e/o nuove murature verranno usati mattoni pieni con le seguenti caratteristiche minime:

Resistenza a flessione	→	$f_m$	=	38.18 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione	→	$\tau_0$	=	0.30 N/mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico	→	E	=	9332.60 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	→	G	=	3733.04 N/mm <sup>2</sup>

### 3.7 Rete in fibra di vetro

Spessore Equivalente	(mm)	0,040
Carico Massimo	(kN/m)	84
Allungamento a rottura	(%)	2,60
Tensione ultima	(MPa)	2000
Densità	(g/m <sup>2</sup> )	218

Per la rete in fibra di vetro si considera una resistenza a rottura pari a 35 kN/m<sup>2</sup>.

### 3.8 Ancoranti, malte

Ove necessario, per la realizzazione degli interventi dovranno essere utilizzati i seguenti materiali con caratteristiche minime sotto riportate:

- Malta cementizia espandente M12 a composizione prescritta: 1 parte di cemento, 3 parti di sabbia;
- Ancorante chimico per strutture in muratura tipo "Hilti HY-70" o equivalente;