



COMUNE DI PARMA  
SETTORE OPERE PUBBLICHE

responsabile unico di progetto  
**ing. SARA MALORI**

Parma Infrastrutture S.p.a.

progetto strutturale  
**ing. ALBERTO MORETTI**

via Roma 13, Venzone (UD)

coordinamento della sicurezza in progettazione  
**arch. CORRADO SIGNORINI**

Parma Infrastrutture S.p.a.



# INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE SPAZIO IPOGEO "EX COBIANCHI" IN PIAZZA GARIBALDI LOTTO 1

*CUI L00162210348202200030 - CUP I91B16000410004*

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

titolo elaborato:

Relazione sui Materiali

TAVOLA:

serie	numero
<b>R<sub>s</sub></b>	<b>02</b>
formato	A4
scala	
file:	



1.	MATERIALI .....	2
1.1	ACCIAIO DA CARPENTERIA .....	2
1.2	BULLONERIA .....	2
1.3	SALDATURE .....	3
1.4	CALCESTRUZZI .....	3
1.5	ACCIAI PER CEMENTO ARMATO .....	3
1.5.1	BARRE .....	3
1.5.2	RETI E TRALICCI ELETTRISALDATI.....	4
1.6	MALTE CEMENTIZIE.....	4
1.7	ANCORANTE CHIMICO.....	5
2.	SISTEMI STRUTTURALI .....	6
2.1	SISTEMI DI RINFORZO FRCM .....	6

**1. MATERIALI****1.1 Acciaio da carpenteria**

Acciaio da carpenteria: **S275** strutture in elevazione  
**S355** armatura micropali

Acciai laminati				
Norma e tipo di acciaio	Spessore nominale della membratura			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
EN 10025-2	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]
S 235	235	360	215	360
<b>S 275</b>	<b>275</b>	<b>430</b>	<b>255</b>	<b>410</b>
<b>S 355</b>	<b>355</b>	<b>510</b>	<b>335</b>	<b>470</b>
S 450	440	550	410	550

		Valori di $f_{yd}$					
		$f_y$	235	<b>275</b>	<b>355</b>	420	460
		$e_{syd}$ %	0,11	<b>0,13</b>	<b>0,17</b>	0,20	0,22
$Y_{M0}$	Resistenza delle sezioni trasversale per tutte le classi	1,05	223,81	<b>261,90</b>	<b>338,10</b>	400,00	438,10
$Y_{M1}$	Resistenza delle membrature all'instabilità	1,05	223,81	<b>261,90</b>	<b>338,10</b>	400,00	438,10
$Y_{M2}$	Resistenza delle sezioni trasversali in tensione per frattura	1,25	188,00	<b>220,00</b>	<b>284,00</b>	336,00	368,00

**1.2 Bulloneria**

Bulloneria: viti classe 8.8, dadi classe 10S (UNI 3740)

Il diametro del foro dovrà essere uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino al diametro di 20 mm e di 1,5 mm oltre il diametro 20 mm.

Classe	Resistenza a taglio ( $f_{k,v}$ ) (MPa)	Resistenza a trazione / compressione ( $f_{k,N}$ ) (MPa)	Resistenza a snervamento ( $f_y$ ) (MPa)	Resistenza ultima ( $f_t$ ) (MPa)	Allungamento (%)
4.6	170	240	240	400	22
5.6	212	300	300	500	20
6.8	255	360	480	600	16
<b>8.8</b>	<b>396</b>	<b>560</b>	<b>640</b>	<b>800</b>	<b>12</b>
10.9	495	700	900	1000	9
12.9	594	840	1080	1200	8

Barre filettate zincate: classe di resistenza **8.8** ( $f_{yb} > 640$  MPa).

### 1.3 Saldature

Classe di esecuzione delle saldature UNI EN 1090: EXC2

Classi di importanza		CC1		CC2	CC3		
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a)</sup>	EXC3 <sup>a)</sup>
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a)</sup>	EXC4

a) EXC4 dovrebbe essere applicato a strutture speciali o strutture con conseguenze estreme di cedimento strutturale, come richiesto dalle disposizioni nazionali.

### 1.4 Calcestruzzi

Come indicazione generale sui materiali impiegati per la confezione del calcestruzzo si prescrive:

- acqua d'impasto limpida e priva di impurità, di solfati o gesso e non giunga da zone di ristagno all'aperto e conforme alla norma UNI EN 1008:2003
- gli inerti provengano da impianti di estrazione e lavaggio autorizzati, ottenuti da rocce non gelive o friabili e con granulometrie ben assortite. Limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati secondo norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005
- cemento Portland

STRUTTURE IN ELEVAZIONE E IN FONDAZIONE

- pilastri, setti e muri di sostegno confezionati con calcestruzzo di classe  $R_{ck}$  40 N/mm<sup>2</sup> ottenuto con cemento tipo I 32,5 UNI ENV 197/1:2000, sabbia e ghiaia di frantoio o di cava pulita e costituita da elementi di dimensioni < 3 cm.
- classe di lavorabilità S4,
- classe di esposizione XC1
- rapporto acqua-cemento  $\leq 0,60$
- calcestruzzo C32/40
- copriferro 25 mm

Classe	$R_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{cm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ctm}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ctk 0,05}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{bd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
C12/15	15	12	6,8	20	1,6	1,1	0,7	1,7
C16/20	20	16	9,1	24	1,9	1,3	0,9	2,0
C20/25	25	20	11,3	28	2,2	1,5	1,0	2,3
C25/30	30	25	14,2	33	2,6	1,8	1,2	2,7
C28/35	35	28	15,9	36	2,8	1,9	1,3	2,9
C32/40	40	32	18,1	40	3,0	2,1	1,4	3,2
C35/45	45	35	19,8	43	3,2	2,2	1,5	3,4
C40/50	50	40	22,7	48	3,5	2,5	1,6	3,7
C45/55	55	45	25,5	53	3,8	2,7	1,8	4,0
C50/60	60	50	28,3	58	4,1	2,9	1,9	4,3

elevazione

### 1.5 Acciai per cemento armato

#### 1.5.1 BARRE

Barre ad aderenza migliorata in acciaio B450C. Si ammettono esclusivamente acciaio saldabili qualificati e controlli nel rispetto di quanto prescritto dal DM2018 di cui ai paragrafi §11.3.2.1 e § 11.3.2.11.

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ :	$\geq 450$	N/mm <sup>2</sup>
tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ :	$\geq 540$	N/mm <sup>2</sup>
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5$	%

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\phi$	

### 1.5.2 RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI

Acciai di reti e tralicci di reti elettrosaldati devono essere saldabili. Per le reti e i tralicci costruiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione  $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ .

Classe acciaio C reti e tralicci elettrosaldati (EN 1992-1-1):

- $f_{y \text{ nom}} > 450 \text{ N/mm}^2$  (frattile 5,0%);
- $f_{t \text{ nom}} > 540 \text{ N/mm}^2$  (frattile 5,0%);
- $1,15 < f_{tk}/f_{yk} < 1,35$  (frattile 10,0%);  $(f_t/f_{y \text{ nom}})_k < 1,25\%$  (frattile 10,0%);
- $(A_{gt})_k > 7,5\%$  (frattile 10,0%);
- $\phi_{\text{min}}/\phi_{\text{max}} > 0,6$  (rapporto dei diametri dei fili dell'ordito);
- resistenza al taglio (frattile minimo):  $0,3 \cdot A \cdot f_{yk}$  (con A area del filo).

### 1.6 Malte cementizie

**Malta premiscelata, monocomponente, colabile, a ritiro controllato ed alta resistenza ai solfati** progettata specificatamente per la realizzazione di **micropali in conglomerato cementizio**, in presenza d'acqua, laddove l'ambiente sia aggressivo o laddove le condizioni geotecniche determinano una notevole dispersione della malta tipo **Grigolin Hydrofond Ars**

## HYDROFOND ARS

DATI TECNICI	PRESTAZIONI
Acqua d'impasto	ca. 14%
Spandimento senza colpi	190 - 230 mm
Massa volumica dell'impasto	ca. 2100 Kg/m <sup>3</sup>
Granulometria max	3 mm
Resistenza meccanica a compressione (UNI 196) 28gg	> 35 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza meccanica a flessione (UNI 196) 28gg	6 N/mm <sup>2</sup>
Resa teorica	ca. 1850 kg/m <sup>3</sup>
Ritiro plastico	assente in condizioni igrometriche standard
Reazione al fuoco	classe A1

**Malta fixotropica fibrata a ritiro compensato** di classe R4 per **ripristino** della sezione di **calcestruzzo** tipo **RureGolg MX-R4**.

### DATI IDENTIFICATIVI

Classificazione EN 1504-3:2006	Prodotto per la riparazione delle strutture di calcestruzzo: <b>Riparazione strutturale – Classe R4</b>
Granulometria inerte	0-3 mm
Massa volumica della malta fresca (EN 1015-6)	ca. 2050 kg/m <sup>3</sup>

### CARATTERISTICHE TECNICHE

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	REQUISITI IN ACCORDO ALLA EN 1504-3	PRESTAZIONE PRODOTTO
Resistenza a compressione	≥ 45 MPa a 28 gg	Classe R4 > 20 MPa (1gg) > 35 MPa (7gg) > 50 MPa (28gg)
Resistenza a flessione (EN 196-1)	-	> 4,5 MPa (1gg) > 6 MPa (7gg) > 7 MPa (28gg)
Contenuto di cloruri	≤ 0,05 %	Specifica superata ≤ 0,05 %
Legame di aderenza	≥ 2,0 MPa	Specifica superata ≥ 2,0 MPa
Resistenza alla carbonatazione	$d_k \leq$ calcestruzzo di controllo [MC (0,45)]	Specifica superata
Modulo Elastico a compressione a 28 giorni	≥ 20 GPa	Specifica superata ≥ 20 GPa
Compatibilità termica gelo-disgelo	Forza di legame dopo 50 cicli ≥ 2,0 MPa	Specifica Superata
Assorbimento capillare	≤ 0,5 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-0.5</sup>	Specifica Superata
Reazione al fuoco (D. M. 10/03/2005)	-	Euroclasse A1

### 1.7 Ancorante chimico

Ancorante chimico con resine vinilestere senza stirene per la realizzazione di ancoraggi strutturali o risarcitura di lesioni.

## 2. SISTEMI STRUTTURALI

### 2.1 Sistemi di rinforzo FRCM

Sistema di rinforzo FRCM per calcestruzzo composto dalla **rete unidirezionale** tipo **RureGold PBO-Mesh** da 88 g/m<sup>2</sup> e da matrice inorganica **MX-PBO Calcestruzzo** per il consolidamento all'intradosso di solette piene in c.a. e di travetti in c.a.

#### PROPRIETÀ DELLA FIBRA DI PBO (Poliparafenilenbenzobisoxazolo)

Tenacità	5,8 GPa
Modulo Elastico	270 GPa
Massimo allungamento a rottura	2,5 %
Densità	1,56 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura di decomposizione	+ 650 °C
Conforme	ISO 16120 – 1/4

#### PROPRIETÀ DELLA RETE PBO-MESH 88

Peso delle sole fibre di PBO	88 g/m <sup>2</sup> in ordito
Peso totale della rete	ca. 140 g/m <sup>2</sup>
Spessore equivalente della rete in ordito	0,056 mm <sup>2</sup> /mm
Spessore equivalente della rete in trama	0,000 mm <sup>2</sup> /mm
Interasse dei fili (yarn)	ca. 11 mm
Area singolo filo (yarn)	ca. 0,42 mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico E <sub>r</sub> della rete secca	196 GPa
Larghezza bobina di rete	25 cm
Lunghezza bobina di rete	15 metri
Condizioni di conservazione	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto e lontano da fonti di calore
Confezione	Bobine da 15 metri h 25 cm

#### PROPRIETÀ DELLA MATRICE INORGANICA MX-PBO Calcestruzzo

Massa volumica della malta fresca (EN 1015-6)	ca. 1900 kg/m <sup>3</sup>
Tempo di applicazione a 20 °C	In 10-15 minuti inizia addensamento, eseguire ulteriore miscelazione e utilizzare sino ad un massimo di ca. 45 minuti
Temperatura di applicazione	Da +5°C sino a +35°C
Resistenza a compressione a 28 gg	≥ 40 MPa
Modulo Elastico a compressione a 28 gg	≥ 15 GPa
Resa in opera	ca. 12,4 kg/m <sup>2</sup> per singolo strato di rinforzo (4+4 mm) ca. 18,5 kg/m <sup>2</sup> per doppio strato di rinforzo (4+4+4 mm)
Confezione	Sacco da 25 kg in bancali in legno a perdere da 60 sacchi per un totale di 1500 kg
Condizioni di conservazione (D.M. 10/05/2004)	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto ed in assenza di ventilazione
Durata (D.M. 10/05/2004)	Massimo 12 mesi dalla data di confezionamento
Conforme	EN 1504-3

**PROPRIETÀ DEL SISTEMA DI RINFORZO PBO-MESH 88 + MX-PBO Calcestruzzo**

Progettazione in accordo al "CNR-DT215/2018"

Tensione limite convenzionale (valore caratteristico)	$\sigma_{lim,conv}$	Calcestruzzo	1881 MPa
Deformazione limite convenzionale (valore caratteristico)	$\epsilon_{lim,conv}$	Calcestruzzo	0,96 %
Tensione ultima del composito FRCM a rottura per trazione (valore caratteristico)	$\sigma_u$	2790 MPa	
Tensione ultima del tessuto secco a rottura per trazione (valore caratteristico)	$\sigma_{u,f}$	3288 MPa	
Modulo Elastico del tessuto secco (valore medio)	$E_f$	196 GPa	
Resistenza a compressione della matrice (valore caratteristico)	$f_{c,mat}$	40 MPa	
Spessore equivalente della rete in ordito	$t_f$	0,056 mm	
Meccanismo di crisi del sistema	-	Tipo D	
Intervallo di temperatura in esercizio	$T_{min} - T_{max}$	Da -18°C a +100°C	
Spessore di applicazione della matrice MX-PBO Muratura	-	3-5 mm per strato	
Reazione al fuoco (EN 13501-1)	-	A2-s1, d0	
Certificato per i CAM		<p><b>Marcato CE</b> secondo <b>EAD 340275-00-0104</b> "Externally-bonded composite systems with inorganic matrix for strengthening of concrete and masonry structures"</p> <p><b>DOP n° R0040</b></p> <p><b>CVT n. 285 del 28/06/2023</b> secondo "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti" in abbinamento alle rete <b>PBO-MESH 88</b></p>	

Sistema FRCM per calcestruzzo composto da **rete biassiale** tipo **RureGold PBO-Mesh** da 22+22 g/m<sup>2</sup> e **matrice inorganica** tipo RureGold **MX-PBO Calcestruzzo** come presidio antisfondellamento dei solai in latero cemento.

### PROPRIETÀ DELLA FIBRA DI PBO (Poliparafenilenbenzobisoxazolo)

Tenacità	5,8 GPa
Modulo Elastico	270 GPa
Massimo allungamento a rottura	2,5 %
Densità	1,56 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura di decomposizione	+ 650 °C
Conforme	ISO 16120 – 1/4

### PROPRIETÀ DELLA RETE PBO-MESH 22/22

Peso delle sole fibre di PBO	22 g/m <sup>2</sup> in ordito e 22 g/m <sup>2</sup> in trama
Peso totale della rete	ca. 72 g/m <sup>2</sup>
Spessore equivalente della rete in ordito	0,014 mm <sup>2</sup> /mm
Spessore equivalente della rete in trama	0,014 mm <sup>2</sup> /mm
Interasse dei fili (yarn)	ca. 14,5 mm
Area singolo filo (yarn)	ca. 0,21 mm <sup>2</sup>
Modulo Elastico E <sub>r</sub> della rete secca	282 GPa
Larghezza bobina di rete	100 cm
Lunghezza bobina di rete	15 m
Condizioni di conservazione	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto e lontano da fonti di calore
Confezione	Bobine da 15 m h 100 cm

### PROPRIETÀ DELLA MATRICE INORGANICA MX-PBO Calcestruzzo

Massa volumica della malta fresca (EN 1015-6)	ca. 1900 kg/m <sup>3</sup>
Tempo di applicazione a 20 °C	In 10-15 minuti inizia addensamento, eseguire ulteriore miscelazione e utilizzare sino ad un massimo di ca. 45 minuti
Temperatura di applicazione	Da +5°C sino a +35°C
Resistenza a compressione a 28 gg	≥ 40 MPa
Modulo Elastico a compressione a 28 gg	≥ 15 GPa
Resa in opera	ca. 12,4 kg/m <sup>2</sup> per singolo strato di rinforzo (4+4 mm) ca. 18,5 kg/m <sup>2</sup> per doppio strato di rinforzo (4+4+4 mm)
Confezione	Sacco da 25 kg in bancali in legno a perdere da 60 sacchi per un totale di 1500 kg
Condizioni di conservazione (D.M. 10/05/2004)	In imballi originali in luogo coperto, fresco, asciutto ed in assenza di ventilazione
Durata (D.M. 10/05/2004)	Massimo 12 mesi dalla data di confezionamento
Conforme	EN 1504-3