

# RESTAURO CONSERVATIVO DI PALAZZO CREPADONA

## DESTINATO ALLA NUOVA MEDIATECA DELLE DOLOMITI

- PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEI LAVORI DI RESTAURO, OPERE EDILI, STRUTTURALI, IMPIANTISTICHE E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

**COMMITTENTE****COMUNE DI BELLUNO**

Piazza Duomo, 1 – 32100 Belluno  
C.F.: 00132550252 – P. IVA: 00132550252

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

arch. Carlo Erranti

**RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI****ARTECO ARCHITECTURE ENGINEERING CONSULTING**

c.so S. Anastasia n.38 - VERONA

ORDINE  
degli  
ARCHITETTI  
PIANIFICATORI  
PAESAGGISTI  
e ARQUITECTOS  
VERONA



Antonella Milani  
n. 729  
settore Architetto  
T.O.

arch. Antonella Milani

**ARTECO**  
ARCHITECTURE - ENGINEERING - CONSULTING  
LUIGI CALCAGNI MAURIZIO ZERBATO LUCIANO CENNA ANTONELLA MILANI

**Studio di Ingegneria MAZZORAN TILOCA DE LOTTO**

piazza Castello n.4 - BELLUNO



ing. Ludovico De Lotto

**MTD**  
studio di ingegneria  
Mazzoran Tiloca De Lotto

**ING. PIETRO CANTON**

piazza Piloni n.12 - BELLUNO



ing. Pietro Canton

**STUDIO BORTOT**

via Cal de Formiga n.12b - SANTA GIUSTINA (BL)



per.ind. Beppino Bortot  
per.ind. Daniele De Bona

**studio  
bortot**  
PROGETTAZIONE IMPIANTI TECNOLOGICI

**R. STUDIO**

via Marmolada n.2/o - ALLEGHE (BL)



ing. Felice Gaiardo

**R studio**  
felice gaiardo ingegnere  
francesco riva architetto

**ING. CHIARA BARATTIN**

via General Cantore n.34 - ALPAGO (BL)



ing. Chiara Barattin

RELAZIONE SUI MATERIALI

**DATA**

05.09.2018

**AGGIORNAMENTI****ALLEGATO****202**



## INDICE

<b>1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ADOTTATI .....</b>	<b>3</b>
1.1. CALCESTRUZZO .....	3
1.1.1 Classe di resistenza.....	3
1.1.2 Classe di esposizione.....	3
1.1.3 Classe di consistenza.....	4
1.2. ACCIAIO D'ARMATURA .....	5
1.3. ACCIAIO IN PROFILI LAMINATI.....	5
1.4. BULLONATURE.....	6
1.5. SALDATURE.....	6
1.6. LEGNO .....	7



**1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ADOTTATI**

Si riportano, per ciascuna tipologia di materiale impiegato, le rispettive caratteristiche, secondo quanto indicato al § 11 “Materiali e prodotti per uso strutturale” del D.M. 17.01.2018. Per quanto riguarda la Relazione sui Materiali prevista dal § 10.1 del D.M. 17.01.2018 si faccia pertanto riferimento al presente capitolo.

**1.1. CALCESTRUZZO****1.1.1 Classe di resistenza**

Si riporta di seguito il prospetto 3.1 tratto dall'Eurocodice 2 riguardante le caratteristiche di resistenza e di deformazione del calcestruzzo impiegato.

prospetto 3.1 Caratteristiche di resistenza e di deformazione del calcestruzzo

Classi di resistenza dei calcestruzzi															Relazione analitica/Spiegazione
$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
$f_{ctm}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \times \ln [1 + (f_{cm}/10)] > C50/60$
$\epsilon_{tk,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$\epsilon_{tk,0,05} = 0,7 \times f_{ctm}$ frattile 5%
$\epsilon_{tk,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctm,0,95} = 1,3 \times f_{ctm}$ frattile 95%
$E_{cm}$ (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22 [(f_{cm})/10]^{0,3}$ ( $f_{cm}$ in MPa)
$\epsilon_{c1}$ (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	vedere figura 3.2 $\epsilon_{c1}$ (‰) = $0,7 f_{cm}^{0,31} \leq 2,8$
$\epsilon_{cu1}$ (‰)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	vedere figura 3.2 per $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu1}$ (‰) = $2,8 + 27 [(98 - f_{cm})/100]^4$
$\epsilon_{cu2}$ (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	vedere figura 3.3 per $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu2}$ (‰) = $2,0 + 0,085 (f_{ck} - 50)^{0,53}$
$\epsilon_{cu3}$ (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	vedere figura 3.3 per $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu3}$ (‰) = $2,6 + 35 [(90 - f_{ck})/100]^4$
$\eta$	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	per $f_{ck} \geq 50$ MPa $\eta = 1,4 + 23,4 [(90 - f_{ck})/100]^4$
$\epsilon_{cu}$ (‰)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	vedere figura 3.4 per $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu}$ (‰) = $1,75 + 0,55 [(f_{ck} - 50)/40]$
$\epsilon_{cu3}$ (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	vedere figura 3.4 per $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu3}$ (‰) = $2,6 + 35 [(90 - f_{ck})/100]^4$

**1.1.2 Classe di esposizione**

Si riporta di seguito il prospetto E.1N tratto dall'Eurocodice 2 riguardante le caratteristiche di resistenza necessarie a soddisfare le classi di esposizione di progetto.

prospetto E.1N Classi di resistenza indicativa

	Classi di esposizione secondo il prospetto 4.1									
Corrosione										
	Corrosione indotta da carbonatazione				Corrosione indotta da ioni cloro			Corrosione indotta da ioni cloro di origine marina		
	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Classi di resistenza indicativa	C20/25	C25/30	C30/37		C30/37	C35/45		C30/37	C35/45	
Danni al calcestruzzo										
	Nessun rischio	Attacco gelo/disgelo					Attacco chimico			
	X0	XF1		XF2		XF3		XA1	XA2	XA3
Classi indicative di resistenza	C12/15	C30/37		C25/30		C30/37		C30/37		C35/45

### 1.1.3 Classe di consistenza

La classe di consistenza prevista è S3 (semi fluida), a cui corrisponde uno slump da 100 a 150 mm.

La classe di consistenza prevista è S4 (fluida), a cui corrisponde uno slump da 160 a 210 mm.

- Calcestruzzo (fondazioni e muri):

C25/30,  $R_{ck} = 30$  MPa

classe di esposizione: XC2

classe di consistenza: S3

- Calcestruzzo (elevazione):

C28/35,  $R_{ck} = 35$  MPa

classe di esposizione: XC3

classe di consistenza: S4

- Betoncino di intasamento micropali:

tipo Grigolin BF32

## 1.2. ACCIAIO D'ARMATURA

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

$f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t\ nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	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:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

## 1.3. ACCIAIO IN PROFILI LAMINATI

Modulo Elastico:  $E = 2.100.000\ kg/cm^2$  (210.000 N/mm<sup>2</sup>)

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.3$

Modulo di elasticità trasversale:  $G = E / [2*(1+\nu)]$  (N/mm<sup>2</sup>)

Coefficiente di espansione termica lineare:  $\alpha = 12*10^{-6}$  per °C<sup>-1</sup> (per T < 100°C)

Densità:  $\rho = 7850\ kg/m^3$

	S235	S275	S355	S450
tensione di rottura	360 N/mm <sup>2</sup>	430 N/mm <sup>2</sup>	510 N/mm <sup>2</sup>	550 N/mm <sup>2</sup>
tensione di snervamento	235 N/mm <sup>2</sup>	275 N/mm <sup>2</sup>	355 N/mm <sup>2</sup>	440 N/mm <sup>2</sup>

Micropali : S355 JR

Acciaio in profilati laminati (nuova copertura): S355 J2

Acciaio in profilati laminati (nuova scala): S275 JR

Acciaio piastre secondarie, squadrette e nerve di rinforzo: S275 JR

## 1.4. BULLONATURE

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

STATO DI TENSIONE					
CLASSE VITE	$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{k,N}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{d,N}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{d,v}$ (N/mm <sup>2</sup> )
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
<b>8.8</b>	<b>800</b>	<b>640</b>	<b>560</b>	<b>560</b>	<b>396</b>
10.9	1000	900	700	700	495

legenda:

$f_{k,N}$  è assunto pari al minore dei due valori  $f_{k,N} = 0.7 f_t$  ( $f_{k,N} = 0.6 f_t$  per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$  essendo  $f_{tb}$  ed  $f_{yb}$  le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$  = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,v} = f_{k,N} / \sqrt{2}$  = resistenza di calcolo a taglio

## 1.5. SALDATURE

Su tutte le saldature è stato eseguito un controllo visivo e dimensionale. Le saldature più importanti (ad esempio le saldature delle giunzioni flangiate) sono state controllate a mezzo di particelle magnetiche e/o ultrasuoni.

Il filo di saldatura utilizzato è di tipo IT-SG3 (Saldature ad alta resistenza, fino a 600N/mm<sup>2</sup>), ed ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche meccaniche:  $R=590\text{N/mm}^2$ ;  $S=420\text{N/mm}^2$ ; KV (20°C) = 50J

Composizione chimica media: C = 0.08%; Mn = 1.4%; Si = 0.8%; P = 0.02%; S = 0.02%.

I saldatori utilizzati per la costruzione delle strutture sono certificati secondo la UNI EN 287/1.



## 1.6. LEGNO

Si riporta di seguito la tabella con le caratteristiche meccaniche del legno utilizzato, tratta dall'appendice C del CNR-DT 206/2007 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture in legno".

**Tabella 18-1**-Classi di resistenza secondo EN 338, per legno di conifere e di pioppo

Valori di resistenza modulo elastico e massa volumica		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistenze [MPa]													
flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
taglio	$f_{v,k}$	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8	3.8	3.8
Modulo elastico [GPa]													
modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15	16
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	4.7	5.4	6.0	6.4	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4	10.0	10.7
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.23	0.27	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47	0.50	0.53
modulo di taglio medio	$G_{mean}$	0.44	0.50	0.56	0.59	0.63	0.69	0.72	0.75	0.81	0.88	0.94	1.00
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]													
massa volumica caratteristica	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
massa volumica media	$\rho_m$	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

