

COMUNE CASOLA IN LUNIGIANA



PROVINCIA DI MASSA-CARRARA

LAVORI DI RIPRISTINO DEL FABBRICATO ADIBITO A MUSEO DEL TERRITORIO IN CASOLA CAPOLUGO DANNEGGIATO DAGLI EVENTI SISMICI GIUGNO 2013

STUDIO TECNICO-RTP 23/03/2016 N.579

Ing.Barbara Belloni (CAPOGRUPPO)

Ing.Pietro Cerutti

Arch.Francesca Vallini

Ing.Massimiliano Rossi

L.go A. Spinelli58-54016 Loc.Masero (MS)

Tel/fax 0187/422509

e-mail : barbara.belloni78@libero.it

barbara.belloni@ingpec.eu

RELAZIONE SUI MATERIALI

COMMITTENZA: COMUNE DI CASOLA IN LUNIGIANA	FIRMA CAPOGRUPPO PROGETTISTA:
LOCALITA INTERVENTO: Loc.CASOLA IN LUNIGIANA	
	R13
DATA: MAGGIO 2016	

RELAZIONE SUI MATERIALI

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO

Il ferro per l'armatura è costituito da acciaio in barre ad aderenza migliorata cioè con zigrinature superficiali che ne aumentano l'aderenza.

Il tipo di acciaio impiegato è del tipo, secondo la classificazione del D.M. 14/01/08 B450 C controllato in stabilimento

La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$F_{Yd} = (f_{yk} / \gamma_s)$$

γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;

f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (v. § 11.3.2),

per armature da precompressione è la tensione convenzionale caratteristica di snervamento

data, a seconda del tipo di prodotto, da f_{pyk} (barre), $f_{p(0,1)k}$ (fili), $p(1)k$ f (trefoli e trecce); si

veda in proposito la Tab. 11.3.VII.

Il coefficiente γ_s assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore 1,15.

Tabella 11.3.VII

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura f_{pk} N/mm ²	≥1000	≥1570	≥1860	≥1820	≥1900
Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua $f_{p(0,1)k}$ N/mm ²	-----	≥1420	-----	-----	-----
Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm ²	-----	-----	≥1670	≥1620	≥1700
Tensione caratteristiche di snervamento f_{pyk} N/mm ²	≥800	-----	-----	-----	-----
Allungamento sotto carico massimo A_{gt}	≥3,5	≥3,5	≥3,5	≥3,5	≥3,5

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 ²
$f_{t, nom}$	540 N/mm ²

F_{nom} =(tensione caratteristica snervamento)

F_{tnon} =(tensione caratteristica rottura)

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
$(f_y/f_{y, nom})_k$	$< 1,35$	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:		
$\phi < 12$ mm	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16$ mm	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25$ mm	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40$ mm	10 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab.11.3.Ic.

Tabella 11.3.Ic

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
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y, nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5 \%$	10.0

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10$ mm	4 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato : nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a

temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f(0,2)$.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando laprovetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

ACCIAIO LAMINATO

E' costituito da acciaio laminato a caldo in profilati, barre, piatti, lamiere e profilati cavi.

L'acciaio presenta struttura uniforme ed è privo di screpolature o soluzioni di continuità.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000$ N/mm²

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)]$ N/mm²

coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ per °C-1

(per temperature fino a 100 °C) densità $\rho = 7850$ kg/m³

Caratteristiche acciaio

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		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
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

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

ANCORAGGI E INGHISAGGIO

Malta fluida a ritiro controllato

TASSELLI

Per gli ancoraggi si utilizzano dei tasselli HILTI o simili, del tipo:
HSL-TZ in acciaio a zincatura galvanica per ancoraggi pesanti
HLC-H in acciaio a zincatura galvanica per ancoraggi medio leggeri.

BARRE FILETTATE

Si utilizzano delle barre filettate in acciaio 9 S Mn Pb28K a zincatura galvanica per ancoraggi su calcestruzzo o mattoni semipieni.

Malte

Malta, resistente ai sali, a base di calce ed Eco-Pozzolana, per il risanamento di murature esistenti, anche di pregio storico tipo MAPEI ANTIQUE MC

Massa volumica apparente (kg/m^3): 1.500

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 998-1	Prestazione prodotta
Resistenza a compressione a 28 gg (N/mm^2):	EN 1015-11	CS I (da 0,4 a 2,5)	Categoria CS II
		CS II (da 1,5 a 5,0)	
		CS III (da 3,5 a 7,5)	
		CS IV (≥ 6)	
Adesione al supporto (N/mm^2):	EN 1015-12	valore dichiarato e modo di rottura (FP)	$\geq 0,4$ Modo di rottura (FP) = B
Assorbimento d'acqua per capillarità (kg/m^2):	EN 1015-18	$\geq 0,3$ (dopo 24 h)	3,5
Coefficiente di permeabilità al vapore acqueo (μ):	EN 1015-19	≤ 15	≤ 10
Conducibilità termica ($\lambda_{10, dry}$) (W/m-K):	EN 1745	valore tabulato	0,61
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	valore dichiarato dal produttore	Classe A1
Resistenza ai solfati:	Saggio di Anstett	non richiesto	elevata

GIUNZIONI BULLONATE

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

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

Tabella 11.3.XII.b

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
--------	-----	-----	-----	-----	------

f_{yb} (N/mm^2)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm^2)	400	500	600	800	1000

BULLONI PER GIUNZIONE PER ATTRITO

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tab. 11.3.XIII Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XIII

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	

CHIODI

Per i chiodi si devono impiegare gli acciai previsti dalla UNI EN 7356.

GALVANIZZAZIONE

Tutti i materiali saranno zincati a caldo secondo le norme CEI 716 e UNI 5744/66.
Per i profili tubolari si prevederanno fori di sfiato per il processo di zincatura.

ELEMENTI PER MURATURA

Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali

La procedura di controllo di accettazione in cantiere prevede il confronto (tramite disuguaglianze) delle resistenze a compressione valutate sui campioni pervenuti in cantiere con la resistenza caratteristica, f_{bk} , fornita dal produttore. La valutazione di quest'ultima è funzionale, inoltre, anche all'impiego delle tabelle 11.10.V, 11.10.VI e 11.10.VII delle NTC, utili alla stima rispettivamente della resistenza caratteristica a compressione e taglio della muratura. È opportuno riportare, dunque, alcune indicazioni utili per la valutazione di f_{bk} .

Resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione dei carichi verticali

Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Tabella 11.10.VI- Valori di f_k per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
$\geq 40,0$	14,3	12,0	10,4	--

Tabella 11.10.VII- Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{td} (valori in N/mm^2)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{td} (N/mm^2)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10

Si definisce resistenza caratteristica quella resistenza al di sotto della quale ci si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza. La resistenza di rottura a compressione di un singolo elemento è data dalla seguente espressione:

$$f_{bi} = N/A$$

in cui:

N = carico di rottura applicato in direzione ortogonale al piano di posa;

A = area lorda della sezione normale alla direzione di carico.

Il valore della resistenza caratteristica f_{bk} si ricava dalla formula seguente, applicata ad un numero minimo di 30 elementi:

$$f_{bk} = f_{bm} (1 - 1,64 \delta)$$

in cui:

f_{bm} = media aritmetica della resistenza dei singoli elementi f_{bi} ;

$$\delta = \frac{s}{f_{bm}} = \text{coefficiente di variazione};$$

s = stima dello scarto quadratico medio;

$$s = \sqrt{\frac{\sum n(f_{bm} - f_{bi})^2}{n - 1}} \quad (n = \text{numero degli elementi provati})$$

Il valore della f_{bk} non è accettabile per $\delta > 0.2$

Resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura

La resistenza caratteristica a compressione in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura (richiamata nel § 7.8.1.2. delle NTC ed ivi contraddistinta dal simbolo f_{bk}) sarà dedotta da quella media f_{bm} mediante la relazione:

$$\overline{f_{bk}} = 0,7 \overline{f_{bm}}$$

in cui la resistenza media f_{bm} sarà ricavata da prove su almeno sei campioni.
Resistenza media a compressione della malta.

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm ² dichiarata dal produttore						

RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI

Malte reoplastiche

Malta per il risanamento di murature esistenti, anche di pregio storico, resistente ai sali, a base di calce ed Eco-Pozzolana,
Massa volumica 1700 Kg/mc

PRESTAZIONI FINALI (acqua d'impasto 15%)			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti in accordo alla EN 998-1	Prestazione prodotto
Resistenza a compressione a 28 gg (N/mm ²):	EN 1015-11	CS I (da 0,4 a 2,5)	Categoria CS II
		CS II (da 1,5 a 5,0)	
		CS III (da 3,5 a 7,5)	
		CS IV (≥ 6)	
Adesione al supporto (N/mm ²):	EN 1015-12	valore dichiarato e modo di rottura (FP)	≥ 0,4 Modo di rottura (FP) = B
Assorbimento d'acqua per capillarità (kg/m ²):	EN 1015-18	≥ 0,3 (dopo 24 h)	3,5
Coefficiente di permeabilità al vapore acqueo (μ):	EN 1015-19	≤ 15	≤ 10
Conducibilità termica (λ _{10,27}) (W/m·K):	EN 1745	valore tabulato	0,61
Reazione al fuoco:	EN 13501-1	valore dichiarato dal produttore	Classe A1
Resistenza ai solfati:	Saggio di Anstett	non richiesto	elevata
Efflorescenze saline (dopo semi-immersione in acqua):	/	non richiesto	assenti

RESISTENZA DI CALCOLO ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO B450 C

$F_{Yd} =$ (snervamento)	450/1.15	= 391.30 N/mm ²
$F_{Yd} =$ (rottura)	540/1.15	= 469.56 N/mm ²

ACCIAIO LAMINATO

Norme qualità acciai	$F_{yk} = \text{N/mm}^2$	$F_{tk} = \text{N/mm}^2$
S235	235	360
	$F_{Yd} =$ 235/1.15=204.34	$F_{Yd} = 360/1.15=313.04$
S275	275	430
	$F_{Yd} =$ 275/1.15=239.13	$F_{Yd} = 430/1.15=373.91$

TASSELLI

Le tabelle della HILTI forniscono per ogni singolo tipo di tassello lo sforzo di taglio consigliato.

Tassello HSL-TZ tipo 10/40 (carichi pesanti) sforzo di taglio consigliato 15.20 kN = 1520 kg

Tassello HLC-H tipo 10x60 (carichi medi) sforzo di taglio consigliato 3.20 kN = 320 kg.

BARRE FILETTATE

Le tabelle della HILTI forniscono per ogni barra filettata lo sforzo di taglio consigliato.

Barra filettata Ø8/80 sforzo di taglio consigliato 3.9 kN = 390 kg

Barra filettata Ø10/90 sforzo di taglio consigliato 6.20 kN = 620 kg

Barra filettata Ø12/110 sforzo di taglio consigliato 13.10 kN = 1310 kg

Barra filettata Ø16/125 sforzo di taglio consigliato 24.70 kN = 2470 kg

BULLONI

F_{Yb} = Tensione allo Snervamento

F_{tb} = Tensione Rottura

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$F_{YbN} \text{ N/mm}^2$	240	300	480	649	900
$F_{tb} \text{ N/mm}^2$	400	500	600	800	1000

Il Tecnico

Ing. Barbara Belloni

