



## COMUNE DI MONTONE

*D.G.R. N. 1001 del 06/09/2016 - Interventi di prevenzione del rischio sismico su edifici pubblici strategici o rilevanti ex art. 2 co. 1 lett. b dell'OCDPC n. 293/15*



### VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO "PALAZZO COMUNALE"

## PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato		<b>PROGETTO STRUTTURALE</b>				
<b>S.R2</b>		<b>Relazione sui materiali</b>				
		File: S.R2_e01	Layout: S.R2			
ed.	data	motivo	redatto	verificato	approvato	autorizzato
01	18/12/2019	Emissione e Consegna	LeB	LeB	LuR	PM
02						
03						
<b>STUDIO MARCUCCI E ASSOCIATI</b> ing. Paolo Marcucci - arch. Gianluca Sforna - ing. Maurizio Spigarelli - ing. Luigi Rossi - ing. Learco Boccali via S.Apollinare 4 - 06081 ASSISI (PG) - 075/812945 - fax. 075/813757 - e-mail: <a href="mailto:posta@marcucciassociati.it">posta@marcucciassociati.it</a>						
Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale. La proprietà tutelerà i suoi diritti in termini di legge.						

**PROGETTO STRUTTURALE**  
**RELAZIONE SUI MATERIALI**

**INDICE**

<b>1</b>	<b>ACCIAIO .....</b>	<b>2</b>
1.1	Acciaio per carpenteria metallica.....	2
1.2	Unioni saldate .....	2
1.3	Unioni bullonate .....	2
1.4	Diatoni a secco in acciaio inox per rinforzi strutturali .....	3
1.5	Barre filettate in acciaio zincato .....	3
1.6	Acciaio da c.a. ....	3
1.7	Viti strutturali per elementi lignei - VGZ.....	4
1.8	Connettori per solai legno-calcestruzzo - VB.....	4
<b>2</b>	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>5</b>
2.1	Calcestruzzo strutturale alleggerito tipo "LATERLITE LECA CLS 1600" .....	5
<b>3</b>	<b>MURATURE NUOVE.....</b>	<b>6</b>
3.1	Muratura a mattoni pieni .....	6
<b>4</b>	<b>MATERIALI COMPOSITI .....</b>	<b>7</b>
4.1	Rete strutturale in fibra di vetro alcalino-resistente .....	7
4.2	Nastri in tessuto di acciaio galvanizzato .....	7
4.3	Appoggi elastomerici per elementi lignei .....	8
<b>5</b>	<b>MALTE, BOIACCHE E LEGANTI.....</b>	<b>9</b>
5.1	Malta per consolidamento murature e per intonaco armato .....	9
5.2	Malta a prestazione garantita .....	9
5.3	Malta per iniezione nei perfori armati .....	9
5.4	Ancorante chimico ad iniezione per perforazioni armate.....	9
<b>6</b>	<b>ELEMENTI E STRUTTURE IN LEGNO.....</b>	<b>10</b>
6.1	Legno lamellare di abete – GL24h .....	10

## **1 ACCIAIO**

### **1.1 Acciaio per carpenteria metallica**

#### Catene di presidio dei ribaltamenti fuori piano

Per le catene di presidio dei ribaltamenti si impiegherà acciaio da carpenteria tipo S275JR secondo UNI-EN 10025, UNI-EN 10210-1, UNI-EN 10219-1, recante marcatura CE e con composizione chimica corrispondente a quanto previsto al punto 11.3.4 del D.M. 17.01.2018.

Nei calcoli si assumono i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Per il modulo elastico si assume

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

#### Piastre e profili di collegamento perimetrale

Per le piastre si impiegherà acciaio da carpenteria tipo S275JR secondo UNI-EN 10025, UNI-EN 10210-1, UNI-EN 10219-1, recante marcatura CE e con composizione chimica corrispondente a quanto previsto al punto 11.3.4 del D.M. 17.01.2018.

Nei calcoli si assumono i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Per il modulo elastico si assume

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

### **1.2 Unioni saldate**

Le saldature, conformi a quanto disposto dal cap. 11.3.4.4 e 11.3.4.5 del D.M. 17.01.2018, dovranno essere eseguite con le modalità di seguito indicate.

#### *Saldature a cordone d'angolo:*

con elettrodi di diametro mm 3,25 con rivestimento basico del tipo E44L3B2 secondo norme UNI 2560.

In ogni caso la sezione di gola, da ottenersi con più passate, dovrà essere almeno pari mm 5.

#### *Saldature a piena penetrazione:*

con saldatrice a filo continuo di diametro minimo pari a mm 1 in atmosfera di gas inerti oppure come per le saldature in opera con elettrodi di diametro 3,25 mm con rivestimento basico.

Le saldature a piena penetrazione devono essere eseguite secondo le indicazioni UNI EN 1011-1:2009 e UNI EN 1011-2:2005 per gli acciai ferritici e UNI EN ISO 1011-3:2005 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà la norma UNI EN ISO 9692-1:2013

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732:2013.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017.

### **1.3 Unioni bullonate**

Per le bullonature si devono rispettare le disposizioni contenute al punto 11.3.4.6 D.M. 17.01.2018 con riferimento ai bulloni a "serraggio non controllato".

In particolare i bulloni (viti, dadi, rondelle) devono essere conformi per caratteristiche dimensionali alle norme UNI-EN 15048-1 e UNI-EN 14399-1.

L'acciaio da utilizzare per bulloni e barre filettate deve essere ad alta resistenza, di "classe 8.8" secondo UNI-EN ISO 898-1:2013.

Nei calcoli si assumono i seguenti valori delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Tutte le bullonature dovranno essere dotate di dadi in classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012 e rondelle.

#### 1.4 Diatoni a secco in acciaio inox per rinforzi strutturali

Per il consolidamento dei maschi murari, con diatoni di collegamento trasversale delle murature, si useranno barre elicoidali in acciaio INOX per rinforzi strutturali, a sezione circolare-elicoidale in acciaio INOX AISI 316, testate in accordo alla norma EN 845-1:2003; EN 10002-1:2001, EN 846-5:2000; EN 846-7:2000, provviste di marcatura CE, inserite in apposito foro pilota e poste in opera mediante apposito mandrino a percussione, del tipo "Kimisteel INOX X-BAR, con le seguenti caratteristiche tecniche certificate:

- diametro nominale  $\varnothing 10 \text{ mm}$ ;
- carico di rottura a trazione  $> 15,1 \text{ kN}$ ;
- tensione di rottura a trazione  $> 1164 \text{ N/mm}^2$ ;
- carico di rottura a taglio  $> 7,5 \text{ kN}$ ;
- tensione di snervamento  $> 955 \text{ N/mm}^2$ ;
- resistenza a taglio della barra  $> 576,6 \text{ N/mm}^2$ ;
- deformazione ultima a rottura  $> 2,4 \%$ ;
- modulo elastico  $> 150000 \text{ N/mm}^2$ ;
- area nominale barre  $13 \text{ mm}^2$ .

#### 1.5 Barre filettate in acciaio zincato

Le barre filettate da utilizzare nei perfori armati o nei collegamenti tra elementi strutturali dovranno essere del tipo "zincato" di classe 8.8 con filettatura metrica passo M (grosso) secondo le DIN 975 - UNI 6547; in corrispondenza degli estremi devono essere dotate di rosetta serie normale (ISO 7089 e durezza minima 140HV) e dado esagonale medio classe 8 (ISO 4032).

#### 1.6 Acciaio da c.a.

Per le strutture in c.a. si impiegherà acciaio ad aderenza migliorata saldabile tipo B450C conformemente a quanto previsto al punto 11.3.2 del D.M. 17.01.2018.

Nei calcoli si assumono i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

##### Acciaio per reti elettrosaldate

Per le reti elettrosaldate da disporre come armatura di ripartizione delle solette in c.a. si impiegherà acciaio ad aderenza migliorata saldabile tipo B450C (ex FeB44K controllato in stabilimento con  $\sigma_{adm} = 2600 \text{ daN/cm}^2$ ) conformemente a quanto previsto al punto 11.3.2 del D.M. 17.01.2018.

Nei calcoli si assumono i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$$

E' comunque consentito e accettato l'uso di acciaio ad aderenza migliorata saldabile tipo B450A (solo per diametri compresi tra 5 e 10 mm) nel rispetto delle prescrizioni della tabella seguente:

Tabella 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{v\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_v/f_{vnom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\ %$	10.0

### 1.7 Viti strutturali per elementi lignei - VGZ

Per la realizzazione delle connessioni tra elementi lignei si utilizzano viti in acciaio a tutto filetto, a testa cilindrica, in acciaio al carbonio con zincatura galvanica bianca.

I valori caratteristici sono secondo normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA-11/0030.

Per i valori di resistenza meccanica e per la geometria delle viti si è fatto riferimento a quanto riportato in ETA-11/0030.

- $f_{yk} = 1000\text{ N/mm}^2$ ;
- diametri  $\Phi 7$  e  $\Phi 9$ .

### 1.8 Connettori per solai legno-calcestruzzo - VB

Per la realizzazione delle connessioni tra elementi lignei e le solette in calcestruzzo si utilizzano connettori in acciaio brunito, a parziale filetto, a testa svasata, in acciaio al carbonio con zincatura galvanica brunita fissati sulla trave lignea.

I valori caratteristici sono secondo normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA-13/0699.

Per i valori di resistenza meccanica e per la geometria delle viti si è fatto riferimento a quanto riportato in ETA-13/0699.

I connettori dovranno avere le seguenti prestazioni meccaniche previste in progetto:

- |   |                   |       |
|---|-------------------|-------|
| - Resistenza caratteristica a taglio                  | $F_{vrk} = 18,10$ | KN    |
| - Modulo di scorrimento allo stato limite di servizio | $K_{ser} = 25$    | KN/mm |
| - Modulo di scorrimento allo stato limite ultimo      | $K_u = 16,67$     | KN/mm |

valutati nel caso di applicazione diretta del connettore sul legno ( $t=0$ ).

## 2 CALCESTRUZZO

### 2.1 Calcestruzzo strutturale alleggerito tipo "LATERLITE LECA CLS 1600"

Per la realizzazione delle solette della scala si prescrive un CLS strutturale a prestazione garantita (secondo le "Linee guida sul cls strutturale" del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.).

Il cls in opera dovrà garantire le seguenti prestazioni:

- |  |   |
|--|---|
| - Classe di resistenza                     | LC30/33   |
| - Resistenza caratteristica a compressione | $f_{1ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$ $R_{1ck} = 330 \text{ daN/cm}^2$ |
| - Resistenza di calcolo a compressione     | $f_{cd} = 170 \text{ daN/cm}^2$                                   |
| - Modulo elastico secante                  | $E_{1cm} = 173.700 \text{ daN/cm}^2$                              |

Il calcestruzzo dovrà inoltre avere le seguenti caratteristiche secondo UNI-EN 206:2006 e UNI11104:2004, conformemente a quanto previsto al punto 4.1.12 e 11.2 del D.M. 17.01.2018:

- |   |   |
|---|---|
| - Calcestruzzo armato alleggerito       | tipo "Laterlite Leca cls 1600"                        |
| - Classe di esposizione ambientale      | XC1   |
| - Consistenza al cono di Abrams (slump) | S4  |
| - Massima dimensione inerte             | 25 mm   |
| - Copriferro minimo                     | 20 mm   |
| - Massa per unità di volume             | classe D1,6 – $1500 < \rho \leq 1600 \text{ daN/m}^3$ |

### **3 MURATURE NUOVE**

#### **3.1 Muratura a mattoni pieni**

Per la realizzazione dei nuovi pannelli in muratura, degli interventi a scuci e chiusura di nicchie si utilizzeranno mattoni pieni conformi a quanto disposto dalla norma per le nuove murature al punto 11.10 del DM 17/01/2018.

Per le caratteristiche meccaniche del singolo elemento si è assunto:

- resistenza caratteristica a compressione :  $f_{bk} = 20 \text{ N/mm}^2$

La malta da utilizzare per le murature portanti dovrà essere una malta a prestazione garantita di classe M10, conforme a quanto disposto al punto 11.10.2.1 del DM 17/01/2018 con le seguenti caratteristiche:

- resistenza media a compressione:  $f_m = 10.0 \text{ N/mm}^2$

Le resistenze meccaniche caratteristiche a compressione e a taglio per la muratura nel suo complesso e i moduli elastici secanti vengono determinati secondo le indicazioni del punto 11.10.3:

- resistenza media a compressione della muratura:  $f_m = 7,9 \text{ N/mm}^2$   
- resistenza media a taglio della muratura:  $f_{vko} = 0,3 \text{ N/mm}^2$   
- valore medio del modulo di elasticità normale:  $E = 7900 \text{ N/mm}^2$   
- valore medio del modulo di elasticità tangenziale:  $G = 3160 \text{ N/mm}^2$   
- peso specifico medio della muratura:  $w = 18 \text{ kN/m}^3$   
- duttilità:  $\mu = 2,0$

## 4 MATERIALI COMPOSITI

### 4.1 Rete strutturale in fibra di vetro alcalino-resistente

Per la realizzazione dell'armatura delle pareti consolidate con intonaco armato si utilizzerà una rete strutturale preformata in fibra di vetro, alcalino-restente, con le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

RETE STRUTTURALE IN FIBRA DI VETRO A.R. PRE-APPRETTATA PER INTONACI ARMATI	
Caratteristiche	
Contenuto di zirconio Zr (%)	>17
Peso del tessuto non apprettato UNI 9311/4	255 g/m <sup>2</sup>
Peso del tessuto apprettato UNI 9311/4	315 g/m <sup>2</sup>
Rigidezza assiale a trazione EA	Ordito: 89 KN Trama: 89 KN
Allungamento a rottura UNI 9311/5	3,0 %
Carico di rottura singolo filo	Ordito: 3,1 KN Trama: 2,8 KN
Numero fili al metro	27
Resistenza unitaria per unità di larghezza della rete UNI 9311/5	Ordito: 84±1 N/mm Trama: 76±1 N/mm
Spessore medio tessuto apprettato UNI 9311/3	1,5 mm
Dimensione maglie (misure interne)	38 x 38 mm

### 4.2 Nastri in tessuto di acciaio galvanizzato

Per la realizzazione dei diafani diffusi di consolidamento dei maschi murari e per la realizzazione dei connettori di collegamento nei paramenti murari si utilizzerà un tessuto di armatura unidirezionale in filamenti di acciaio zinco galvanizzato ad alta resistenza, con grammatura di 1200 g/m<sup>2</sup>, con le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

TESSUTO IN ACCIAIO ZINCO GALVANIZZATO AD ALTA RESISTENZA	
Caratteristiche:	
Peso acciaio [g/m <sup>2</sup> ]	1206



Peso totale tessuto [g/m <sup>2</sup> ]	1235
Tensione di rottura a trazione dell'acciaio	3100
Modulo elastico a trazione dell'acciaio	> 200
Allungamento a trazione dell'acciaio [%]	> 1.6
Diametro treccia [mm]	1
Carico di rottura del trefolo [KN]	>0,8
Area resistente per unità di larghezza	153,63
Carico massimo per unità di larghezza	368,71

#### 4.3 Appoggi elastomerici per elementi lignei

Per la realizzazione degli appoggi dei puntoni lignei di copertura si prescrive l'uso di appoggi elastomerici armati, della serie "AGOM- E link tipo C4E", realizzato con due piastre esterne e un perno superiore per il collegamento alla struttura tramite una contro piastra in acciaio, corpo in gomma vulcanizzata con interposti lamierini metallici, il tutto conforme alla EN 1337-3.

Gli apparecchi d'appoggio devono essere progettati e prodotti in perfetto accordo con le specifiche delle nuove norme europee EN 1337-3 e sono certificati con il marchio CE.

## 5 MALTE, BOIACCHE E LEGANTI

### 5.1 Malta per consolidamento murature e per intonaco armato

Verranno utilizzate malte pronte all'uso, a base di calce idraulica naturale, fibro-rinforzata, realizzata con materiali naturali interamente riciclabili, cotti a basse temperature riducendo emissioni e consumi energetici. Tale malta è esente da Cromo VI; utilizza materiali della tradizione, è a basso tenore di sali solubili e a contatto con acqua forma prodotti idrati assai poco solubili e molto stabili di natura basica. E' marcata CE conformemente ai requisiti dalla UNI EN 998-2 per malte per muratura classe M15 e secondo la UNI EN 998-1 come malta per interni ed esterni GP CS IV, possiede le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche.

### 5.2 Malta a prestazione garantita

Per gli interventi di scuci-cuci e di chiusura delle nicchie si prescrive una malta M15 a prestazione garantita (par. 11.10.2.1) con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- *resistenza media a compressione:*  $f_m = 15,0 \text{ N/mm}^2$

Le nuove porzioni murarie devono essere realizzate disponendo la malta sia nei giunti orizzontali sia in quelli verticali.

### 5.3 Malta per iniezione nei perfori armati

Come boiacche da iniezione nei perfori armati sulle murature verranno utilizzate miscele da iniezione ad alta resistenza ai solfati ed a basso contenuto di sali idrosolubili a base di calce idraulica naturale NHL con aggiunta di pozzolana naturale e filler carbonatico, appositamente formulata per rigenerare e consolidare, le murature, compatibile fisicamente e chimicamente con i componenti originari della muratura e con caratteristiche meccaniche simili. Tale malta deve essere marcata CE conformemente ai requisiti dalla UNI EN 998-2 e possiede le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche.

### 5.4 Ancorante chimico ad iniezione per perforazioni armate

Per l'ancoraggio delle barre filettate-in acciaio al supporto, si utilizzi una resina ibrida monocomponente, dotata di certificazione ETA C2 e omologata ICC-ES tipo "Hilti HIT-HY 270" con le seguenti caratteristiche minime:

- Numero di componenti: 1
- Temperatura di applicazione: da +5 °C a +40 °C
- Temperatura limite di esercizio del materiale di base:
  - minima -40 °C
  - massima a breve termine +40 °C
  - massima a lungo termine +24 °C

## **6 ELEMENTI E STRUTTURE IN LEGNO**

### **6.1 Legno lamellare di abete – GL24h**

Per gli elementi in legno lamellare si utilizza legname di conifera ad incollaggio orizzontale del tipo a lamelle omogenee (GLh). La produzione è conforme alle normative ONDIN 4074-1, ONB4100-2-2003 e DIN 1052-2004 e alla norma europea armonizzata UNI-EN 14080. Nello specifico si fa riferimento al cap. 11.7.4 del D.M. 17.01.2018 e per la classe di resistenza, in accordo a quanto disposto dalla UNI-EN386, UNI-EN 387 e UNI-EN 1194 si sono assunti i seguenti valori caratteristici:

Legno lamellare (abete bianco o rosso) GL24 h:

- flessione parallela alle fibre:	$f_{m,k} = 240 \text{ daN/cm}^2$
- compressione parallela alle fibre:	$f_{c0,k} = 240 \text{ daN/cm}^2$
- trazione parallela alle fibre:	$f_{t0,k} = 165 \text{ daN/cm}^2$
- taglio:	$f_{v,k} = 27 \text{ daN/cm}^2$
- modulo elastico medio parallelo alle fibre:	$E_{0,m} = 116000 \text{ daN/cm}^2$