

Comune di Montebelluna

Provincia di Treviso

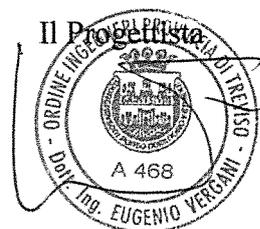
Progetto: **SCUOLA ELEMENTARE "A.SERENA" DI CAONADA**
Via Crociera, n° 9 – Foglio 48 m. n. 429

VERIFICHE TECNICHE LIVELLI DI SICUREZZA SISMICA
E PROGETTAZIONE PRELIMINARE INTERVENTO
ADEGUAMENTO O MIGLIORAMENTO SISMICO

2° fase: 06 agosto 2010 – Verifiche tecniche dei livelli di sicurezza sismica

Data: 06 agosto 2010

**Relazione sui materiali
da impiegare**



SOMMARIO:

- 1) CALCESTRUZZO
- 2) ACCIAIO PER C.A.
- 3) ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA
- 4) LEGNO
- 5) MURATURA

1) CALCESTRUZZO

PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO PER IL CALCESTRUZZO

- FONDAZIONI

OBBLIGO della certificazione del cls industrializzato richiesto dal DM del 14 Gennaio 2008 in accordo alle Linee Guida Ministeriali sul CLS preconfezionato

TIPO DI STRUTTURA : C.A

CLASSE DI RESISTENZA : C 25/30

Resistenza caratteristica R_{ck} : 30 N/mm²

Resistenza caratteristica f_{ck} : 25 N/mm²

Controllo di tipo : A

- provini : Cubici

- K_s : 3.5 MPa

CLASSE DI CONSISTENZA al getto : S4 (slump 16 - 21 cm)

CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2

a/c <= 0,58

CEMENTO..... CEM II/A-L 42.5 R

Aggregati :

- D_{max} : 20 mm

- PARETI INTERNE

OBBLIGO della certificazione del cls industrializzato richiesto dal DM del 14 Gennaio 2008 in accordo alle Linee Guida Ministeriali sul CLS preconfezionato

TIPO DI STRUTTURA : C.A

CLASSE DI RESISTENZA : C 25/30

Resistenza caratteristica R_{ck} : 30 N/mm²

Resistenza caratteristica f_{ck} : 25 N/mm²

Controllo di tipo : A

- provini : Cubici

- K_s : 3.5 MPa

CLASSE DI CONSISTENZA al getto : S4 (slump 16 - 21 cm)

CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC1

a/c <= 0,58

CEMENTO..... CEM II/A-L 42.5 R

Aggregati :

- D_{max} : 20 mm

- PARETI ESTERNE

OBBLIGO della certificazione del cls industrializzato richiesto dal DM del 14 Gennaio 2008 in accordo alle Linee Guida Ministeriali sul CLS preconfezionato

TIPO DI STRUTTURA : C.A

CLASSE DI RESISTENZA : C 32/40

Resistenza caratteristica R_{ck} : 40 N/mm²

Resistenza caratteristica f_{ck} : 32 N/mm²

Controllo di tipo : A

- provini : Cubici

- K_s : 3.5 MPa

CLASSE DI CONSISTENZA al getto : S4 (slump 16 - 21 cm)

CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC4

a/c <= 0,5

CEMENTO..... CEM II/A-L 42.5 R

Aggregati :

- Dmax : 25 mm

PRESCRIZIONI PER L'IMPRESA

- **ADOPTARE DISTANZIATORI** conformi alla realizzazione di un copriferro con spessore nominale indicato dal progettista delle strutture negli elaborati progettuali, in accordo all'Eurocodice 2 con riferimento alla classe di esposizione e al tipo di struttura (armata o precompressa).
- **STAGIONARE** ad umido le superfici del CLS per almeno 5 giorni dal getto con membrane antievaporanti, teli di plastica, acqua nebulizzata, ecc.).
- **METTERE IN OPERA** il CLS in modo tale che la resistenza strutturale (Cubica) del CLS in opera sia almeno eguale all' 85% della resistenza media (Rm) di progetto ($R_m = R_{ck} + k \cdot s$).
Esempio: - 28 Mpa per Rck 30;- 33 Mpa per Rck 35

RACCOMANDAZIONI PER IL DIRETTORE DEI LAVORI (DL)

- **VERIFICARE** che esista la certificazione del calcestruzzo industrializzato (FPC) richiesta obbligatoriamente dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 14 Gennaio 2008.
- **FAR PRELEVARE**, in sua presenza (o in presenza di un suo tecnico di fiducia esplicitamente delegato), il CLS fornito per la confezione dei provini da inviare a un Laboratorio Ufficiale con richiesta scritta di eseguire il controllo di accettazione, di tipo A oppure B, richiesto obbligatoriamente dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 14 Gennaio 2008.
- **ACCERTARE**, come richiesto obbligatoriamente dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 14 Gennaio 2008, che la resistenza media della struttura in opera (Rs), determinata con prove distruttive (carote estratte dalla struttura) o non-distruttive (sclerometria, velocità degli ultrasuoni, ecc), sia almeno eguale all' 85% (e cioè 28Mpa per cls Rck 30 e 33 Mpa per Rck 35) della resistenza media (Rm) di progetto ($R_m = R_{ck} + K \cdot s$) e che comunichi al progettista di procedere alla verifica della sicurezza della struttura qualora questo requisito non sia soddisfatto.
- **MISURARE**, se indicato dal progetto nelle prescrizioni per l'impresa, con prove distruttive o non-distruttive (magnetometria) lo spessore del copriferro per verificare che esso sia almeno eguale a quello eventualmente precisato nel progetto e procedere al progettista di verificare la sicurezza e la durabilità dell'opera qualora questo requisito non sia rispettato.

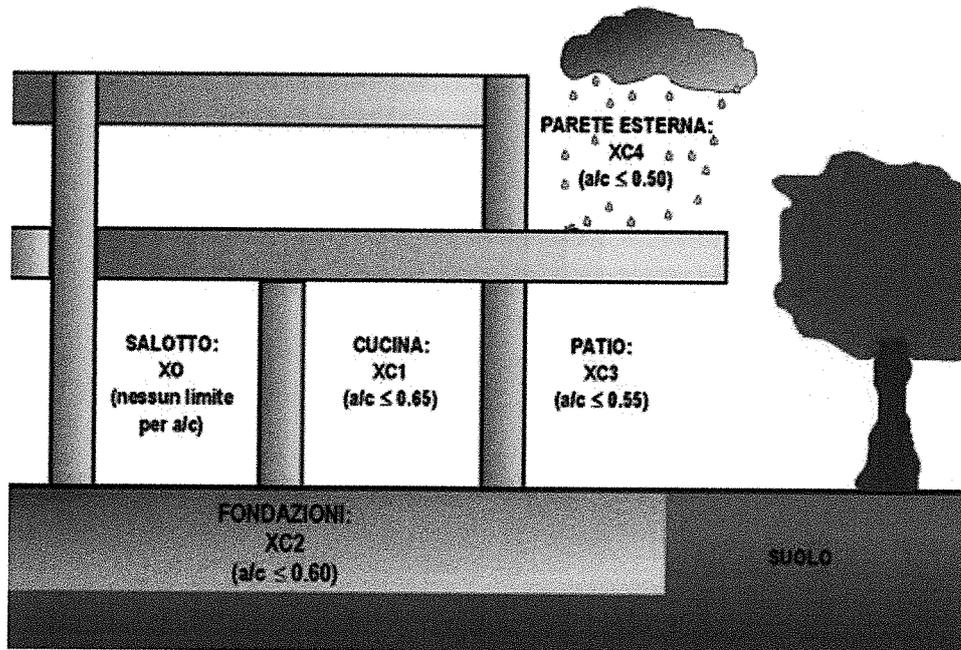
INDICAZIONI AGGIUNTIVE

1) Chiarimento sul significato delle classi di esposizione

CLASSE	AMBIENTE	TIPO DI STRUTTURA	NUMERO DI SOTTOCLASSI
XO	Nessun rischio di corrosione (interni di edifici con U.R. molto bassa)	Non armata e armata	1
XC	Corrosione delle armature promossa dalla carbonatazione	Armata	4
XD	Corrosione delle armature promossa dai cloruri esclusi quelli presenti in acqua di mare	Armata	3
XS	Corrosione delle armature promossa dai cloruri dell'acqua di mare	Armata	3
XF	Degrado del calcestruzzo per cicli di gelo-disgelo	Non armata e armata	4
XA	Attacco chimico del calcestruzzo (incluso quello promosso dall'acqua di mare)	Non armata e armata	3

ATTRIBUZIONE SOTTOCLASSE XC

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI DI STRUTTURE CHE SI TROVANO NELLA CLASSE DI ESPOSIZIONE	MAX A/C	R _{ck} * MIN.	DOSAGGIO MINIMO DI CEMENTO (kg/m ³)
XC1	Asciutto	Interni di edifici con U.R. molto bassa	0.65	25	260
XC2	Bagnato raramente asciutto	Strutture idrauliche. Fondazioni e strutture interrato	0.60	30	280
XC3	Moderatamente umido	Interni di edifici con umidità relativa moderata/alta Strutture esterne protette dal contatto diretto con la pioggia	0.55	37	280
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Strutture esterne esposte all'acqua piovana	0.50	37	300



*Tabelle e grafici tratti da Enco Journal

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA: INFORMAZIONI DI PRELIEVO DEI CAMPIONI IN CANTIERE

La direzione dei lavori esegue controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea).

Controllo di tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi (OGNI PRELIEVO E' COSTITUITO DA 2 CUBETTI), ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 m² di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti. La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro d pari a 150 mm ed altezza h 300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 m² di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad ¼ della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della casseratura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:
 - tipo di calcestruzzo;
 - numero di provini effettuati;
 - codice del prelievo;
 - metodo di compattazione adottato;
 - numero del documento di trasporto;
 - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di 20 ± 2 °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di 20 ± 2 °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008.

CONTROLLI SUPPLEMENTARI DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

CAROTAGGI

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di $(h/D) = 1$ o 2 e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

ZONA DI PRELIEVO

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

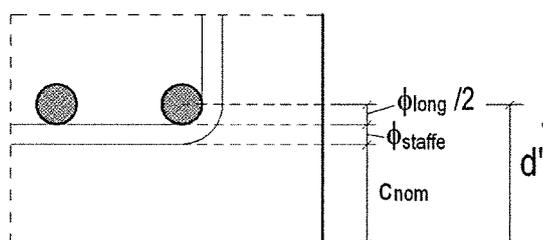
PROVE DI CARICO

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

CHIARIMENTI SU COPRIFERRO

Determinazione del copriferro nominale

le caratteristiche del calcestruzzo dettate dalla norma UNI 11104 valgono soltanto se il copriferro è garantito in fase esecutiva.



L'EC 2 definisce **COPRIFERRO NOMINALE** (c_{nom}) la distanza tra la superficie dell'armatura più esterna e la faccia del calcestruzzo più prossima. Tale valore non va confuso con il parametro (d') utilizzato nei calcoli per la definizione dell'altezza utile della sezione (d).

Il c_{nom} è quello indicato nei disegni esecutivi. Le lunghezze delle staffe vanno considerate come “a filo

esterno staffa”.

ALLEGATI

- LINEE GUIDA DIREZIONE LAVORI – PROGETTO CONCRETE
- VERBALI DI PRELIEVO CALCESTRUZZO, ACCIAIO

2) ACCIAIO PER C.A.

ACCIAIO PER C.A. B450C	
<u>Metodo agli stati limite</u>	
f_{yk} tensione caratteristica di snervamento:	$\geq 4500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione caratteristica di rottura:	$\geq 5400 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3913 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \geq 1.15$$

Diametro delle barre: $6 \leq \phi \leq 40 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 16 \text{ mm}$.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $6 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0.6$

Controlli in cantiere delle barre d'armatura

Il Direttore dei Lavori deve eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio da c.a., prima della messa in opera del lotto di spedizione e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. **Il campionamento consiste, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in 3 spezzoni, marchiati, del medesimo diametro,** sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Se le barre sono presagomate, il Direttore dei Lavori dopo aver verificato quanto riportato nel punto 1 di questo documento, puo recarsi presso il Centro di trasformazione ed effettuare i controlli di accettazione. In tal caso i prelievi vengono effettuati dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori.

In ognuno dei casi il Direttore dei Lavori deve assicurare mediante sigle, etichettature, ecc. che i campioni inviati al laboratorio siano quelli da lui prelevati e sottoscrivere la richiesta. La richiesta deve indicare anche la struttura interessata dal prelievo.

3) ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Modulo Elastico: $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$ (210.000 N/mm^2)

Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$

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

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

Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Caratteristiche minime dei materiali

	S235
tensione di rottura	360 N/mm^2
tensione di snervamento	235 N/mm^2

BULLONERIA

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

STATO DI TENSIONE					
CLASSE VITE	f_{tb} (N/mm^2)	f_{yb} (N/mm^2)	$f_{k,N}$ (N/mm^2)	$f_{d,N}$ (N/mm^2)	$f_{d,v}$ (N/mm^2)
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
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

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^2), ed ha le seguenti caratteristiche:

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

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.

4) LEGNO

Riferimenti:

- D.M. 14.01.2008, par. 11.7
- CNR-DT 206/2007: Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di strutture in legno.

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione.

Classi di resistenza per legno di conifere e di pioppo

Valori	Resistenze [MPa]												
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Trazione parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	37	30
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	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 par. alla fibra	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compressione perp. alla fibra	$f_{c,90,k}$	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]												
Medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15	16
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
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 ³]												
Massa volumica caratteristica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Massa volumica media	ρ_m	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Classi di resistenza per legno di latifoglie

Valori	Resistenze [MPa]						
		D30	D35	D40	D50	D60	D70
Flessione	$f_{m,k}$	30	35	40	50	60	70
Trazione parallela alle fibre	$f_{t,0,k}$	18	21	24	30	36	42
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Compressione par. alla fibra	$f_{c,0,k}$	23	25	26	29	32	34

Compressione perp. alla fibra	$f_{c,90,k}$	8.0	8.4	8.8	9.7	10.5	13.5
Taglio	$f_{v,k}$	3.0	3.4	3.8	4.6	5.6	6.0
	Modulo Elastico [GPa]						
Medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	10	10	11	14	17	20
Caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	8.0	8.7	9.4	11.8	14.3	16.8
Medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0.64	0.69	0.75	0.93	1.13	1.33
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0.60	0.65	0.70	0.88	1.06	1.23
	Massa Volumica [kg/m³]						
Massa volumica caratteristica	ρ_k	530	560	590	650	700	900
Massa volumica media	ρ_m	640	670	700	780	840	1080

5) MURATURA

(Riferimento D.M. 14.01.2008, par. 11.10)

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione, secondo il D.M. 20/11/1987 (e riprese nel D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni").

Modulo di elasticità normale secante E: $E = 1000 \cdot f_k$

Modulo di elasticità tangenziale secante G: $G = 0.4 \cdot E$

Parametri caratteristici:

f_k : resistenza caratteristica a compressione della muratura;

f_{vk0} : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali; $f_{vk0} = 0.7 f_{vm}$;

f_{vk} : resistenza caratteristica a taglio in presenza di tensioni di compressione;

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \sigma_n;$$

Valore della f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

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	--

Valore della f_k per murature in elementi naturali di pietra squadrata

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	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
≥ 40.0	14.3	12.0	10.4	--