



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**Dipartimento  
per lo sport**

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - PNRR Finanziato dall'Unione Europea Next Generation EU  
SPORT M5 C2 3.1 Cluster 1



COMUNE DI PARMA  
Settore lavori pubblici  
e Sismica

## Realizzazione di un nuovo impianto sportivo **LA PALESTRA PER TUTTI**

in localita' Moletolo, Via Luigi Anedda  
CUP I95B22000080006 CIG 955307467

il Responsabile Unico del Procedimento: **Ing. Marcello Bianchini Frassinelli**



Impresa Esecutrice:



**GRENTI S.p.A.**  
Via Guglielmo Marconi, 6  
43040 Solignano Parma Italia  
tel +39 0525 54542  
info@grenti.it

Progettisti:



Società di ingegneria

Str. Cavagnari, 10 - 43126 PARMA - Italy  
Tel. 0521/986773 Fax 0521/988836  
info@aierre.com



Collaboratori:



**Studio Ing Giampaolo Vecchi**  
Consulenza e progettazione  
impianti elettrici ed illuminazione  
Via Mazzini, 22 43013 Langhirano PR



**STUDIO TECNICO Q.S.A.**

Via Sicuri 60/A 43124 Parma  
Tel. 0521 257377  
studioqsa@studioqsa.it



**Studio Ingegneria Dalmonte**  
Consulenza e progettazione  
impianti meccanici  
Via T. Tasso, 2 - 40033  
Casalecchio di Reno BO

# PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

**STRUTTURE**

ELABORATO N°

**PE.AS.ST.03**

TITOLO

**RELAZIONE SUI MATERIALI DELLE STRUTTURE**

SCALA

DATA

**09.08.2024**

| Rev.   | Data       | Descrizione | Redatto  | Verificato | Approvato |
|--------|------------|-------------|----------|------------|-----------|
| rev. 0 | 09.08.2024 | emissione   | A.I.erre | Bonati     | Bonati    |
| rev. 1 |            |             |          |            |           |
| rev. 2 |            |             |          |            |           |
| rev. 3 |            |             |          |            |           |
| rev. 4 |            |             |          |            |           |

Il presente elaborato è tutelato dalle leggi sul diritto d'autore. E' fatto divieto a chiunque di riprodurlo anche in parte se non per fini autorizzati.

1

**REGIONE EMILIA ROMAGNA**  
**PROVINCIA DI PARMA – COMUNE DI PARMA**

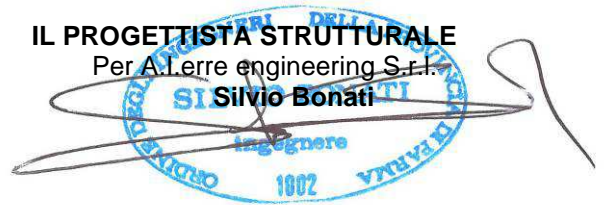
**COMMITTENTE:** **COMUNE DI PARMA**  
Settore Lavori Pubblici e Sismica

**OPERA:** **REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO SPORTIVO**  
**“LA PALESTRA PER TUTTI”**  
Via Luigi Anedda – Loc- Moletolo – Parma - PR

**OGGETTO:** **PROGETTO ESECUTIVO DELLE STRUTTURE**

**ELABORATO:** **PE.AS.ST.03**  
**“RELAZIONE SUI MATERIALI DELLE STRUTTURE”**

**IL PROGETTISTA STRUTTURALE**  
Per A.I.erre engineering S.r.l.  
**Silvio Bonati**



| Rev. | Data       | Descrizione | Redatto  | Controllato    | Approvato |
|------|------------|-------------|----------|----------------|-----------|
| 00   | 30.06.2024 | Emissione   | A.I.erre | Ing. S. Bonati |           |

**Doc.: 4734-23 La Palestra per Tutti-PE.AS.ST.03**

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INDICE</b>  | <b>2</b>  |
| <b>3 RELAZIONE SUI MATERIALI</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3.1 Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera</b>         | <b>3</b>  |
| 3.1.1 Opere in calcestruzzo armato   | 3         |
| 3.1.1.1 Strutture di Fondazione realizzate in opera                                | 3         |
| 3.1.1.2 Strutture di Elevazione realizzate in opera                                | 4         |
| 3.1.1.3 Getti pannelli in Blocchi Cassero "Legno-cemento"                          | 5         |
| 3.1.2 Acciaio per armatura lenta nel c.a.  | 5         |
| 3.1.3 Malte ad Alta resistenza per inghisaggi ed allettamenti                      | 10        |
| 3.1.4 Ancorante Chimico per Ferri di Armatura e/o Barre Filettate                  | 10        |
| 3.1.5 Acciaio per opere Strutturali in Carpenterie Metalliche                      | 10        |
| 3.1.5.1 Definizione della Classe di Esecuzione                                     | 11        |
| 3.1.5.2 Piastre, Piatti, Profili, Fazzoletti                                       | 12        |
| 3.1.5.3 Lamiere Grecate  | 13        |
| 3.1.5.4 Barre filette, viti, bullonerie  | 13        |
| 3.1.5.5 Unioni Saldate   | 13        |
| 3.1.5.6 Trattamenti Superficiali di Protezione alla corrosione – Zincatura a Caldo | 14        |
| 3.1.5.7 Trattamenti Superficiali di Verniciatura                                   | 14        |
| 3.1.6 Blocchi Cassero Legno-cemento  | 14        |
| 3.1.7 Strutture in Legno   | 15        |
| 3.1.7.1 Elementi Strutturali Travi e Travetti in LL                                | 15        |
| 3.1.7.2 Pannelli in legno - tipo OSB   | 16        |
| 3.1.7.3 Viti, Chiodi e Staffe metalliche di connessione elementi lignei            | 17        |
| 3.1.7.4 Spinotti, Bulloni, Barre Filettate e Resina Chimica                        | 17        |
| 3.1.8 - Sottofondo alleggerito per impianti  | 18        |
| 3.1.9 Massetto alleggerito di Sottopavimentazione e/o livellamento                 | 18        |
| <b>3.2 Valori di Calcolo</b>   | <b>18</b> |
| 3.2.1 Calcestruzzi armati  | 18        |
| 3.2.1.1 Strutture in opera di Fondazione   | 18        |
| 3.2.1.2 Strutture in opera di Elevazione   | 19        |
| 3.2.2 Acciaio per armatura lenta   | 19        |
| 3.2.3 Acciaio per Strutture in Carpenteria Metallica                               | 19        |
| 3.2.3.1 Unioni Bullonate e Barre Filettate   | 19        |
| 3.2.3.2 Unioni Saldate   | 20        |
| 3.2.4 Strutture in LL  | 21        |
| 3.2.4.1 Travetti Pannello di Controsoffitto interno palestra                       | 21        |
| 3.2.4.2 Arcarecci di intradosso Copertura Palestra                                 | 21        |
| 3.2.4.3 Arcareccio di estradosso copertura Palestra                                | 22        |
| 3.2.4.4 Trave principale bifalda di copertura Palestra                             | 22        |
| <b>3.3 Specifiche di Accettazione dei materiali</b>                                | <b>23</b> |
| 3.3.1 Calcestruzzo – Verifica Documentale Preliminare – Fase 1                     | 23        |
| 3.3.2 Acciaio per c.a. – Verifica Documentale Preliminare – Fase 1                 | 24        |
| 3.3.3 Acciaio per Carpenteria Metallica – Fase 1                                   | 25        |
| 3.3.4 Bulloni – Verifica documentale preliminare – FASE 1                          | 25        |
| 3.3.5 Tirafondi – Verifica documentale – Fase 1                                    | 26        |
| 3.3.6 Malta di Allettamento – Verifica documentale preliminare – Fase 1            | 26        |
| 3.3.7 Ancoranti – Verifica documentale - Fase 1                                    | 26        |
| 3.3.8 Materiali e Prodotti a base Legno – Verifica Documentale – Fase 1            | 26        |
| 3.3.9 Calcestruzzo – Accettazione – Fase 2   | 28        |
| 3.3.10 Acciaio per c.a. – Accettazione – Fase 2                                    | 29        |
| 3.3.11 Accettazione acciaio per carpenteria metallica – Fase 2                     | 30        |
| 3.3.12 Accettazione Bulloni - Fase 2   | 31        |
| 3.3.13 Accettazione Tirafondi – Fase 2   | 31        |
| 3.3.14 Accettazione del Legno Strutturale – Fase 2                                 | 31        |
| <b>3.4 Modalità di posa in opera del calcestruzzo strutturale</b>                  | <b>35</b> |

### 3 RELAZIONE SUI MATERIALI

Si riportano le caratteristiche, qualità, dosatura dei materiali relative alle **Strutture di Fondazione e di Elevazione da realizzare in opera** necessarie per i lavori di edificazione dell'intervento in oggetto, il quale prevede la *Realizzazione del nuovo impianto sportivo, denominato "La Palestra per Tutti"* da realizzarsi in Via Luigi Anedda in Località Moletolo in Comune di Parma - PR; per conto del Comune di Parma – Settore Lavori Pubblici e Sismica.

L'attività è condotta sulla base di quanto definito al **§ 11 del DM 17.01.2018**, nonché sulla necessità di garantire la durabilità e prevenire i fenomeni di degrado secondo le indicazioni del **§2.2.4 del DM 17.01.2018**.

La Relazione in Oggetto riguarda in particolare il **Progetto Esecutivo delle Strutture** da realizzare in opera ricomprese negli Elaborati Grafici Progettuali costituenti il Progetto Esecutivo.

**Trattasi di Progetto Finanziato dall'Unione Europea – Next Generation EU - PNRR SPORT M5 C2 3.1 Cluster 1.**

#### 3.1 Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera

##### 3.1.1 Opere in calcestruzzo armato

Le opere sono descritte dal punto di vista degli aspetti connessi alla loro durabilità in relazione alle loro condizioni d'uso, facendo particolare riferimento al seguente quadro normativo:

**UNI EN 206-1** Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità

**UNI 11104** Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

La classe di resistenza del calcestruzzo è quindi definita in relazione ai requisiti maggiormente penalizzanti tra quelli connessi allo stato di sollecitazione e quelli correlati all'aggressività dell'ambiente.

Le **classi di esposizione** maggiormente penalizzanti per la durabilità del calcestruzzo in riferimento alla norma UNI-EN 206-1, UNI EN 197, UNI ENV 1992-1-1, UNI 8981-5 sono le seguenti:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| - Strutture di Fondazione                          | <b>Classe XC2;</b>     |
| - Strutture di Elevazione Verticali ed orizzontali | <b>Classe XC1-XC2;</b> |

##### 3.1.1.1 Strutture di Fondazione realizzate in opera

In accordo con la norma UNI 11104 le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo sono:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Classe di esposizione                  | <b>XC2</b>                  |
| Classe di resistenza minima            | <b>C25/30</b>               |
| Rapporto massimo acqua/cemento         | <b>0.60</b>                 |
| Contenuto minimo di cemento            | <b>300 kg/m<sup>3</sup></b> |
| Classe di consistenza                  | <b>S4</b>                   |
| Diametro massimo nominale degli inerti | <b>20 mm.</b>               |

In accordo con gli Eurocodici per queste strutture si prevede un copriferro minimo di

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Suole di fondazione       | ≥ 40 mm; |
| Nervature travi e cordoli | ≥ 30 mm. |

La **prescrizione a livello progettuale**, per esigenze strutturali, risulta:

|  |   |
|--|---|
| Classe di resistenza a compressione richiesta da progetto: | <b>C25/30;</b>  |
| Classe di esposizione:                                     | <b>XC2;</b>   |
| Nello specifico si ottiene:                                |   |
| Resistenza caratteristica a compressione cubica            | $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$                             |
| Resistenza caratteristica a compressione cilindrica        | $f_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$                             |
| Valor medio della resistenza cilindrica a compressione     | $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$                   |
| Resistenza media a trazione semplice (assiale)             | $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$   |
| Resistenza a trazione per flessione                        | $f_{ctm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3.08 \text{ N/mm}^2$         |
| Modulo elastico  | $E = 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0,3} = 31476 \text{ N/mm}^2$ |
| Coefficiente di Poisson                                    | $\nu = 0,15.$   |

### 3.1.1.2 Strutture di Elevazione realizzate in opera

In accordo con la norma UNI 11104 le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo sono:

|  |  |
|--|--|
| Classe di esposizione                  | <b>XC1-XC2</b>   |
| Classe di resistenza minima            | <b>C25/30</b>  |
| Rapporto massimo acqua/cemento         | <b>0.60</b>  |
| Contenuto minimo di cemento            | <b>300 kg/m<sup>3</sup></b>  |
| Classe di consistenza                  | <b>S4</b>  |
| Diametro massimo nominale degli inerti | <b>20 mm elementi verticali</b><br><b>15 mm elementi orizzontali</b> |

In accordo con gli Eurocodici per queste strutture si prevede un copriferro minimo di

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Setti , Pilastri            | ≥30 mm |
| Travi, solette di impalcato | ≥25 mm |

La **prescrizione a livello progettuale**, per esigenze strutturali, risulta:

|  |  |
|--|--|
| Classe di resistenza a compressione richiesta da progetto: | <b>C30/37;</b>   |
| Classe di esposizione:                                     | <b>XC1-XC2;</b>  |
| Rapporto massimo acqua/cemento                             | <b>0.55</b>  |
| Contenuto minimo di cemento                                | <b>320 kg/m<sup>3</sup></b>  |
| Classe di consistenza                                      | <b>S4</b>  |
| Diametro massimo nominale degli inerti                     | <b>20 mm elementi verticali</b><br><b>15 mm elementi orizzontali</b> |

In accordo con gli Eurocodici per queste strutture si prevede un copriferro minimo di

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Setti , Pilastri            | ≥30 mm |
| Travi, solette di impalcato | ≥25 mm |

Nello specifico si ottiene:

|  |   |
|--|---|
| Resistenza caratteristica a compressione cubica        | $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$                             |
| Resistenza caratteristica a compressione cilindrica    | $f_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$                             |
| Valor medio della resistenza cilindrica a compressione | $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$                   |
| Resistenza media a trazione semplice (assiale)         | $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$   |
| Resistenza a trazione per flessione                    | $f_{ctm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3.53 \text{ N/mm}^2$         |
| Modulo elastico  | $E = 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 32836 \text{ N/mm}^2$ |
| Coefficiente di Poisson                                | $\nu = 0,15.$   |

### 3.1.1.3 Getti pannelli in Blocchi Cassero "Legno-cemento"

In accordo con la norma UNI 11104 le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo sono:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Classe di esposizione                  | <b>XC1</b>                  |
| Classe di resistenza minima            | <b>C25/30</b>               |
| Rapporto massimo acqua/cemento         | <b>0.60</b>                 |
| Contenuto minimo di cemento            | <b>300 kg/m<sup>3</sup></b> |
| Classe di consistenza                  | <b>S4</b>                   |
| Diametro massimo nominale degli inerti | <b>15 mm</b>                |

La prescrizione a livello progettuale, per esigenze strutturali, risulta:

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Classe di resistenza a compressione richiesta da progetto: | <b>C30/37;</b>              |
| Classe di esposizione:                                     | <b>XC1;</b>                 |
| Rapporto massimo acqua/cemento                             | <b>0.55</b>                 |
| Contenuto minimo di cemento                                | <b>320 kg/m<sup>3</sup></b> |
| Classe di consistenza                                      | <b>S4</b>                   |
| Diametro massimo nominale degli inerti                     | <b>15 mm</b>                |

Nello specifico si ottiene:

|  |   |
|--|---|
| Resistenza caratteristica a compressione cubica        | $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$                             |
| Resistenza caratteristica a compressione cilindrica    | $f_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$                             |
| Valor medio della resistenza cilindrica a compressione | $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$                   |
| Resistenza media a trazione semplice (assiale)         | $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$   |
| Resistenza a trazione per flessione                    | $f_{ctm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3.53 \text{ N/mm}^2$         |
| Modulo elastico  | $E = 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 32836 \text{ N/mm}^2$ |
| Coefficiente di Poisson                                | $\nu = 0,15.$   |

### 3.1.2 Acciaio per armatura lenta nel c.a.

|  |   |
|--|---|
| Barre longitudinali, staffe, spezzoni: acciaio tipo                  | <b>B450C;</b>                                   |
| Reti elettrosaldate $\phi \leq 8\text{mm}$ : acciaio tipo:           | <b>B450A</b>                                    |
| Peso Specifico: $\gamma_a$   | <b>7850 daN/m<sup>3</sup></b>                   |
| Valore caratteristico minimo della resistenza a rottura per trazione | <b><math>f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2</math></b> |

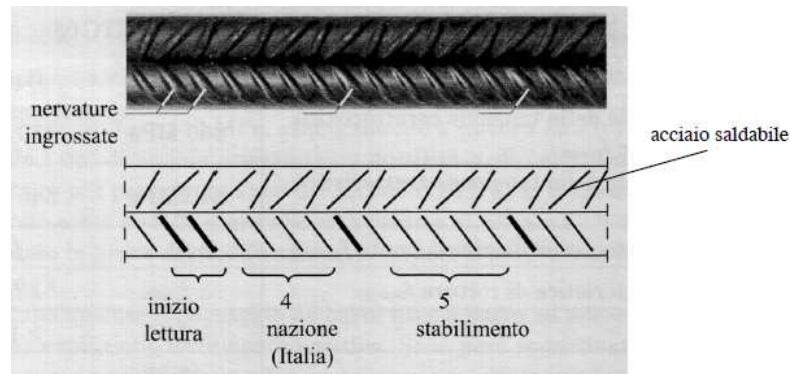
Valore caratteristico minimo della tensione a snervamento

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

|  | B450C            | B450A            |
|--|------------------|------------------|
| Valore nominale della tensione caratteristica di snervamento $f_{y,nom}$ | 450 MPa          | 450 MPa          |
| Valore nominale della tensione caratteristica di rottura $f_{t,nom}$     | 540 MPa          | 540 MPa          |
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk,0.05}$                     | $\geq f_{y,nom}$ | $\geq f_{y,nom}$ |
| Tensione caratteristica di rottura $f_{tk,0.05}$                         | $\geq f_{t,nom}$ | $\geq f_{t,nom}$ |
| $(f_t / f_y)_{k,0.10}$   | $\geq 1.15$      | $\geq 1.05$      |
| $(f_t / f_y)_{k,0.90}$   | $< 1.35$         |                  |
| $(f_y / f_{y,nom})_{k,0.90}$   | $\leq 1.25$      | $\leq 1.25$      |
| $A_{gt k,0.10}$  | $\geq 0.075$     | $\geq 0.025$     |

L'acciaio per c.a. in commercio è tutto ad *aderenza migliorata*: dotato di nervature o indentature trasversali sulla superficie esterna dei tondini, uniformemente distribuite, che contrastano lo sfilamento delle barre dal calcestruzzo.

Tutti i prodotti strutturali da costruzione devono essere provvisti di un marchio di identificazione, costituito da un codice inserito tra le nervature, che specifica la nazione produttrice, lo stabilimento ed il tipo di acciaio. Due nervature ingrossate indicano l'inizio della lettura del marchio. Nervature con inclinazione diversa denotano la saldabilità del materiale.



Il diametro  $\Phi$  e l'area delle barre maggiormente utilizzate sono riportati nella tabella seguente. Poiché le barre sono ad *aderenza migliorata*, le grandezze indicate si riferiscono alla *barra liscia equipesante*, considerando un peso specifico pari a  $\rho_s = 78.50 \text{ kN/m}^3$ .

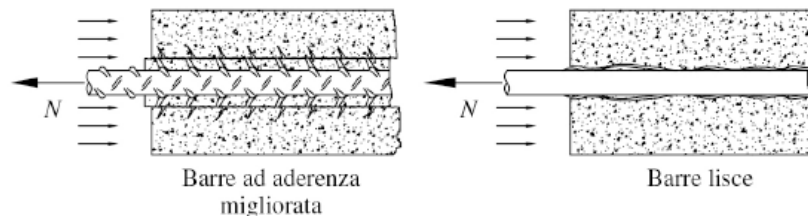
| $\phi$<br>(mm) | Area<br>(cm <sup>2</sup> ) |         |         |         |         |
|----------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                | $n = 1$                    | $n = 2$ | $n = 3$ | $n = 4$ | $n = 5$ |
| 6              | 0,28                       | 0,57    | 0,85    | 1,13    | 1,41    |
| 8              | 0,50                       | 1,00    | 1,51    | 2,01    | 2,51    |
| 10             | 0,79                       | 1,57    | 2,36    | 3,14    | 3,93    |
| 12             | 1,13                       | 2,26    | 3,39    | 4,52    | 5,65    |
| 14             | 1,54                       | 3,08    | 4,62    | 6,15    | 7,69    |
| 16             | 2,01                       | 4,02    | 6,03    | 8,04    | 10,05   |
| 18             | 2,54                       | 5,09    | 7,63    | 10,17   | 12,72   |
| 20             | 3,14                       | 6,28    | 9,42    | 12,56   | 15,70   |
| 22             | 3,80                       | 7,60    | 11,40   | 15,20   | 19,00   |
| 24             | 4,52                       | 9,04    | 13,56   | 18,09   | 22,61   |
| 26             | 5,31                       | 10,61   | 15,92   | 21,23   | 26,53   |

Modulo di Elasticità:  $E_s = 210000 \text{ MPa}$ ;  
 Resistenza di calcolo:  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa}$ ;  
 Deformazione allo snervamento:  $\epsilon_{yk} = f_{yk} / E_s = 450 / 210000 = 0.214\%$ ;  
 $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 391.3 / 210000 = 0.186\%$ ;  
 Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

• **Aderenza acciaio-calcestruzzo**

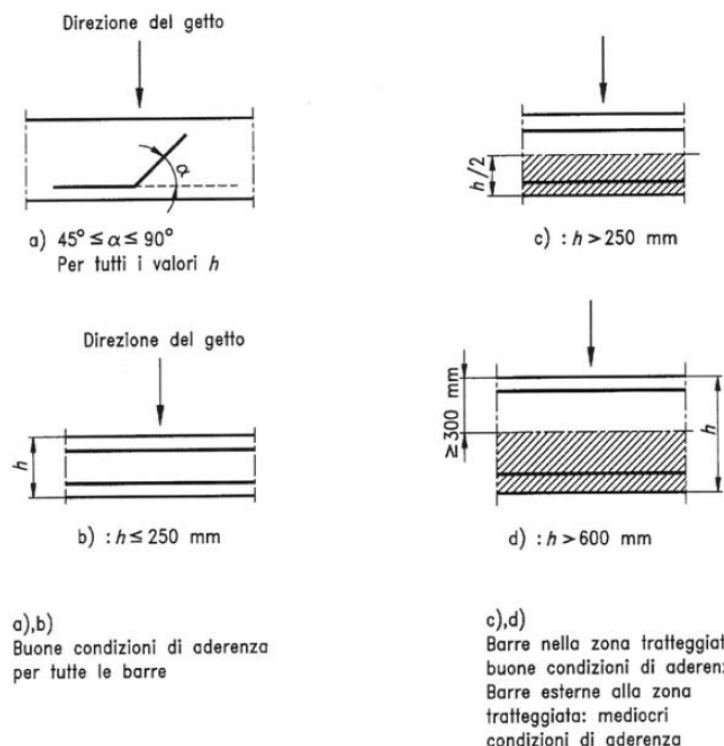
La solidarietà tra calcestruzzo e barre di acciaio è un requisito fondamentale delle strutture in c.a.

Essa è garantita dall'**aderenza** (*bond*) che si sviluppa lungo la superficie di contatto tra acciaio e calcestruzzo. L'aderenza assicura la trasmissione degli sforzi di scorrimento (*tensione di aderenza*) tra i due materiali ed è dovuta all'*adesione chimica molecolare*, alle *caratteristiche del calcestruzzo* ed alla *scabrosità delle superfici di contatto*, accentuata dalla presenza delle nervature nel caso di barre ad aderenza migliorata.



Il Valore massimo della tensione di aderenza dipende dalla posizione e dall'inclinazione della barra all'interno dell'elemento di calcestruzzo. Le norme considerano *buone* le condizioni di aderenza quando:

- La barra è inclinata rispetto all'orizzontale di un angolo compreso tra  $45^\circ$  e  $90^\circ$ ;
- La barra è posta nella metà inferiore di un elemento a distanza di almeno 30 cm dal bordo superiore dell'elemento;
- La barra è posta in un elemento la cui altezza nella direzione del getto non supera 25 cm.





Valori caratteristici e di calcolo della tensione di aderenza per barre nervate:

$$f_{bk} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk}; \quad f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$$

con:

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| $\eta_1 = 1.0$                | in condizione di buona aderenza;         |
| $\eta_1 = 0.7$                | in condizione di aderenza non buone;     |
| $\eta_2 = 1.0$                | per barre di diametro $\phi \leq 32$ mm; |
| $\eta_2 = (132 - \phi) / 100$ | per barre di diametro $\phi > 32$ mm.    |

Nel caso di barre lisce (impiegate nel passato) la *tensione di aderenza* veniva calcolata con la seguente espressione:

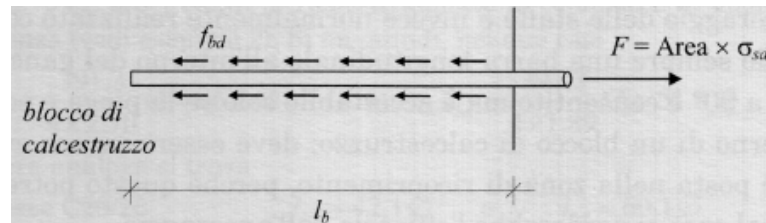
$$f_{bk} = 0.32 \sqrt{R_{ck}} \quad [\text{MPa}]$$

• **Lunghezza di ancoraggio**

Per lunghezza di ancoraggio si intende il tratto terminale di una barra tesa, misurato oltre la sezione in cui la barra è soggetta alla massima tensione. Un'adeguata lunghezza di ancoraggio impedisce lo sfilamento della barra per superamento delle tensioni di aderenza e, allo stesso tempo, consente la trasmissione al calcestruzzo della corrispondente forza di trazione.

La lunghezza di ancoraggio  $l_b$  si ottiene uguagliando la forza di trazione agente sulla barra con la risultante delle tensioni massime di aderenza:

$$l_b = \Phi / 4 (f_{yd} / f_{bd})$$

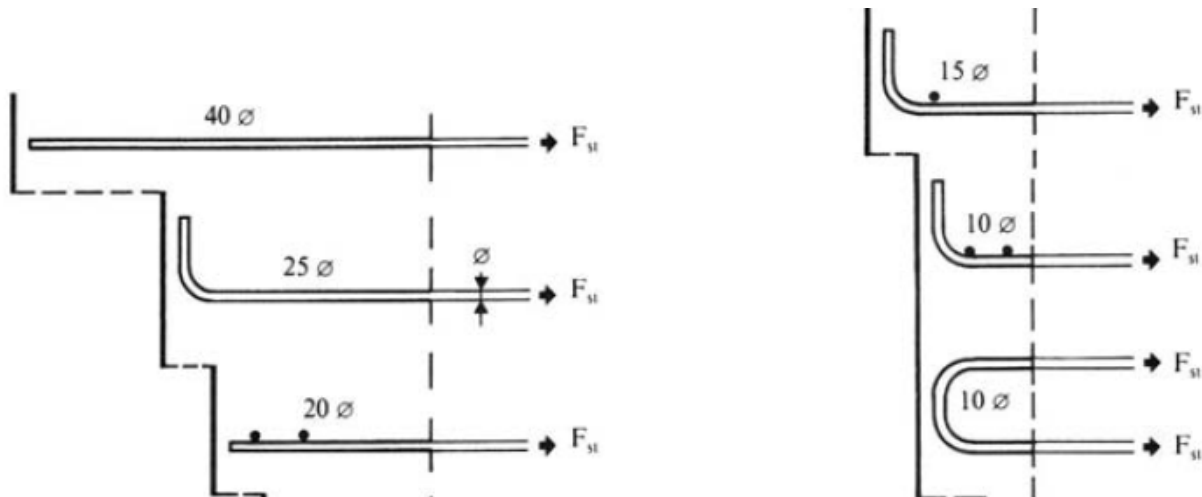


Da cui:

Per C25/30 in buona aderenza:  $l_b = 37 \Phi$ ;

Per C30/37 in buona aderenza:  $l_b = 33 \Phi$ .

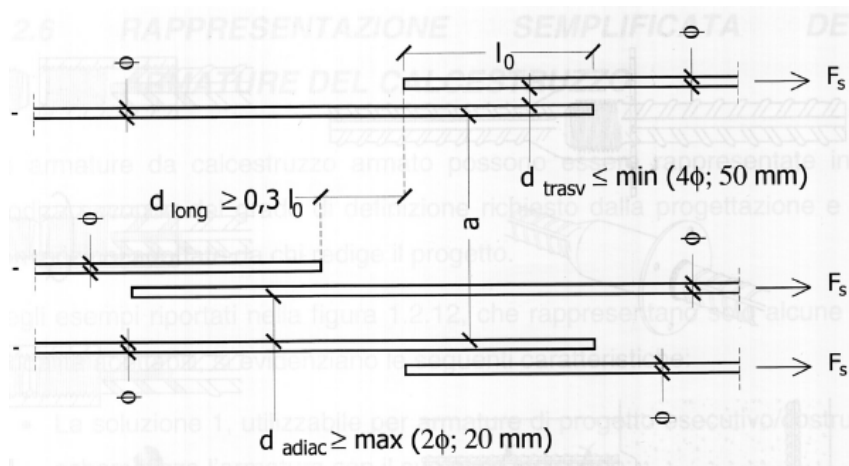
Particolari tipici di ancoraggio delle barre:



### • Giunzioni per Sovrapposizione

A causa dalla lunghezza commerciale limitata delle barre, pari a 12 m, può essere necessario predisporre delle giunzioni affiancando la parte di estremità di due barre consecutive. Nella zona di giunzione (*sovrapposizione*) si ha un graduale trasferimento di tensioni della prima barra al calcestruzzo e da questo alla seconda barra, in maniera da non interrompere la continuità dell'armatura.

Le sovrapposizioni non devono essere poste nelle sezioni più sollecitate e devono essere sfalsate tra di loro. Le barre sovrapposte non devono essere a contatto tra di loro e la loro distanza non può neppure superare 4 volte il diametro. In generale, in una zona di sovrapposizione bisogna rispettare le seguenti limitazioni:

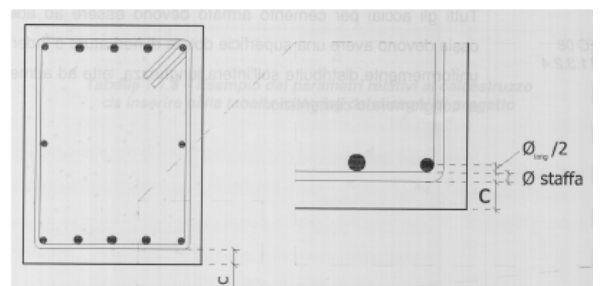
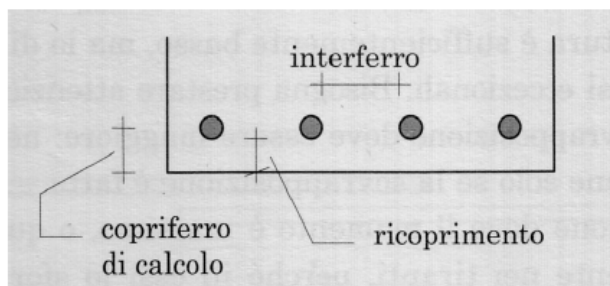


### • Copriferro ed Interferro

Per **copriferro**, o ricoprimento, si intende la distanza tra la superficie esterna dell'armatura, comprese le staffe, e la superficie esterna del calcestruzzo più vicina all'armatura. Il dimensionamento del copriferro è funzione del soddisfacimento dei seguenti criteri:

- Protezione delle armature contro la corrosione;
- L'aderenza tra le barre ed il calcestruzzo;
- La resistenza al fuoco degli elementi strutturali.

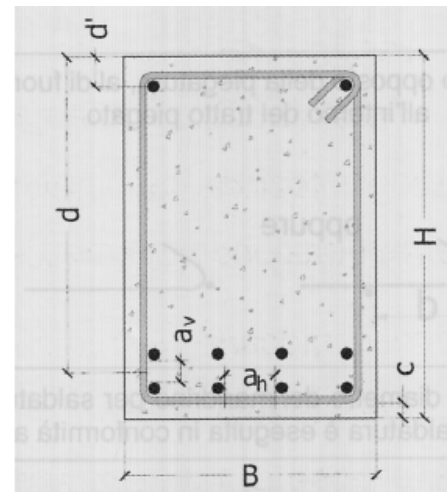
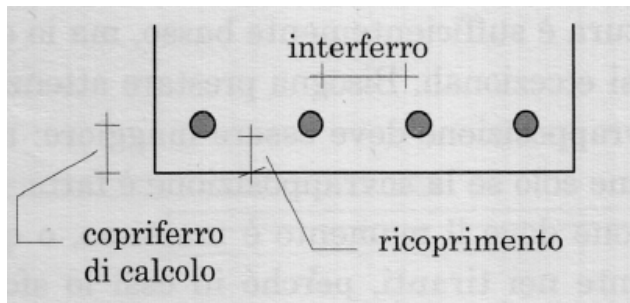
Per **copriferro di calcolo**, invece, si intende la distanza tra il baricentro dell'armatura e la superficie esterna del calcestruzzo.



Per **interferro** si intende la distanza tra due barre parallele, questa deve essere tale da garantire lo sviluppo delle tensioni di aderenza tra le barre ed il calcestruzzo e deve consentire la *corretta messa in opera* del calcestruzzo e la sua *compattazione*. Questi requisiti si ritengono soddisfatti se lo sono le seguenti limitazioni geometriche:

$$a_v, a_h \geq \max(\phi, d_{\max} + 5\text{mm}, 20\text{ mm})$$

dove  $d_{\max}$  è la dimensione massima degli inerti utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo.  
Inoltre, le barre disposte su più strati orizzontali separati devono essere allineate verticalmente.



### 3.1.3 Malte ad Alta resistenza per inghisaggi ed allettamenti

Malta colabile ad alta resistenza a base di cemento a ritiro compensato autolivellante tipo **Exocem G1** o equivalente (**EMACO S55**).

#### Caratteristiche Tecniche Prestazionali

Malta Anti-ritiro ad Alta Resistenza –  $R_{ck28gg} \geq 75\text{ MPa}$ .

Caratteristiche tecniche:

Resistenza Compressione 1, 2, 7, 28 gg (EN 12190) >40 >55 >70 >80 MPa

Resistenza Flessione 1, 2, 7, 28 gg (EN 196-1) >4 >6 >7,5 >8 MPa

Modulo elastico- a 28 gg (EN 13412) >33 GPa

Sfilamento a 28 gg (EN 1881) Spostamento <0,6 mm al carico di 75 KN

Forza d'aderenza alla barra liscia a 28 gg- RILEM-CEB-FIP- RC6-78 >4 MPa

Forza d'aderenza alla barra aderenza migliorata a 28 gg -RILEMCEB-FIP-RC6-78 25 MPa

Adesione al calcestruzzo a 28 gg - (EN 1542)  $\geq 2\text{ MPa}$

### 3.1.4 Ancorante Chimico per Ferri di Armatura e/o Barre Filettate

Si prescrive l'utilizzo di Resina Tipo: **Hilti HIT-RE 500 V4** (od equivalente di caratteristiche meccaniche non inferiori).

Ancorante Chimico epossidico ad iniezione ad alte prestazioni per collegamenti di ferri di ripresa e barre filettate nel c.a.

In alternativa, come ancorante chimico è possibile impiegare anche la resina vinilestere ibrida della ditta "Fischer" tipo: **FIS V / FIS V – Bond**.

Parametri caratteristici di aderenza:

$$\tau_{(rk,ucr)} \geq 11\text{ MPa}$$

Fori per Inghisaggi barre:

$$\Phi_f = \Phi_b + 4\text{ mm.}$$

### 3.1.5 Acciaio per opere Strutturali in Carpenterie Metalliche

Da realizzare secondo Norma: **UNI EN 1090-2:2018**

Classe di Esecuzione secondo Norma **UNI EN 1993-1-1:2005 / A1:2014 Annex C: EXC3**

### 3.1.5.1 Definizione della Classe di Esecuzione

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di opere a struttura metallica e pertanto è necessario definirne una Classe di Esecuzione:

La scelta della classe di esecuzione è stata effettuata nel rispetto della normativa europea **UNI EN 1093-1-1:2005 / A1:2014 Annex C**, e nel rispetto di quei fattori di esecuzione (Classe di importanza, Categoria di servizio e Categoria di produzione) che influenzano l'affidabilità complessiva della costruzione.

La procedura per la determinazione della classe di esecuzione è in tre fasi:

1. Selezione di una classe di importanza, espressa in termini di conseguenze prevedibili sia umane, che economiche o ambientali, di un guasto o di un cedimento di una componente;
2. Selezione di una categoria di servizio e di una categoria di produzione;
3. Determinazione della classe di esecuzione dai risultati delle operazioni a) e b).

La procedura per la determinazione e l'impiego della classe di esecuzione tiene conto del fatto che la progettazione è stata effettuata in conformità alle norme UNI EN.

#### Classe di Importanza

La **UNI EN 1093-1-1:2005 / A1:2014 Annex C** fornisce le Linee Guida per la scelta delle **classi di importanza** ai fini della differenziazione dell'affidabilità. Le classi di importanza per i componenti strutturali sono suddivise in tre livelli denotate con **CC1, CC2 e CC3**.

| Classe | Descrizione  | Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile   |
|--------|--|---|
| CC3    | Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali          | Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala da concerti)      |
| CC2    | Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali            | Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici) |
| CC1    | Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali | Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre  |

Il progetto in oggetto rientra nella **Classe di Importanza CC2**.

#### Categoria di Servizio

La **categoria di servizio** riguarda la valutazione del rischio connesso con l'esecuzione e l'utilizzo della struttura. I rischi possono derivare dalla complessità dell'esecuzione dei lavori e dalla incertezza nella esposizione e nelle azioni sulla struttura che possono evidenziare difetti nella struttura durante il suo utilizzo.

Rischi potenziali sono connessi in particolare con:

- Fattori di servizio derivanti dalle azioni di cui la struttura e le sue parti possono essere esposte durante il montaggio, l'utilizzo, e i livelli di sollecitazione nei componenti in relazione alla loro resistenza;
- Fattori di produzione derivanti dalla complessità della realizzazione della struttura e delle sue componenti, per esempio, applicazione di particolari tecniche, procedure o controlli.

Le categorie di servizio sono suddivise in due livelli denominati **SC1 e SC2**.

| Categorie  | Criteri  |
|--|--|
| SC1  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strutture e componenti progettate solo per azioni quasi statiche (Esempio: Edifici)</li> <li>- Strutture e componenti con connessioni progettate per azioni sismiche nelle regioni con bassa attività sismica e in DCL *</li> <li>- Strutture e componenti progettate per le azioni a fatica degli apparecchi di sollevamento (classe S<sub>0</sub>)**</li> </ul>   |
| SC2  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strutture e componenti progettate per le azioni fatica secondo la EN 1993. [Esempi: Ponti stradali e ferroviari, gru (classe da S<sub>1</sub> a S<sub>9</sub>)**, strutture suscettibili alle vibrazioni indotte dal vento, dalla folla o dalla rotazione di macchine].</li> <li>- Strutture e componenti con connessioni progettate per azioni sismiche nelle regioni con media o alta attività sismica ed in DCM* e DCH*</li> </ul> |
| * DCL, DCM, DCH: classi di duttilità secondo la EN 1998-1.<br>** Per la classificazione delle azioni a fatica degli apparecchi di sollevamento, vedere EN 1991-3 e EN 13001-1. |  |

Il presente progetto, in cui si è adottato un comportamento strutturale non dissipativo in una zona a media sismicità rientra nella **Categoria di Servizio SC2**.

### Categoria di Produzione

La **categoria di produzione** riguarda la valutazione del rischio connesso con l'esecuzione della struttura. La categoria di produzione può essere determinata sulla base del prospetto B.2 ed è suddivisa in due livelli denominati **PC1** e **PC2**.

| Categorie | Criteri   |
|-----------|---|
| PC1       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Componenti non saldati realizzati da prodotti di qualsiasi classe di acciaio</li> <li>- Componenti saldati realizzati da prodotti di acciaio di classe minore a S355</li> </ul>  |
| PC2       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Componenti saldati realizzati da prodotti di acciaio di classe S355 e maggiore</li> <li>- Componenti essenziali per l'integrità strutturale che vengono assemblati mediante saldatura in cantiere</li> <li>- Componenti prodotti mediante formatura a caldo o che ricevono un trattamento termico durante la fabbricazione</li> <li>- Componenti di tralicci CHS che richiedono taglio finale del profilo</li> </ul> |

Il presente progetto rientra nella **Categoria di Produzione PC2**.

### Classe di Esecuzione

Con in parametri sopra determinati si può determinare una **Classe di Esecuzione** che viene determinata sulla base del prospetto B.3 ed è suddivisa in quattro livelli denominati **EXC1**, **EXC2**, **EXC3** e **EXC4**.

| 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. |     |      |      |      |      |                    |                    |

Il presente progetto rientra nella **Classe di Esecuzione EXC3**.

#### 3.1.5.2 Piastre, Piatti, Profili, Fazzoletti

Tipo acciaio

**S275** (ex Fe430) UNI EN 10025

Tensione caratteristica di rottura per trazione:

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

Tensione caratteristica di snervamento:

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

Modulo di Elasticità normale:

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

Valgono le prescrizioni per le saldature di cui al capitolo 11 del DM 17.01.2018.

### 3.1.5.3 Lamiera Grecate

Per Solaio di Copertura: *Sand 151 sp. 15/10 mm*;

Grado Acciaio: **S320GD**;

Per Pannello Veletta esterno: *Sand 100 sp. 15/10 mm*;

Grado Acciaio: **S250GD**.

### 3.1.5.4 Barre filette, viti, bullonerie

I bulloni, conformi per caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016:2002** e **UNI 5592:1968** devono appartenere alla classe della norma **UNI EN ISO 898-1:2001** di seguito indicata:

- Vite: Classe **8.8**;

- Dado: Classe **8**.

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate sono:

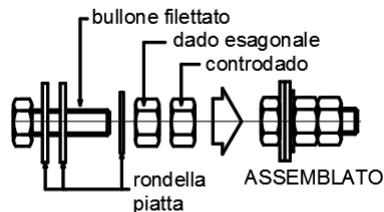
$f_{yb} = 6490 \text{ daN/cm}^2$ ;

$f_{tb} = 8000 \text{ daN/cm}^2$ ;

Protezione Superficiale: zincatura elettrolitica.

### METODOLOGIA DI ASSEMBLAGGIO DELLA CARPENTERIA:

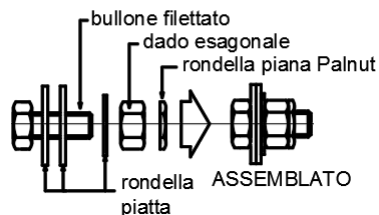
sistema antisvitamento con contro dado



#### SERRAGGIO BULLONI (SB)

*UNI EN 1090-2 (8.3): Serraggio dei bulloni non precaricati eseguito con chiave a percussione o manualmente con chiave senza braccio di estensione.*

sistema antisvitamento con rondella Palnut



*Valori minimi indicativi di serraggio:*

*M12 : 57 Nm*

*M14 : 90 Nm*

*M16 : 141 Nm*

*M18 : 194 Nm*

*M20 : 274 Nm*

*M22 : 373 Nm*

*M24 : 474 Nm*

*M27 : 694 Nm*

### 3.1.5.5 Unioni Saldate

Le saldature devono essere eseguite da personale patentato, realizzate del tipo a filo continuo o ad arco con elettrodi tipo **4B UNI 5132** e ss.mm.ii.

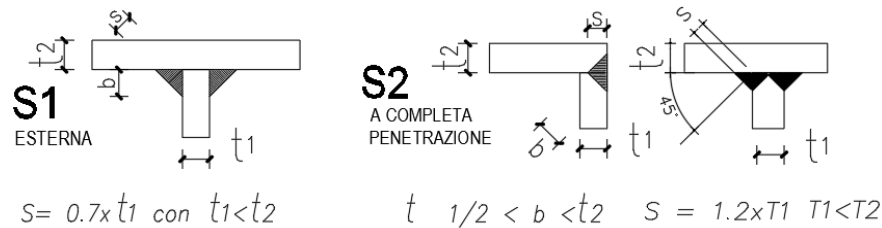
Le saldature devono essere eseguite da personale patentato, conformi al D.M. 17.01.2018 §11.3.4.5; Conformi UNI EN ISO 4063, eseguite da operatori qualificati (UNI EN ISO 9606-1 o qualifica per giunti a "T" con cordoni d'angolo).

Livello di qualità "C" secondo UNI EN ISO 5817.

Saldatura a filo continuo o ad arco con elettrodi tipo 4B UNI 5132.

Non sono ammesse saldature a tratti, ma dovranno essere eseguite lungo tutto il perimetro di contatto.

Lo spessore della saldatura quando non specificato deve essere dedotto in base al particolare sottoriportato



### 3.1.5.6 Trattamenti Superficiali di Protezione alla corrosione – Zincatura a Caldo

Trattamento superficiale realizzato mediante *zincatura a caldo* conforme alla Norma: [UNI EN ISO 1461:2009](#) e ss.mm.ii. ed [UNI EN ISO 14713:2010-1-2](#) e ss.mm.ii.

Il trattamento superficiale di zincatura presenta le seguenti caratteristiche:

- Rivestimento metallico: resistente ad urti ed abrasioni;
- Protezione attiva (catodica) e passiva (barriera);
- Formazione di lega intermetallica: elevatissima aderenza, nessuna penetrazione sottopelle degli assidenti;
- Protezione esterna ed interna anche in zone non ispezionabili;
- Elevata durabilità: assenza di manutenzione anche oltre un secolo;
- Mantenimento delle caratteristiche strutturali di progetto;
- Tutela delle risorse non rinnovabili;
- Capacità intrinseca di resistenza al fuoco: R15'-30'

| Spessore acciaio<br>[mm] | Spessore rivestimento<br>[μm] |
|--------------------------|-------------------------------|
| < 1,5                    | 45                            |
| 1,5 – 3                  | 55                            |
| 3 – 6                    | 70                            |
| > 6                      | 85                            |

### 3.1.5.7 Trattamenti Superficiali di Verniciatura

Si prescrivono prodotti a base di resine oleofenoliche adatti alla verniciatura su lamiera od acciaio zincato.

Norme di Riferimento:

[UNI EN ISO 12944:2001](#) – *Protezione della corrosione di strutture in acciaio mediante verniciatura;*

[UNI EN ISO 13438:2013](#) – *Rivestimenti con polveri per prodotti zincati con immersione a caldo utilizzati nelle costruzioni.*

### 3.1.6 Blocchi Cassero Legno-cemento

#### Blocchi cassero per pareti portanti

Blocco

Tipologia blocco

blocchi cassero in legno cemento tipo "ISOTEX"

**HDIII 38/14** – Conforme a ETA 08-0023

Blocco con strato isolante sp. 14cm,

Setto in cls sp. 15cm;

Peso della parete con getto in cls (finita): 450 daN/ m<sup>2</sup>.



Tipologia blocco

**HDIII 44/20** – Conforme a ETA 08-0023

Blocco con strato isolante sp. 20cm,

Setto in cls sp. 15cm;

Peso della parete con getto in cls (finita): 450 daN/ m<sup>2</sup>.

Tipologia blocco

**HB 20** – Conforme a ETA 08-0023

Blocco senza strato di isolante,

Setto in cls sp. 14cm;

Peso della parete con getto in cls (finita): 400 daN/ m<sup>2</sup>.

### 3.1.7 Strutture in Legno

#### 3.1.7.1 Elementi Strutturali Travi e Travetti in LL

Il materiale strutturale *legno lamellare* utilizzato è classificato secondo resistenza, secondo la norma armonizzata [EN 14080:2013](#).

I valori caratteristici delle resistenze, sono riportati nella tabella sottostante:

| Proprietà           | Simbolo              | GL20h          | GL22h | GL24h | GL26h | GL28h | GL30h | GL32h |       |
|---------------------|----------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Flessione           | $f_{m,g,k}$          | 20             | 22    | 24    | 26    | 28    | 30    | 32    |       |
| Trazione            | $f_{t,0,g,k}$        | 16             | 17,6  | 19,2  | 20,8  | 22,3  | 24    | 25,6  |       |
|                     | $f_{t,90,g,k}$       |                |       |       |       |       |       |       | 0,5   |
| Compressione        | $f_{c,0,g,k}$        | 20             | 22    | 24    | 26    | 28    | 30    | 32    |       |
|                     | $f_{c,90,g,k}$       |                |       |       |       |       |       |       | 2,5   |
| Taglio              | $f_{v,g,k}$          |                |       |       |       |       |       |       | 3,5   |
| Rototaglio          | $f_{r,g,k}$          |                |       |       |       |       |       |       | 1,2   |
|                     | Modulo di elasticità | $E_{0,g,mean}$ | 8400  | 10500 | 11500 | 12100 | 12600 | 13600 | 14200 |
| $E_{0,g,05}$        |                      | 7000           | 8800  | 9600  | 10100 | 10500 | 11300 | 11800 |       |
| $E_{90,g,mean}$     |                      |                |       |       |       |       |       |       | 300   |
| $E_{90,g,05}$       |                      |                |       |       |       |       |       |       | 250   |
| Modulo a taglio     | $G_{g,mean}$         |                |       |       |       |       |       |       | 650   |
|                     | $G_{g,05}$           |                |       |       |       |       |       |       | 540   |
| Modulo a rototaglio | $G_{r,g,mean}$       |                |       |       |       |       |       |       | 65    |
|                     | $G_{r,g,05}$         |                |       |       |       |       |       |       | 54    |
| Densità             | $\rho_{g,k}$         | 340            | 370   | 385   | 405   | 425   | 430   | 440   |       |
|                     | $\rho_{g,mean}$      | 370            | 410   | 420   | 445   | 460   | 480   | 490   |       |

Fig 1. Classi di resistenza ([UNI EN 14080, 2013](#))

Nel presente progetto gli elementi in *legno lamellare* sono di classe **GL24h**.

Tipologia

Legno Lamellare di conifera omogeneo

Classe di resistenza

**GL24h**

Massa volumica media

$\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

Resistenza a flessione caratteristica

$f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$



I componenti in legno lamellare dovranno avere idonea marcatura **CE** conformemente alla norma **EN 14080:2013**.

**Tabella I** - Classi di servizio

|                      |   |
|----------------------|---|
| Classe di servizio 1 | È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20° C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65% se non per poche settimane all'anno. |
| Classe di servizio 2 | È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20° C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 85% se non per poche settimane all'anno. |
| Classe di servizio 3 | È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.   |

**Tabella II** – Coefficienti di sicurezza parziali per le proprietà dei materiali ( $\gamma_M$ ) Colonna A

| Stati limite ultimi               | $\gamma_M$ |
|-----------------------------------|------------|
| -combinazioni fondamentali        |            |
| legno massiccio                   | 1,50       |
| legno lamellare incollato         | 1,45       |
| pannelli di particelle o di fibre | 1,45       |
| LVL, compensato, OSB              | 1,40       |
| unioni                            | 1,50       |
| -combinazioni eccezionali         | 1,00       |

**Tabella III** – Valori di  $k_{mod}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno

| Materiale                         | Riferimento            | Classe di servizio | Classe di durata del carico |       |       |       |            |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
|                                   |                        |                    | Permanente                  | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio                   | EN 14081-1<br>EN 14080 | 1                  | 0,60                        | 0,70  | 0,80  | 0,90  | 1,10       |
| Legno lamellare                   | EN 14374, EN 14279     | 2                  | 0,60                        | 0,70  | 0,80  | 0,90  | 1,10       |
| Incollato<br>Micro lamellare(LVL) |                        | 3                  | 0,50                        | 0,55  | 0,65  | 0,70  | 0,90       |

**Tabella IV** – Valori di  $k_{def}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno

| Materiale  | Riferimento            | Classe di servizio |      |      |
|--|------------------------|--------------------|------|------|
|  |                        | 1                  | 2    | 3    |
| Legno massiccio                                      | EN 14081-1<br>EN 14080 | 0,60               | 0,80 | 2,00 |
| Legno lamellare<br>Incollato<br>Micro lamellare(LVL) | EN 14374, EN 14279     |                    |      |      |

### 3.1.7.2 Pannelli in legno - tipo OSB

Pannelli a scaglie orientate tipo OSB/3 (UNI UN 300)

UNI EN 12369 – 1:2002 prospetto 2 par. 5.2.1.

Massa volumica media

$$\rho_{mean} = 550 \text{ kg/m}^3$$

### 3.1.7.3 Viti, Chiodi e Staffe metalliche di connessione elementi lignei

Per chiodi, viti, staffe metalliche e per tutta la ferramenta standard reperibile in commercio si assumono i valori di resistenza di progetto forniti dal produttore: ad ogni elemento dovrà corrispondere idonea marcatura **CE**.

In particolare:

- **Viti HBS**

Tipo Viti **HBS** Rothoblass (o equivalenti)  
Caratteristiche Viti a testa svasata in acciaio al carbonio con Zincatura galvanica.  
Materiale Acciaio ad alta resistenza ( $f_{yk}=1000 \text{ N/mm}^2$ ).

- **Viti VGZ**

Tipo Viti **VGZ** Rothoblass (o equivalenti)  
Caratteristiche Viti a tutto filetto a testa cilindrica con filettatura profonda in acciaio al carbonio con zincatura galvanica.  
Materiale Acciaio ad alta resistenza ( $f_{yk}=1000 \text{ N/mm}^2$ ).

### 3.1.7.4 Spinotti, Bulloni, Barre Filettate e Resina Chimica

Se non espressamente indicato diversamente, gli spinotti/bulloni utilizzati sono di classe 8.8, così come le barre filettate. Se non espressamente indicato diversamente la resina chimica utilizzata per l'inghisaggio delle barre filettate è la resina chimica **WIT-VM 250** della ditta WURTH.

**Table 3.1: Nominal values of the yield strength  $f_{yb}$  and the ultimate tensile strength  $f_{ub}$  for bolts**

| Bolt class                       | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ | 240 | 320 | 300 | 400 | 480 | 640 | 900  |
| $f_{ub} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ | 400 | 400 | 500 | 500 | 600 | 800 | 1000 |

Tabella VII - Classi di resistenza (UNI EN 1993-1-8, 2005).

- **Spinotti a gambo cilindrico**

Tipo Spinotto **STA** Rothoblass (o equivalenti)  
Caratteristiche Spinotti in acciaio al carbonio con zincatura galvanica per collegamento travi in legno con piastre metalliche.  
Materiale Spinotti STA  $\Phi 8 - \Phi 12$ : Acciaio S235;  
Spinotti STA  $\Phi 16 - \Phi 20$ : Acciaio S355  
Utilizzo in Classe di servizio 1 e 2 (EN 1995-1-1).

- **Connessioni travi/travetti in LL su cordoli in c.a.**

Tipo Barre filettate tipo **INA8110 / MA** irresinate con ancorante chimico nel c.a. / legno  
Ancorante Chimico: **VIN-FIX PRO / VIM WIT 250**

### 3.1.8 - Sottofondo alleggerito per impianti

Si prevede l'utilizzo di: Polimix  
 Densità  $\rho \leq 600 \text{ daN/m}^3$

### 3.1.9 Massetto alleggerito di Sottopavimentazione e/o livellamento

Massetto alleggerito Lecamix Facile – Leca (o similare)  
 Densità in opera  $\rho \approx 1000 \text{ daN/m}^3$ .

## 3.2 Valori di Calcolo

I valori di calcolo sono ottenuti con l'applicazione dei *coefficienti parziali di sicurezza*  $\gamma_M$ .

### 3.2.1 Calcestruzzi armati

#### 3.2.1.1 Strutture in opera di Fondazione

|                 | Classe              | C25/30   | Opere di Fondazione   |
|-----------------|---------------------|--|---|
|                 | Dati Caratteristici | $R_{ck}$   | 30  |
| $f_{ck}$        |                     | 24.9   | MPa Resistenza cilindrica caratteristica a compressione   |
| $f_{cm}$        |                     | 32.9   | MPa Resistenza cilindrica media a compressione  |
| $f_{ctm}$       |                     | 2.56   | MPa Resistenza media a trazione assiale [Per Classi <b>Cl</b> s $\leq$ C50/60]                                |
| $f_{ctk}$       |                     | 1.79   | MPa Resistenza caratteristica a trazione assiale (frattile 5%)  |
| $f_{ctm}$       |                     | 3.07   | MPa Resistenza media a trazione per flessione   |
| $E_{cm}$        |                     | 31447.2  | MPa Modulo Elastico medio istantaneo  |
| $\nu$           |                     | 0.15   | Coefficiente di Poisson   |
| $\alpha$        |                     | 0.00001  | C <sup>-1</sup> Coefficiente di dilatazione termica   |
| $f_{yk}$        |                     | 4500   | MPa Tensione caratteristica di snervamento acciaio <b>B450C</b>   |
| $f_{tk}$        |                     | 5400   | MPa Tensione caratteristica di rottura acciaio <b>B450C</b>   |
| Dati di Calcolo | $\gamma_C$          | 1.5  | Coefficiente parziale di sicurezza relativo al cls  |
|                 | $\alpha_{cc}$       | 0.85   | Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata  |
|                 | $\gamma_S$          | 1.15   | Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio   |
|                 | $\eta_2$            | 1.00   | [=1 Per barre di diametro $\leq$ 32 mm]; [= (132- $\Phi$ )/100 per $\Phi >$ 32mm]                             |
|                 | $f_{cd}$            | 14.110   | MPa Resistenza di calcolo a compressione del cls  |
|                 | $f_{cd}^*$          | 11.288   | MPa Resistenza di calcolo a compressione del cls ridotta per elementi piani di sp.<50mm                       |
|                 | $f_{ctd}$           | 1.194  | MPa Resistenza di calcolo a trazione del cls  |
|                 | $f_{ctd}^*$         | 0.955  | MPa Resistenza di calcolo a trazione del cls ridotta pe elementi piani sottili di sp.<50mm                    |
|                 | $f_{yd}$            | 3913.04  | MPa Resistenza di calcolo dell'acciaio  |
|                 | $f_{bk}$            | 4.029  | MPa Tensione Tangenziale di aderenza caratteristica acciaio-cls   |
|                 | $f_{bd}$            | 2.686  | MPa Tensione Tangenziale di aderenza di progetto acciaio-cls (in condizioni di buona aderenza; $\eta_1=1.0$ ) |
| $f_{bd}^*$      | 1.880               | MPa Tensione Tangenziale di aderenza di progetto acciaio-cls ridotta per condizioni di NON buona aderenza ( $\eta_1=0.7$ ) |   |

### 3.2.1.2 Strutture in opera di Elevazione

| Classe              |                   | C30/37  |  | Strutture di Elevazione  |  |
|---------------------|-------------------|---------|--|--|--|
| Dati Caratteristici | R <sub>ck</sub>   | 37      | MPa  | Resistenza cubica caratteristica a compressione  |  |
|                     | f <sub>ck</sub>   | 30.71   | MPa  | Resistenza cilindrica caratteristica a compressione  |  |
|                     | f <sub>cm</sub>   | 38.71   | MPa  | Resistenza cilindrica media a compressione   |  |
|                     | f <sub>ctm</sub>  | 2.94    | MPa  | Resistenza media a trazione assiale [Per Classi Cls ≤C50/60]                                     |  |
|                     | f <sub>ctk</sub>  | 2.06    | MPa  | Resistenza caratteristica a trazione assiale (frattile 5%)                                       |  |
|                     | f <sub>ctm</sub>  | 3.53    | MPa  | Resistenza media a trazione per flessione  |  |
|                     | E <sub>cm</sub>   | 33019.4 | MPa  | Modulo Elastico medio istantaneo   |  |
|                     | ν                 | 0.15    |  | Coefficiente di Poisson  |  |
|                     | α                 | 0.00001 | C <sup>-1</sup>  | Coefficiente di dilatazione termica  |  |
|                     | f <sub>yk</sub>   | 4500    | MPa  | Tensione caratteristica di snervamento acciaio <b>B450C</b>                                      |  |
| f <sub>tk</sub>     | 5400              | MPa     | Tensione caratteristica di rottura acciaio <b>B450C</b>  |  |  |
| Dati di Calcolo     | γ <sub>C</sub>    | 1.5     |  | Coefficiente parziale di sicurezza relativo al cls   |  |
|                     | α <sub>cc</sub>   | 0.85    |  | Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata   |  |
|                     | γ <sub>S</sub>    | 1.15    |  | Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio  |  |
|                     | η <sub>2</sub>    | 1.00    |  | [=1 Per barre di diametro ≤ 32 mm]; [(132-φ)/100 per φ>32mm]                                     |  |
|                     | f <sub>cd</sub>   | 17.402  | MPa  | <b>Resistenza di calcolo a compressione del cls</b>  |  |
|                     | f <sub>cd*</sub>  | 13.922  | MPa  | <b>Resistenza di calcolo a compressione del cls ridotta per elementi piani di sp.&lt;50mm</b>    |  |
|                     | f <sub>ctd</sub>  | 1.373   | MPa  | <b>Resistenza di calcolo a trazione del cls</b>  |  |
|                     | f <sub>ctd*</sub> | 1.098   | MPa  | <b>Resistenza di calcolo a trazione del cls ridotta pe elementi piani sottili di sp.&lt;50mm</b> |  |
|                     | f <sub>yd</sub>   | 3913.04 | MPa  | <b>Resistenza di calcolo dell'acciaio</b>  |  |
|                     | f <sub>bk</sub>   | 4.634   | MPa  | Tensione Tangenziale di aderenza caratteristica acciaio-cls                                      |  |
| f <sub>bd</sub>     | 3.089             | MPa     | <b>Tensione Tangenziale di aderenza di progetto acciaio-cls</b> (in condizioni di <b>buona aderenza</b> ; η <sub>1</sub> =1.0)     |  |  |
| f <sub>bd*</sub>    | 2.162             | MPa     | <b>Tensione Tangenziale di aderenza di progetto acciaio-cls ridotta per condizioni di NON buona aderenza</b> (η <sub>1</sub> =0.7) |  |  |

### 3.2.2 Acciaio per armatura lenta

Resistenza di calcolo, (γ<sub>S</sub> = 1,15):  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = 3913 \text{ daN/cm}^2$ .

### 3.2.3 Acciaio per Strutture in Carpenteria Metallica

Acciaio **S275 JR** Resistenza di calcolo delle sezioni, (γ<sub>M</sub> = 1,05):  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = 2619 \text{ daN/cm}^2$ ;  
 $f_{vd} = f_{yk} / (\gamma_M \sqrt{3}) = 1512 \text{ daN/cm}^2$ .

#### 3.2.3.1 Unioni Bullonate e Barre Filettate

- Classe di Resistenza dell'acciaio: **Cl. 8.8**

Coefficienti parziali di sicurezza:

- Resistenza dei bulloni:  $\gamma_{M2} = 1,25$ ;

Resistenza di calcolo a Taglio dei bulloni per ogni piano di taglio che interessa il gambo dell'elemento di connessione:

$$F_{v,Rd} = 0.6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2} = 3840 \text{ daN/cm}^2 A_{res}$$

Resistenza di calcolo a rifollamento  $F_{b,Rd}$  del piatto dell'unione bullonata:

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}$$

Dove:

$d$ = diametro nominale del gambo del bullone;

$t$ = spessore della piastra collegata;

$f_{tk}$ = resistenza caratteristica a rottura del materiale della piastra collegata;

$\alpha$ ,  $k$ = parametri funzione delle distanze  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  del centro bullone dai bordi o da bulloni adiacenti, come indicato al punto [4.2.8.1.1] NTC2008.

Resistenza di calcolo a Trazione degli elementi di connessione  $F_{t,Rd}$ :

$$F_{t,Rd} = 0.9 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2} = 5760 \text{ daN/cm}^2 A_{res}$$

Resistenza di calcolo a Punzonamento del piatto collegato:

$$B_{p,Rd} = 0.6 \pi d_m t_p f_{tk} / \gamma_{M2} = 2448 \text{ daN/cm}^2 \pi d_m t_p$$

Dove:

$d_m$ = min. tra diametro del dado e diametro medio del bullone;

$t_p$ = spessore del piatto;

$f_{tk}$ = tensione di rottura dell'acciaio del piatto.

### 3.2.3.2 Unioni Saldate

Coefficienti parziali di sicurezza:

- Resistenza delle saldature a parziale penetrazione ed a cordone d'angolo:  $\gamma_{M2} = 1,25$ .

I collegamenti saldati a piena penetrazione sono realizzati con materiali d'apporto aventi resistenza uguale o maggiore a quella degli elementi collegati, pertanto la resistenza di calcolo dei collegamenti a piena penetrazione si assume eguale alla resistenza di progetto del più debole tra gli elementi connessi.

La saldatura a piena penetrazione è caratterizzata dalla piena fusione del metallo di base attraverso tutto lo spessore dell'elemento da unire con il materiale di apporto.

La resistenza di progetto, per unità di lunghezza, dei cordoni d'angolo si determina con riferimento all'altezza di gola "a", cioè dell'altezza "a" del triangolo iscritto nella sezione trasversale del cordone stesso.

Allo Stato Limite Ultimo le azioni di calcolo sui cordoni d'angolo si distribuiscono uniformemente sulla sezione di gola.

Siano:

$\sigma_0$ ,  $\tau_{90}$  = tensione normale e tensione tangenziale perpendicolari all'asse del cordone d'angolo, agenti nella sezione di gola nella sua posizione effettiva;

$\sigma_0$ ,  $\tau_0$  = tensione normale e tensione tangenziale parallele all'asse del cordone d'angolo.

Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si assume la seguente condizione di resistenza:

$$[\sigma_{90}^2 + 3(\tau_{90}^2 + \tau_0^2)]^{0.5} \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2})$$

Dove:

$f_{tk}$ = resistenza caratteristica a rottura del più debole degli elementi collegati;

$\beta$ = 0.85 per acciaio S275;

### Saldature per Carpenterie in **Acciaio S275**:

Resistenza saldature a cordoni d'angolo - EC3 (edizione 1992) #6.6...

Acciaio   $f_u$   N/mm<sup>2</sup> Coeff. di correlazione  $\beta_w$

**Resistenza di progetto a taglio**

$$f_{vw,d} = \frac{F_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}} = 233,7 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di Progetto a Taglio della Saldatura:  $f_{vw,d} = 2337 \text{ daN/cm}^2$

### 3.2.4 Strutture in LL

#### 3.2.4.1 Travetti Pannello di Controsoffitto interno palestra

| Caratteristiche dei materiali                      |             |
|--|-------------|
| Legno lamellare                                    | GL24h       |
| Classe di servizio legname                         | 1           |
| Dati schema strutturale                            |             |
| Lunghezza trave (cm)                               | 600.0       |
| Interasse travi (cm)                               | 66.0        |
| Dati sezione                                       |             |
| Sezione rettangolare (cm)                          |             |
| Misure: b × h                                      | 16.0 × 16.0 |
| Area sezione (cm <sup>2</sup> )                    | 256.0       |
| Momento di inerzia Jx-x (cm <sup>4</sup> )         | 5461.3      |
| Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> ) |             |
| Coefficiente di correzione $K_{mod}$               | 0.80        |
| Coefficiente di sicurezza parziale                 | 1.45        |
| Flessione $f_{m,d}$                                | 132.414     |
| Tensione parallela alla fibra $f_{t,0,d}$          | 105.931     |
| Compressione parallela alla fibra $f_{c,0,d}$      | 132.414     |
| Taglio $f_{v,d}$                                   | 19.310      |

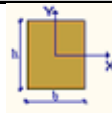
#### 3.2.4.2 Arcarecci di intradosso Copertura Palestra

| Caratteristiche dei materiali              |             |
|--|-------------|
| Legno lamellare                            | GL24h       |
| Classe di servizio legname                 | 1           |
| Dati schema strutturale                    |             |
| Lunghezza trave (cm)                       | 420.0       |
| Interasse travi (cm)                       | 586.0       |
| Dati sezione                               |             |
| Sezione rettangolare (cm)                  |             |
| Misure: b × h                              | 16.0 × 52.0 |
| Area sezione (cm <sup>2</sup> )            | 832.0       |
| Momento di inerzia Jx-x (cm <sup>4</sup> ) | 187477.3    |

| Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> ) |         |
|--|---------|
| Coefficiente di correzione $K_{mod}$               | 0.80    |
| Coefficiente di sicurezza parziale                 | 1.45    |
| Flessione $f_{m,d}$                                | 132.414 |
| Tensione parallela alla fibra $f_{t,0,d}$          | 105.931 |
| Compressione parallela alla fibra $f_{c,0,d}$      | 132.414 |
| Taglio $f_{v,d}$                                   | 19.310  |

### 3.2.4.3 Arcareccio di estradosso copertura Palestra

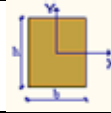
| Caratteristiche materiali |       |
|---------------------------|-------|
| Legno lamellare           | GL24h |
| Classe di servizio        | 1     |
| Dati schema strutturale   |       |
| Lunghezza trave (cm)      | 420.0 |
| Interasse travi (cm)      | 295.0 |

| Dati sezione   |   |
|--|---|
| Sezione rettangolare (cm)  |  |
| Misure: B x H  | 20.0 x 20.0   |
| Area sezione (cm <sup>2</sup> )  | 400.0   |
| Momento di inerzia J <sub>x-x</sub> (cm <sup>4</sup> )                   | 13333.3   |
| Momento di inerzia J <sub>y-y</sub> (cm <sup>4</sup> )                   | 13333.3   |
| Resistenza al fuoco (min.)   | 60  |
| Velocità di carbonizzazione (mm/min.)                                    | 1   |
| Base ridotta (cm)  | 10.2  |
| Altezza H ridotta (cm)   | 15.1  |
| Area sezione ridotta (cm <sup>2</sup> )                                  | 154.0   |
| Modulo di resistenza sezione ridotta W <sub>x-x</sub> (cm <sup>3</sup> ) | 387.6   |
| Modulo di resistenza sezione ridotta W <sub>y-y</sub> (cm <sup>3</sup> ) | 261.8   |

| Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> ) |         |
|--|---------|
| Coefficiente di correzione $K_{mod}$               | 0.90    |
| Coefficiente di sicurezza parziale                 | 1.45    |
| Flessione $f_{m,d}$                                | 148.966 |
| Trazione parallela $f_{t,0,d}$                     | 119.172 |
| Compressione parallela $f_{c,0,d}$                 | 148.966 |
| Taglio $f_{v,d}$                                   | 21.724  |

### 3.2.4.4 Trave principale bifalda di copertura Palestra

| Caratteristiche dei materiali      |         |
|------------------------------------|---------|
| Legno lamellare                    | GL24h   |
| Classe di servizio legname         | 1       |
| Dati schema strutturale            |         |
| Lunghezza trave (cm)               | 3030.0  |
| Interasse travi (cm)               | 420.0   |
| Inclinazione profilo superiore (°) | 4       |
| Inclinazione profilo inferiore (°) | 0       |
| Raggio di curvatura inferiore (cm) | 25500.0 |

| Dati sezione              |   |
|---------------------------|---|
| Sezione rettangolare (cm) |  |
| Misure: b x h             | 24.0 x 220.0  |

| Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> ) |         |
|--|---------|
| Coefficiente di correzione $K_{mod}$               | 0.90    |
| Coefficiente di sicurezza parziale                 | 1.45    |
| Flessione $f_{m,d}$                                | 148.966 |
| Tensione parallela alla fibra $f_{t,0,d}$          | 119.172 |
| Compressione parallela alla fibra $f_{c,0,d}$      | 148.966 |
| Taglio $f_{v,d}$                                   | 21.724  |

### 3.3 Specifiche di Accettazione dei materiali

Con riferimento alle disposizioni di cui al **§9.1**, lettera **a)** del **DM 17.01.2018**, sono a seguito riepilogati riscontri per l'attività relativa alla fase di collaudo che richiede il controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal **DPR 6.6.2001 n. 380**, **leggi n. 1086/71 e n. 64/74**, sia con materiali diversi.

Il presente documento definisce l'attività propedeutica per dar seguito a quanto sopra descritto secondo un percorso metodologico che considera le specifiche di accettazione suddivise in due fasi distinte:

- **FASE 1:** *verifica documentale preliminare* (identificazione e qualificazione del prodotto)
- **FASE 2:** *accettazione del materiale* (riscontro sulle prove a rottura o sulla conformità alla marcatura CE)

Nella fase di verifica documentale dovranno essere forniti i documenti richiesti, il **DIRETTORE dei LAVORI** controllerà la documentazione ed emetterà un rapporto scritto, se l'esito del controllo è positivo il **COSTRUTTORE** potrà dare la conferma d'ordine.

L'accettazione finale e l'autorizzazione alla posa avverrà sulla base dei riscontri sulle prove di laboratorio o sui requisiti sottesi dalla marcatura **CE** (riscontro sul prodotto in cantiere).

Quanto sopra è definito in ottemperanza alle indicazioni di cui alla lettera **d) §9.1 del DM 17.01.2018**, ovvero all'esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo, previsti al **Cap. 11 NTC 2018**.

L'impresa appaltatrice deve trasmettere preliminarmente al direttore dei lavori il nominativo del Laboratorio Ufficiale al quale intende rivolgersi per le prove a rottura dei materiali. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il Laboratorio sia in possesso dei requisiti previsti dall'art. **59 del DPR 380/2001** controllando l'autorizzazione rilasciata dal **Cons. Sup. LL. PP.**

Il controllo deve avere evidenza oggettiva con un rapporto scritto da trasmettere all'impresa appaltatrice e per conoscenza al collaudatore.

DOPO che il Costruttore avrà ricevuto PER ISCRITTO l'esito del controllo da parte del D.L., potrà procedere alla conferma dell'impiego del Laboratorio scelto.

#### 3.3.1 Calcestruzzo – Verifica Documentale Preliminare – Fase 1

Il calcestruzzo va **prodotto in regime di controllo di qualità**, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto (rif. **§11.2.2 DM 17.01.2018**).

##### §11.2.3 NTC 2018 - VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA

Il **COSTRUTTORE**, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna **miscela omogenea** di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste



dal progetto. **[MISCELA OMOGENEA:** *il conglomerato per il getto delle strutture si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure*].

Il **COSTRUTTORE** resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal **DIRETTORE dei Lavori**, secondo le procedure di cui al **§ 11.2.5 NTC 2018**.

La **VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA** serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto (rif. **§ 11.2.2 DM 17.01.2018**).

#### **C11.2.3 NTC 2018 - VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA**

Le prove preliminari di studio di cui al **§ 11.2.3** delle **NTC2018** sono finalizzate ad ottenere il calcestruzzo più rispondente sia alle caratteristiche prescritte dal progettista sia alle esigenze costruttive, in termini di classe di resistenza, classe di consistenza, tempi di maturazione, etc.

In genere lo studio della miscela viene condotto presso il produttore di calcestruzzo, sotto il controllo di un laboratorio autorizzato, ovvero presso il laboratorio stesso.

**Il COSTRUTTORE deve pertanto acquisire la documentazione dal produttore (se il calcestruzzo è acquistato e prodotto da terzi) e consegnarla al DIRETTORE dei lavori per il controllo.**

**Il COSTRUTTORE deve fornire la documentazione se produce direttamente il calcestruzzo e consegnarla al DIRETTORE dei lavori per il controllo.**

#### **DOCUMENTI DA ACQUISIRE** (prima di confermare l'ordine di fornitura)

In genere lo studio della miscela viene condotto presso il produttore di calcestruzzo, sotto il controllo di un laboratorio autorizzato, ovvero presso il laboratorio stesso.

- Copia certificato organismo terzo del processo di produzione (**F.P.C.**) nel caso si tratti della prima fornitura.
- Estremi del certificato organismo terzo del processo di produzione (**F.P.C.**) nel caso di forniture successive alla prima

**Il COSTRUTTORE deve pertanto acquisire la documentazione dal produttore (se il calcestruzzo è acquistato e prodotto da terzi) e consegnarla al DIRETTORE dei lavori per il controllo.**

**DOPO che il Costruttore avrà ricevuto PER ISCRITTO l'esito del controllo da parte del D.L. potrà procedere alla conferma d'ordine.**

### **3.3.2 Acciaio per c.a. – Verifica Documentale Preliminare – Fase 1**

Controllo che il **Centro di Trasformazione** sia in possesso di tutti i requisiti previsti al **§11.3.1.7 NTC 2018**, in particolare:

- **Attestato di Denuncia dell'Attività di Centro di Trasformazione** rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;  
e che fornisca la documentazione del produttore di acciaio;
- **Copia dei certificati dei controlli interni sull'acciaio in barre fornito** (rif. **§11.3.2.10.1.4** e **§11.3.2.11.1.2 DM 17.01.2018**), sul lotto di spedizione;

**Il Direttore dei Lavori** dovrà:

- controllare che il periodo intercorrente tra la data del certificato dei controlli interni (attestato di qualificazione per la marchiatura **CE** rilasciato dal laboratorio che controlla la produzione) e quella della spedizione non ecceda i **3 mesi**; qualora il periodo suddetto ecceda i 3 mesi, ma sia comunque contenuto

nel limite tassativo di **6 mesi**, occorre controllare che al certificato sia allegata la comunicazione del produttore al centro di trasformazione;

- acquisire il **Documento di Trasporto (DDT)** riportante gli estremi identificativi della spedizione dell'acciaio per c.a. dal produttore al centro di trasformazione;
- acquisire attestazione inerente **all'esecuzione delle prove di controllo interno** fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata;

**Qualora** il Direttore dei Lavori **lo richieda**, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

### 3.3.3 Acciaio per Carpenteria Metallica – Fase 1

Gli acciai utilizzabili per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte devono possedere marcatura **CE** secondo il *DPR n. 246/93* e successivi decreti attuativi, inoltre devono essere conformi ai requisiti delle seguenti normative europee armonizzate:

- o per i laminati - UNI EN 10025;
- o per lamiere grecate – UNI EN 10346

Nel caso in cui la fornitura è fatta da un commerciante intermedio valgono le prescrizioni di cui al **§11.3.1.5 del DM 17.01.2018**, per un prodotto recante la marcatura **CE** e pertanto: *le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.*

*Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.*

I **documenti di accompagnamento** delle forniture in cantiere sono costituiti dal DDT del commerciante che individui la fornitura in modo conforme alle previsioni progettuali, **a cui deve essere allegato**:

- a)Copia del certificato FPC rilasciato da un Organismo terzo riconosciuto dal Cons. Sup. LL. PP. dell'officina ai sensi della EN 1090.
- b)Certificazione del produttore (certificato di controllo interno tipo 3.1) ai sensi della UNI EN 10204
- c)DoP dell'officina di cui all'FPC

Il "*certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10024*", citato dalle NTC, deve intendersi strettamente riferito al certificato di origine fornito dall'acciaieria (produttore) all'atto di immissione in commercio del prodotto laminato.

Il Direttore dei Lavori deve verificare che il certificato **FPC** sia valido, attraverso il riscontro presso l'Organismo terzo riconosciuto dal Cons. Sup. LL. PP., **le forniture non conformi devono essere rifiutate.**

### 3.3.4 Bulloni – Verifica documentale preliminare – FASE 1

Ai sensi del **§11.3.4.11.2.4**, i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi dell'attestato dell'avvenuto deposito della documentazione presso il *Servizio Tecnico Centrale*.

Occorre garantire la completa tracciabilità del prodotto e pertanto devono essere forniti i documenti di cui al §11.3.1.7:

- a) Documento di trasporto dal fabbricante all'utilizzatore
- b) Certificato di collaudo (certificato di controllo interno tipo 3.1) ai sensi della UNI EN 10204 (viti), dadi, rondelle con riferimento alla UNI EN 15048-1
- c) DoP del produttore

Il “*certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10024*”, citato dalle NTC, deve intendersi strettamente riferito al certificato di origine fornito dall'acciaieria (produttore) all'atto di immissione in commercio del prodotto laminato.

### 3.3.5 Tirafondi – Verifica documentale – Fase 1

Occorre garantire la completa tracciabilità del prodotto e pertanto devono essere forniti i documenti di cui al §11.3.1.7:

- a) Documento di trasporto dal fabbricante all'utilizzatore
- b) Certificato di collaudo (certificato di controllo interno tipo 3.1) ai sensi della UNI EN 10204
- c) DoP del produttore
- d) Certificato di collaudo (certificato di controllo interno tipo 3.1) ai sensi della UNI EN 10204 per i dadi, con riferimento alla UNI EN ISO 898-2:2012,
- e) DoP del produttore
- f) DDT di tracciabilità dei dadi (come sopra)

Il “*certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10024*”, citato dalle NTC, deve intendersi strettamente riferito al certificato di origine fornito dall'acciaieria (produttore) all'atto di immissione in commercio del prodotto laminato.

### 3.3.6 Malta di Allettamento – Verifica documentale preliminare – Fase 1

Occorre garantire la completa tracciabilità del prodotto e pertanto deve essere fornita la seguente documentazione:

- a) DoP del produttore
- b) DDT di tracciabilità

### 3.3.7 Ancoranti – Verifica documentale - Fase 1

Occorre garantire la completa tracciabilità del prodotto e pertanto devono essere forniti i documenti di cui al §11.3.1.7:

- a) Documento di trasporto dal fabbricante all'utilizzatore
- b) Certificato di collaudo (certificato di controllo interno tipo 3.1) ai sensi della UNI EN 10204
- c) DoP del produttore

### 3.3.8 Materiali e Prodotti a base Legno – Verifica Documentale – Fase 1

Il controllo da parte della Direzione Lavori (D.L.) inizia con la verifica della Documentazione di Accompagnamento del materiale in cantiere.

In particolare si possono riscontrare le seguenti casistiche:

- o Se il materiale è soggetto a **Marcatatura CE** è necessario verificare la presenza dell'**Etichettatura CE** e della **Dichiarazione di Prestazione (DoP)**;

- Se il materiale **non è soggetto a Marcatura CE** si deve verificare la presenza **dell'Attestato di Qualificazione** o del **Certificato di Valutazione Tecnica**;
- Se il materiale proviene da un **Centro di Lavorazione** in aggiunta si deve verificare la presenza dell'**Attestato di Denuncia Attività** e della **Dichiarazione del Direttore Tecnico** del Centro di Lavorazione inerente le lavorazioni eseguite sui pezzi.

Ogni fornitura deve essere accompagnata, secondo quanto indicato al §11.7.10.1.2 NTC 2018, da un **Manuale** contenente le specifiche tecniche per la **posa in opera**.

In particolare la Documentazione Accompagnatoria per le forniture di Legno Strutturale deve essere composta da:

- Copia del **Certificato di Conformità** che attesti il possesso della **Marcatura CE** (qualora applicabile per i prodotti qualificati ai sensi di una *norma armonizzata* o di un **ETA**) oppure copia **dell'Attestato di Qualificazione** o del **Certificato di Valutazione Tecnica (CVT)** rilasciato dal **Servizio Tecnico Centrale**;
- **Dichiarazione di Prestazione (DoP)** come da Reg. n. 305/2011/EU oppure da Dichiarazione resa dal Legale Rappresentante dello stabilimento in cui vengono riportate le informazioni riguardanti le caratteristiche essenziali del prodotto: *...”Classe di Resistenza del materiale, l'Euroclasse di Reazione al Fuoco e il codice identificativo dell'anno di produzione; sulla stessa dichiarazione deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto”*.

Inoltre, come anticipato, le nuove NTC esplicitano anche la documentazione necessaria in caso di presenza dei Centri di Lavorazione nel processo produttivo, che deve essere composta da:

- Una copia dell'**Attestato di Denuncia dell'Attività** del Centro di Lavorazione;
- **Dichiarazione del Direttore Tecnico della Produzione** inerente la descrizione dei prodotti lavorati e delle lavorazioni eseguite.

Nella tabella seguente si riportano per ciascuno degli assortimenti maggiormente diffusi a livello commerciale la documentazione accompagnatoria come da Nuove NTC 2018 e relative specifiche di riferimento.

| Documentazione accompagnatoria per i prodotti di maggiore diffusione commerciale        |  |  |
|---|--|--|
| Assortimento  | Documentazione accompagnatoria   |  |
|   | Produzione   | Lavorazione  |
| Legno massiccio a spigolo vivo classificato secondo la resistenza (1)                   | Certificato CE secondo EN 14081-1 e Dichiarazione di Prestazione                         | Attestato di Denuncia di Attività e Dichiarazione resa dal Direttore Tecnico di Produzione |
| Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato                                   | Certificato CE secondo EN 14080 e Dichiarazione di Prestazione                           |  |
| KVH   | Certificato CE secondo EN 15497 e Dichiarazione di Prestazione                           |  |
| Compensato di tavole (pannelli di tavole incollate a strati incrociati) (CLT/X-lam) (2) | Certificato CE secondo ETA e Dichiarazione di Prestazione resa dal Legale Rappresentante |  |

- 
- (1) Per gli assortimenti. “Uso Fiume” e “Uso Trieste” e a “sezione irregolare”, salvo casistiche legate all’applicazione di specifica Valutazione Tecnica europea (ETA), la documentazione accompagnatoria sarà costituita dai seguenti documenti:
- Attestato di qualificazione ministeriale come produttore ; Dichiarazione resa dal Legale Rappresentante.
  - Attestato come centro di lavorazione; Dichiarazione resa dal Direttore Tecnico di Produzione .
- (2) La conformità del compensato di tavole può essere definita attraverso specifica Valutazione di Idoneità Tecnica (come da Linee Guida emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici). In tale caso la documentazione accompagnatoria dovrà essere costituita da:
- Valutazione di idoneità tecnica all’impiego
  - Dichiarazione resa dal Legale Rappresentante
  - Attestato di qualificazione come centro di lavorazione
  - Dichiarazione resa dal Direttore Tecnico del centro di lavorazione
- 

### 3.3.9 Calcestruzzo – Accettazione – Fase 2

(rif. § 11.2.5 – DM 17.01.2018)

Il DIRETTORE dei Lavori **ha l’obbligo** di eseguire controlli sistematici in corso d’opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Il controllo sistematico viene eseguito con **l’esecuzione dei prelievi** del materiale al momento della posa in opera.

(rif. § 11.2.4 – DM 17.01.2018)

Il *prelievo* consiste nel prelevare dagli impasti, al **momento della posa in opera** ed alla **presenza** del DIRETTORE dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di **due provini**.

(rif. § 11.2.5.3 – DM 17.01.2018)

(rif. § C11.2.5.3 – Circ. 617/2009)

In primo luogo la norma intende **sottolineare le responsabilità attribuite per legge** al DIRETTORE dei Lavori, che deve assicurare **la propria presenza alle operazioni di prelievo dei campioni di calcestruzzo** nella fase di getto, provvedendo:

- a redigere apposito Verbale di prelievo;
- a fornire indicazioni circa le corrette modalità di prelievo dei campioni;
- a fornire indicazioni circa le corrette modalità di conservazione dei campioni in cantiere, fino alla consegna al laboratorio incaricato delle prove;
- ad identificare i provini mediante sigle, etichettature indelebili, etc.;
- a sottoscrivere la domanda di prove al laboratorio, avendo cura di fornire, nella domanda, precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo, la data di prelievo, gli estremi dei relativi Verbali di prelievo;
- alla consegna dei campioni presso uno dei laboratori di prova di cui all'**art. 59 del DPR n. 380/2001**.

Delle predette operazioni il Direttore dei Lavori **può incaricare un tecnico di sua fiducia**, *ferma restando tuttavia la **personale responsabilità** ad esso attribuita dalla legge*.

Qualora la consegna avvenga prima dei 28 giorni, il laboratorio deve provvedere alla corretta conservazione dei campioni. Al riguardo, ancorché la resistenza  $R_{ck}$  sia convenzionalmente definita come resistenza a 28 giorni di stagionatura, è tuttavia noto che alcuni giorni o settimane di ritardo non possano influire in modo significativo sui risultati dei controlli di accettazione. Si ritiene quindi opportuno, laddove le prove non

possano essere eseguite esattamente al 28° giorno di stagionatura, che le stesse siano comunque eseguite, salvo motivati casi particolari, entro un termine ragionevole **non superiore** a “*qualche settimana*” dal prelievo.

Nel caso specifico è prevista la tipologia di controllo di tipo **A (§11.2.5.1– DM 17.01.2018)**, visto l’impiego inferiore a **1500 m<sup>3</sup>** di miscela omogenea.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno **un prelievo** (2 cubetti), e complessivamente almeno **3 prelievi** (6 cubetti) su **300 m<sup>3</sup> di getto.**”

Si prescrive l’impiego di **cubettiera in vetroresina o in acciaio**, non in polistirolo.

### **3.3.10 Acciaio per c.a. – Accettazione – Fase 2**

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di Trasformazione, il DIRETTORE DEI LAVORI, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al **§ 11.3.1.7 NTC2018**, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest’ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

(rif. **§ 11.3.2.10.3 – DM 17.01.2018**)

Il centro di trasformazione **deve** eseguire i controlli **obbligatoriamente** (soggetto responsabile: **Direttore Tecnico**):

**a) in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;**

**b) in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.**

**NOTA:** il controllo è eseguito sulla fornitura non sul lotto di spedizione, infatti la normativa dispone che “*ciascun controllo è costituito da 3 spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento*” [...].

Il Direttore Tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

**NOTA:** il COSTRUTTORE, il DIRETTORE dei LAVORI ed il COLLAUDATORE ne hanno titolo, non possono chiedere di acquisire il registro in originale ma possono chiedere di visionarlo ed eventualmente di avere copia dell’estratto relativo al cantiere.

In ogni caso le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all’art. **59 del DPR n. 380/2001**.

In base al **§ C11.3.2.10.3 della Circ. 7/2019** le prove “*devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto. Ciò non vuol dire che i campioni da sottoporre a prova debbano essere ottenuti da ferri piegati e poi raddrizzati, bensì che il Direttore di stabilimento sceglie gli spezzoni di barra da prelevare da una sagoma opportuna nella quale sia*

*presente comunque un tratto rettilineo di lunghezza superiore ad un metro, dal quale prelevare lo spezzone, non piegato, da sottoporre a prova”.*

Sulla base dei risultati dei certificati il DIRETTORE DEI LAVORI redige il verbale di accettazione per poter autorizzare la posa in opera.

In sintesi:

**DOPO che il Costruttore avrà ricevuto PER ISCRITTO l'esito del controllo da parte del D.L. sui certificati di prova a rottura del Laboratorio, potrà posare l'acciaio, (rif. § 11.3.2.10.4 del DM 17.01.2018)**

### **PRELIEVI PREVISTI**

Dipendono dal numero di trasporti di materiale in cantiere.

Per ogni trasporto (lotto di spedizione – **max 30 ton**) verranno prelevati **3 spezzoni** (nel centro di trasformazione) marchiati di uno stesso diametro per ogni produttore.

#### **3.3.11 Accettazione acciaio per carpenteria metallica – Fase 2**

I controlli in cantiere, (§11.3.4.11.3 *Controlli di accettazione in cantiere*) demandati al Direttore dei Lavori, sono **obbligatori** per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Le prescrizioni prevedono 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, *non può comunque essere inferiore a tre.*

Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria *non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori,* che terrà conto anche della complessità della struttura.

Fermo restando che la fornitura d'origine deve provenire da una officina qualificata secondo la EN 1090, il Direttore dei Lavori, può recarsi presso l'officina stessa ed effettuare tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

*I controlli di accettazione* (riscontro dei certificati a rottura) *devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.*

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, **deve verificare** che il *prodotto viaggi con regolare etichetta e riporti il marchio CE* con tutti i dati necessari, **le forniture non conformi devono essere rifiutate.**

L'accettazione in cantiere deve avvenire con il riscontro, da parte del DL, del DDT a cui deve essere allegata la dichiarazione di prestazione DoP.

### 3.3.12 Accettazione Bulloni - Fase 2

Ai sensi del §11.3.4.11.3 il controllo di accettazione in cantiere deve avvenire mediante l'esecuzione delle prove costituite da:

*3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati;*

il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre.

Fermo restando che la fornitura d'origine deve provenire da una officina qualificata secondo la EN 1090, il Direttore dei Lavori, può recarsi presso l'officina stessa ed effettuare tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

*I controlli di accettazione (riscontro dei certificati a rottura) devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.*

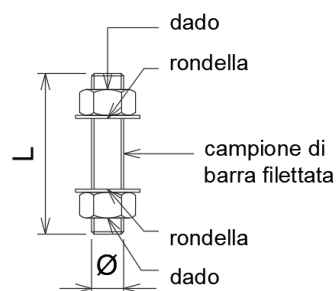
Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, **deve verificare** che il *prodotto viaggi con regolare etichetta e riporti il marchio CE* con tutti i dati necessari, **le forniture non conformi devono essere rifiutate.**

L'accettazione in cantiere deve avvenire con il riscontro, da parte del DL, del DDT a cui deve essere allegata la dichiarazione di prestazione DoP.

In relazione al fatto che non si configura l'applicabilità delle disposizioni di prova ai sensi della [UNI EN 15048](#), i bulloni saranno provati solo per la vite, ai sensi della [UNI EN ISO 898-1](#).

### 3.3.13 Accettazione Tirafondi – Fase 2

L'accettazione dei tirafondi avverrà sulla base di una prova simile a quella dei bulloni attraverso la prova di carico del dado.



La prova deve essere eseguita in base alla UNI EN ISO 898-2; l'applicazione del carico deve avvenire per 15 secondi e deve essere riscontrata la presenza di cedimenti e la possibilità di svitare *a mano* il dado.

### 3.3.14 Accettazione del Legno Strutturale – Fase 2

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e sono demandati al D.L. il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare ed a verificare la *Documentazione Accompagnatoria* necessaria e quindi a rifiutare le eventuali forniture non conformi.



I controlli di accettazione da parte del D.L. si esplicano in tre passaggi:

- Controlli Documentali e Prove non Distruttive;
- Controlli di approfondimento;
- Elementi metallici di connessione.

Tali controlli, essendo eseguiti in cantiere, da un punto di vista pratico e generale è evidente che non possono avere lo stesso grado di severità e precisione di quanto avviene in stabilimento (con procedure, illuminazione, apparecchiature e strumentazione come disposto da specifiche tecniche applicabili).

**a) Controlli documentali e prove non distruttive:** si riportano in forma schematica i controlli che la D.L. deve eseguire ai fini di una accettazione del materiale in cantiere.

| <b>Tipo di materiale</b>  | <b>Controllo</b>  |
|---|---|
| <b>Legno massiccio</b>  | Classificazione visuale su 5% del lotto di fornitura  |
| <b>Legno lamellare</b>  | Acquisizione classificazione e prove distruttive fatte in officina.<br><br>Disposizione lamelle nella sezione trasversale su 5% lotto di fornitura.<br><br>Distanza minima tra giunto e nodo su 5% lotto di fornitura.<br><br>Scostamento dalla configurazione geometrica teorica su 5% lotto di fornitura. |
| <b>Legno strutturale con giunti a dita</b><br><br><b>Pannelli a base di legno</b><br><br><b>Altri prodotti derivati dal legno per uso strutturale</b> | Acquisizione classificazione e prove meccaniche svolte in officina.<br><br>Disposizione lamelle nella sezione trasversale su 5% lotto di fornitura.<br><br>Distanza minima tra giunto e nodo su 5% lotto di fornitura.<br><br>Scostamento dalla configurazione geometrica teorica su 5% lotto di fornitura. |

**Legno massiccio:** “su ogni fornitura dovrà essere eseguita obbligatoriamente una classificazione visuale in cantiere su almeno il 5% degli elementi costituenti il lotto di fornitura, da confrontare con la classificazione effettuata nello stabilimento. (Nel caso di legname classificato secondo la resistenza con metodi a macchina il DL potrà verificare la corretta attribuzione degli elementi in massiccio attraverso l'applicazione dei criteri indicati in Tab. 1 della UNI EN 14081-1 – Visual override inspection requirements for machine strength graded structural timber)”.

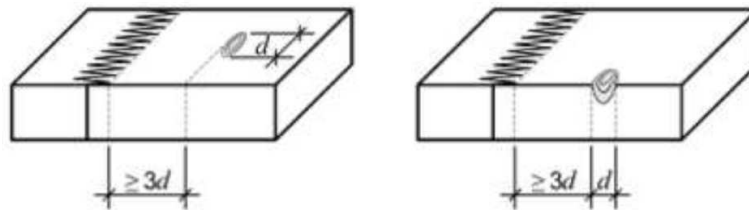
**Legno Lamellare:** oltre alla documentazione accompagnatoria indicata all'interno del §11.7.10.1.2 NTC2018 – (“Forniture e documentazione di accompagnamento”), la DL dovrà acquisire la documentazione relativa a:

- Classificazione secondo la resistenza delle tavole;
- Prove meccaniche distruttive svolte obbligatoriamente in stabilimento(\*);

- Sul 5% della fornitura dovrà essere controllata la disposizione delle lamelle in funzione della Classe di Servizio a cui è destinato il materiale prodotto e la distanza nodo/giunto (\*\*).

(\*) “Con riferimento alle **CNT DT 206 R1/2018 §15.2.1.1** – Controlli sul legno e sui materiali a base legno – i controlli distruttivi effettuati in stabilimento sono di carattere obbligatorio secondo la periodicità definita dalle specifiche tecniche di riferimento. La permanenza della validità del certificato CE indica implicitamente la corretta applicazione delle procedure e delle prove richiamate – sul giunto e sulla linea di colla – pertanto in presenza di certificato CE non è necessario da parte della DL l’acquisizione di ulteriori documenti relativi al controllo di produzione – quali registro delle prove interne, documentazione inerente la classificazione delle tavole ecc., in quanto già oggetto di verifica da parte del Notified body incaricato al controllo della verifica della costanza della prestazione.

(\*\*) “La norma EN 14080 definisce i controlli da effettuarsi in ambito di stabilimento ai fini di poter marcare CE i prodotti in Legno Lamellare ed altri assortimenti affini richiamati all’interno della stessa specifica tecnica. In particolare l’Allegato I della Norma UNI EN 14080 riporta schematicamente le tolleranze previste per distanza nodo-giunto:



Tolleranze nodo giunto (fig. I.1 – Allegato I – EN 14080)

Il criterio dedicato a definire i termini di ammissibilità per la distanza nodo giunto riguarda l’andamento della fibratura nell’intorno dello stesso finger-joint indicando i termini entro i quali il produttore debba procedere ad approfondimento in merito. Quindi le NTC 2018 non prescrivono alcun criterio in merito alle tolleranze di distanza nodo-giunto ma richiamano i criteri di produzione della stessa norma armonizzata di riferimento UNI EN 14080.

- Sul 5% della fornitura dovrà essere controllato l’andamento della fibratura nell’intorno del finger-joint così come indicato nel §1.4.3 della UNI EN 14080 al fine di verificare che questa torni ad avere un andamento pressochè parallelo con l’asse longitudinale dell’elemento (\*\*\*)

(\*\*\*) “Le modalità di verifica dell’andamento della fibratura di un elemento a base legno sono descritte nella UNI EN 1310 << Legno tondo e segati - Metodo di misurazione delle caratteristiche >> tramite il metodo del **graffietto**. Secondo la norma UNI EN 1310 l’inclinazione della fibratura può essere misurata sulla faccia di un elemento di legno con un apposito strumento <<Graffietto>> dotato di una punta per tracciare e munito di un braccio e di impugnatura mobile. Trascinando lo stesso graffietto verso il corpo dell’operatore che esegue tale misura, lo strumento indica l’orientamento della stessa fibratura.



Misura dell’inclinazione fibratura tramite graffietto.

$$F = (x/y) \cdot 100$$

Dove:

- F: inclinazione della fibratura espressa in %;
- x: differenza di quota dovuta all'inclinazione della fibratura (mm);
- y: lunghezza, misurata lungo l'asse longitudinale del segato, su cui viene determinata l'inclinazione della fibratura (mm).

**Altri elementi incollati:** "similmente a quanto definito sopra per il legno lamellare, nel presente caso la norma riporta quanto di seguito: per gli altri elementi giuntati (di cui al §11.7.3 - Legno Strutturale con giunti a dita, §11.7.5 – Pannelli a base legno, §11.7.6 – Altri prodotti derivanti dal legno per uso strutturale) dovrà essere acquisita la documentazione relativa alla classificazione del materiale base e alle prove meccaniche previste nella documentazione relativa al controllo di produzione in fabbrica, svolte obbligatoriamente in stabilimento relativamente allo specifico lotto della fornitura in cantiere. Inoltre, su almeno il 5% del materiale pervenuto in cantiere, deve essere eseguito il controllo della disposizione delle lamelle nella sezione trasversale e la verifica della distanza minima tra giunto e nodo, secondo le disposizioni delle specifiche tecniche applicabili."

Nei casi in cui non sono soddisfatti i controlli di accettazione, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza dei materiali o dei prodotti a quanto dichiarato, oppure qualora si tratti di elementi lavorati in situ, oppure non si abbiano a disposizione le prove condotte in stabilimento relative al singolo lotto di produzione, si deve procedere ad una valutazione delle caratteristiche prestazionali degli elementi attraverso una serie di prove distruttive e non distruttive, quali:

**Legno massiccio:** per quanto riguarda il legno massiccio potrà farsi utile riferimento ai criteri di accettazione riportati nella norma UNI EN 384. Visto il numero considerevole di materiale necessario al fine di comprovare la validità della classificazione, nel caso in cui questa non sia eseguita correttamente, si consiglia al DL semplicemente di non accettare il materiale.

**Elementi incollati:** per il legno lamellare e gli altri elementi giuntati di cui ai §11.7.3, §11.7.4, §11.7.5 e §11.7.6, in considerazione dell'importanza dell'opera, potranno essere effettuate, da un laboratorio di cui all'art. 59 DPR 380/2001, prove di carico in campo elastico anche per la determinazione del modulo elastico parallelo alla fibratura secondo le modalità riportate nella UNI EN 408 o nella UNI EN 380, ciascuna in quanto pertinente. Trattasi di prove che devono essere eseguite su elementi in dimensioni d'uso che non devono portarlo a rottura, ma bensì a definirne il modulo elastico parallelo alla fibratura e confrontarlo successivamente con quanto indicato nelle rispettive dichiarazioni di prestazione che accompagnano il materiale.

### 3.4 Modalità di posa in opera del calcestruzzo strutturale

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere conforme a quanto specificato nelle “*LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE E PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO INDURITO MEDIANTE PROVE NON DISTRUTTIVE*” del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

#### IL PROGETTISTA STRUTTURALE

Per A.Ierre engineering S.r.l.

**Ing. Silvio Bonati**

