

## TRAVE in legno: analisi dei carichi e dimensionamento di massima

Rimanendo invariate le assunzioni e l'organizzazione della struttura presa in esame, anche per la progettazione degli elementi lignei utilizzeremo la medesima pianta della carpenteria di riferimento (vedi allegato 01, **Img. 01**).

La prima variazione rispetto al precedente dimensionamento consiste nell'analisi dei carichi, essendo cambiata la tecnologia e i pesi specifici dei materiali utilizzati. Procediamo pertanto con una nuova analisi dei carichi riferita ad un solaio in legno.

### **Analisi dei carichi**

Prendendo in considerazione 1mq di solaio ipotizziamo la stratigrafia di un solaio in legno dividendo, come fatto in precedenza, i carichi in  $q_s$ ,  $q_p$ ,  $q_a$ . (allegato 02, **Img. 01**)

Dopo aver calcolato il peso al metro quadro di ognuno dei diversi carichi (allegato 02, **Img. 02**) li combineremo insieme di nuovo secondo la combinazione fondamentale allo S.L.U.:

$$q_{\text{solaio}} \left( \frac{KN}{m^2} \right) = \gamma_s (1.3) \times q_s + \gamma_p (1.5) \times q_p + \gamma_a (1.5) \times q_a$$

Ottenendo così il peso al metro quadro di solaio il quale, tuttavia, per poter essere inserito all'interno della formula del  $M_{max}$ , deve essere trasformato in carico lineare, e dunque moltiplicato per l'interasse delle travi (5.00m) (allegato 02, **Img. 03**) secondo la formula:

$$q_u = q_{\text{solaio}} \left( \frac{KN}{m^2} \right) \times \text{interasse (m)}$$

A questo punto, dopo aver ottenuto il momento massimo flettente, si può procedere con il dimensionamento di massima. (allegato 02, **Img. 04**)

### **Dimensionamento**

Come per il calcestruzzo, anche nelle sezioni in legno bisognerà scegliere dei dati dai quali partire per il calcolo dell'altezza minima della trave.

$$\text{Poiché: } h_{min} = \sqrt{\frac{M_{max}}{b}} \cdot \sqrt{\frac{6}{fd}}$$

Abbiamo bisogno di conoscere: la base (ipoteticamente di 30 cm); il momento massimo flettente (ricavato dai calcoli precedenti) e la tensione di progetto del legno ( $fd$ ).

La tensione di progetto  $fd$  va calcolata secondo normativa mediante la relazione:

$$f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_m}$$

Dove:

$k_{mod}$  è un coefficiente diminutivo che varia in base a:

- materiale;
- classe di servizio (si riferisce alle condizioni climatiche della zona di intervento);
- classe di durata del carico (si riferisce alla frequenza del carico durante il normale esercizio della struttura).

Prendendo come riferimento il Legno lamellare, in classe di servizio 2, e classe di durata “permanente”, il valore  $k_{mod}$  (tabellato in normativa) è pari a **0,60**.

$f_{m,k}$  è la resistenza a flessione caratteristica per ogni tipo di tecnologia.

Nel caso del legno lamellare sarà, come da tabella di normativa, pari a **24 MPa**

$\gamma_m$  è il coefficiente parziale di sicurezza che varia in base ai materiali.

Da tabella, per il legno lamellare avremo un  $\gamma_m$  pari a **1,45**.

Dopo aver definito la tensione di progetto del materiale si potrà procedere con il calcolo dell'altezza minima. Otterremo così una sezione di dimensioni 30cm x 50 cm.

(allegato 02, [Img. 05](#))

**TRAVE A SBALZO: dimensionamento di massima e verifica a deformabilità.**

### ***Dimensionamento di massima***

Il dimensionamento della trave in aggetto segue le stesse formule per la determinazioni dell'altezza minima  $h_{min}$  ma si discosta per il valore di  $M_{max}$  che, in una mensola, si determina secondo la formula:

$$M_{max} = \frac{ql^2}{2}$$

Inserendo i dati nella tabella e applicata la formula dell'altezza minima, avremo trovato la sezione adatta alla trave a sbalzo, che sarà di dimensioni 30x40 cm. (vedi [Img, 06 , 07](#))

### ***Verifica a deformabilità***

Così come nel calcestruzzo anche per gli aggetti in legno si dovrà dapprima calcolare l'abbassamento e poi verificarlo.

$$V_A = \frac{ql^4}{8EI}$$

Il carico  $q$  in questo caso risponde alla combinazione frequente allo Stato Limite d'Esercizio, cui appartiene questo tipo di verifica.

$$q = q_s + q_p + \psi(0.5) \cdot q_a$$

Una volta ricavato l'abbassamento si potrà proseguire con la verifica, imponendo, come da normativa un abbassamento tale che:

$$V_A \leq \frac{1}{200} l$$

Inserendo i dati nel foglio di calcolo, risulterà verificata a deformabilità la sezione appena progettata di dimensioni 30x40 cm  
(vedi allegato 02, **Img. 08**)

### **PILASTRO: dimensionamento di massima**

Avendo precedentemente ipotizzato che il pilastro in esame sia soggetto a pura compressione e che segua il modello a pilastrata, possiamo individuare il pilastro del piano terra con la maggiore area d'influenza come quello più sollecitato per procedere con il dimensionamento di massima.

Avendo specificato l'area d'influenza, il peso unitario delle travi gravanti sul pilastro e i carichi strutturali, permanenti ed accidentali, possiamo procedere con il calcolo dello sforzo normale agente sul pilastro:

$$N_{max} = (q \text{ travi} + q \text{ solaio}) \cdot n. \text{ piani}$$

Dove:

$$q \text{ trave (KN)} = 1.3 \times q \text{ peso proprio trave} \left( \frac{KN}{m} \right) \times l \text{ (m)}$$

$$q \text{ solaio (KN)} = 1.3 \times q \text{ solaio allo S.L.U} \left( \frac{KN}{m^2} \right) \times \text{area d'influenza (m}^2\text{)}$$

(vedi allegato 02, **Img. 09**)

A questo punto bisognerà determinare l'Area minima necessaria affinché il materiale non entri in crisi, attraverso il seguente calcolo:

$$A_{min} = \frac{N_{max}}{f_{c, o, k}}$$

dove:  $f_{c, o, k}$  è tabellato da normativa e pari a **21 MPa**, per il legno lamellare.

(vedi allegato 02, **Img. 10**)

Infine bisognerà inserire i valori necessari al calcolo del raggio di inerzia minimo che ci permetterà di ricavare la base minima che deve avere la sezione.

$$\text{Sapendo infatti che: } \rho_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A_{min}}} = \sqrt{\frac{b^3 h / 12}{b_{min} \cdot h_{min}}} = \sqrt{\frac{b}{12}}$$

Potremo ricavare la base minima come formula inversa:

$$b = \rho_{min} \cdot \sqrt{12}$$

Ingegnerezando i valori di base minima e altezza minima ottenuti, avremo dimensionato un pilastro di legno di 40cm x 40cm.

(vedi allegato 02, **Img. 11**)