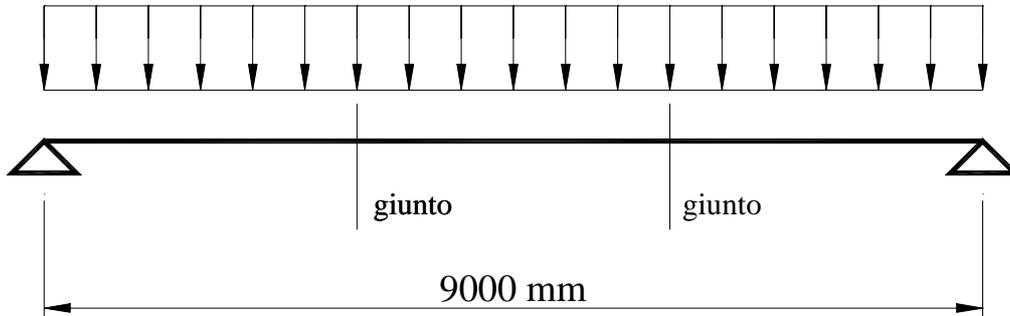


TRAVE APPOGGIATA CON GIUNTI A L/3



Progettare una trave in acciaio, semplicemente appoggiata, con luce di 9 m, soggetta ai seguenti carichi uniformemente distribuiti, dovuti ad un solaio di civile abitazione:

permanenti $G_k = 30 \text{ KN/m}$

variabili $Q_k = 30 \text{ KN/m}$

Per ragioni costruttive la trave deve essere divisa in tre parti. Progettare i giunti.

Per la verifica allo stato limite ultimo si adottano i seguenti coefficienti di sicurezza parziali:

per le azioni: $\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$

per il materiale $\gamma_{M0} = 1.1$

Per la verifica allo stato limite di deformazione secondo EC3 4.2.2. si hanno i seguenti limiti di freccia:

$$\delta_{\max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0 < L/250 = 36.0 \text{ mm} \quad \delta_2 < L/350 = 25.7 \text{ mm}$$

essendo δ_0 la premona, δ_1 la freccia dei permanenti δ_2 la freccia dei variabili.

I profili che soddisfano lo stato limite ultimo per i tre tipi di acciaio, sono riportati nella tabella I, ottenuta usando il programma ESDEP3_1.

Le travi in acciaio Fe360 sono praticamente uscite di produzione. La differenza di costo fra Fe430 e Fe510 è molto modesta (Lit 2500/kg per Fe430 e Lit 2600/kg per Fe510, prezzi indicativi 1997 in opera).

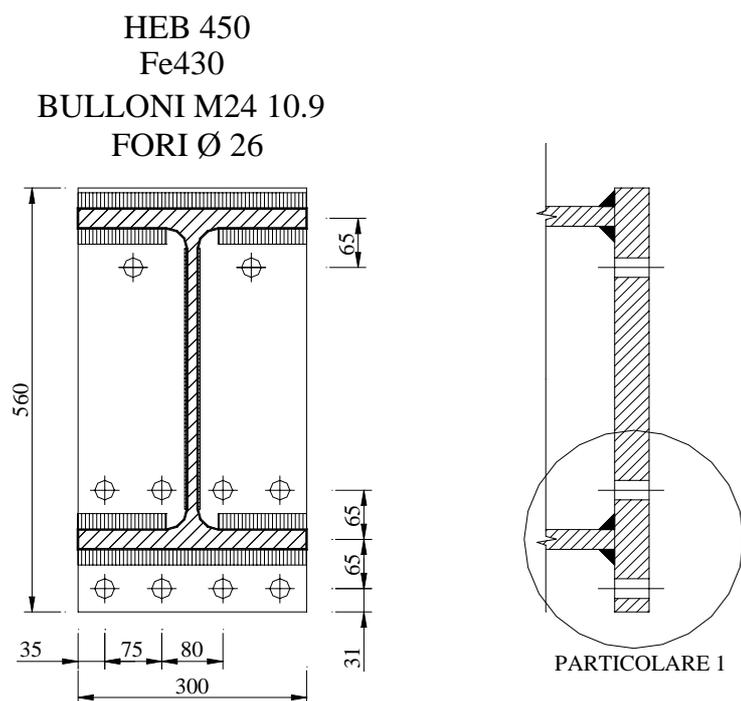
La soluzione più economica è quindi quella di minimo peso (IPE 550 Fe510). Se si privilegia l'altezza minima per ragioni di ingombro si può scegliere un HEM 300, di peso più che doppio, che non rispetta la freccia massima (necessaria la premona che è costosa), o un HEM 320 del peso di 245 kg/m.

Adottiamo una soluzione intermedia: **HEB 450 Fe430**.

TABELLA I

Acciaio		IPE	HEA	HEB	HEM
Fe360 $f_y = 235$	h	-	550	500	300
	peso [kg/m]	-	166	187	238
	δ_2	-	OK	OK	OK
	δ_{max}	-	OK	OK	NO
Fe430 $f_y = 275$	h	600	500	450	300
	peso [kg/m]	122	155	171	238
	δ_2	OK	OK	OK	OK
	δ_{max}	OK	OK	OK	NO
Fe510 $f_y = 355$	h	550	450	360	280
	peso [kg/m]	106	140	142	189
	δ_2	OK	OK	NO	NO
	δ_{max}	OK	NO	NO	NO

Progetto del giunto



Il giunto è soggetto alle seguenti sollecitazioni:

in esercizio:

$$M = q L^2/9 = 60 \times 81/9 = 540 \text{ kNm}$$

$$V = q L/6 = 60 \times 9/6 = 90 \text{ kN}$$

allo stato limite ultimo:

$$M_{Sd} = (1.35 \times 30 + 1.5 \times 30) \times 81/9 = 769.5 \text{ kNm}$$

$$V_{Sd} = (1.35 \times 30 + 1.5 \times 30) \times 9/6 = 128.2 \text{ kN}$$

Progetto delle saldature a cordoni d'angolo (EC3 6.6.5.3.)

Resistenza di progetto a taglio della saldatura per Fe430:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}} = 233.7 \text{ N/mm}^2$$

Si affida il momento flettente alle saldature delle ali e il taglio alle saldature d'anima.

Le saldature di ciascuna ala devono resistere alla forza $F_w = M_{Sd}/d = 1814 \text{ kN}$, essendo d il braccio della coppia interna $d = 450 - 26 = 424 \text{ mm}$. Esse hanno uno sviluppo $s = 300 + 2 \times 116 = 532 \text{ mm}$.

L'altezza di gola a deve quindi essere maggiore di $F_w / (s f_{vw,d}) = 14.6 \text{ mm}$.

Si adotta $a = 15 \text{ mm}$.

Le saldature d'anima hanno uno sviluppo $s = 2 \times 344 = 688 \text{ mm}$. L'altezza di gola a deve quindi essere maggiore di $V_{Sd} / (s f_{vw,d}) = 0.8 \text{ mm}$.

Si adotta l'altezza minima $a = 3 \text{ mm}$ (EC3 6.6.5.2)

Progetto della bullonatura

Si adottano bulloni classe 10.9

$$f_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub}}{\gamma_{Mb}} = \frac{0.9 \cdot 1000}{1.25} = 720 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a trazione (EC3 6.5.5.)

I bulloni posti simmetricamente rispetto all'ala tesa devono portare la forza F_w e quindi devono avere un'area totale $A_b = 1814 \text{ E}3 / 720 = 2519 \text{ mm}^2$. Si adottano 8 $\phi 24$ di area resistente $A_s = 353 \text{ mm}^2$ con area totale 2824 mm^2 .

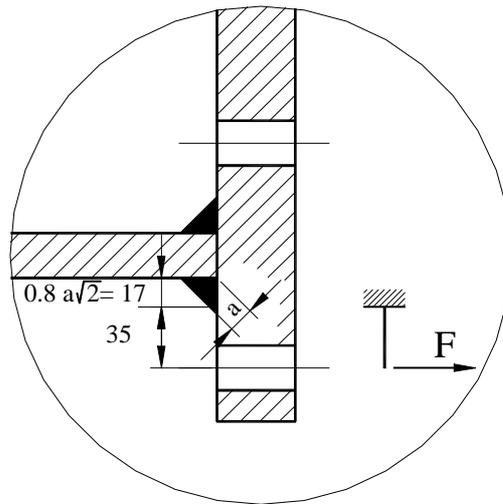
Resistenza a taglio

La resistenza a taglio del bullone $\phi 24$ vale:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.5 f_{ub} A_s}{\gamma_{Mb}} = \frac{0.5 \cdot 1000 \cdot 353}{1.25} = 141.2 \text{ kN}$$

Sarebbe sufficiente un bullone. Si adottano due bulloni $\phi 24$.

Progetto della flangia



Poiché i bulloni sono stati dimensionati senza mettere in conto le forze di contatto (effetto leva), il modello di calcolo dell'estremità inferiore della flangia è quello di una semplice mensola con luce pari alla distanza m fra il centro della bullonatura e la saldatura. Più precisamente, secondo EC3 Appendice J fig. J.3.1., l'incastro della mensola si può porre a distanza $0.8a\sqrt{2}$ dalla flangia della trave (vedi figura). La luce della mensola è quindi di 35 mm.

I quattro bulloni esterni, soggetti alla forza $F = 1814/2 = 907$ kN, sollecitano quindi la flangia con il momento $M = 907 \times 0.035 = 31.74$ kNm. E' necessario che la piastra, di larghezza $b = 300$ mm, abbia uno spessore t tale da garantire un modulo di resistenza plastico a flessione:

$$W_{pl} = \frac{\gamma_{M0} M}{f_y} = \frac{1.1 \cdot 31.74 E6}{275} = 126960 \text{ mm}^3$$

essendo:

$$W_{pl} = \frac{bt^2}{4} \quad \text{si ricava} \quad t = 41.1 \text{ mm}$$

Si adotta lo spessore $t = 45$ mm