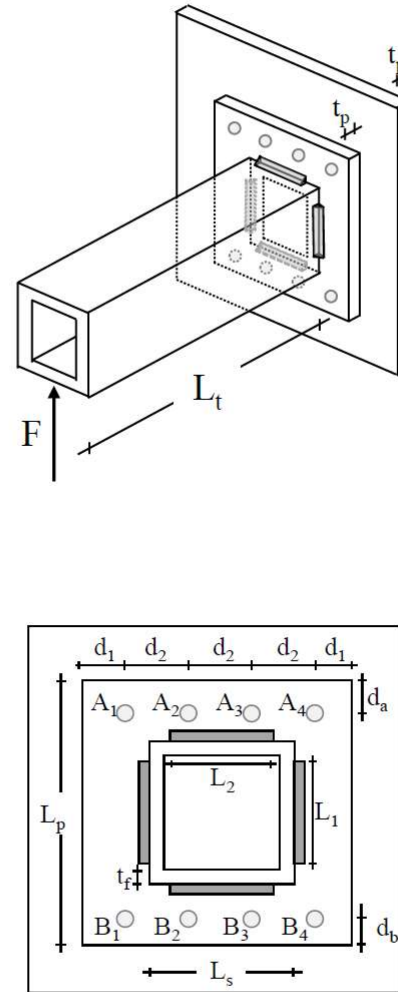


Un'asta di lunghezza $L_t=1.6$ m è realizzata mediante uno scatolare di lato $L_s=285$ mm e spessore $t_f=10$ mm in acciaio S235. Essa è saldata ad un piatto quadrato, di lato $L_p=650$ mm e spessore $t_p=15$ mm, con 4 cordoni d'angolo disposti come illustrato in figura. I due cordoni orizzontali hanno lunghezza L_{w2} e i due verticali hanno lunghezza L_{w1} . Il piatto è a sua volta bullonato ad una piastra più grande ma dello stesso spessore t_p con bulloni M20 6.8 filettati solo all'estremità. Le proprietà dei bulloni sono riepilogate in tabella. Le distanze tra i bulloni e quelle tra i bulloni e i bordi della piastra sono le seguenti: $d_1=35$ mm, $d_2=55$ mm, $d_a=45$ mm, $d_b=35$ mm. L'asta è soggetta ad una forza concentrata all'estremo e pari a $F_d=50$ kN (valore di progetto). Per effetto di questa forza, il collegamento è soggetto ad uno sforzo di taglio V_{Ed} e un momento flettente M_{Ed} .

Proprietà	Bullone M20 6.8
Diametro d	20 mm
Passo p	2.5 mm
A (nominale)	314 mm^2
A_{res}	245 mm^2
A/A_{res}	0.78
D_1	29.16 mm
D_2	32.95 mm



Supponi per tutti i quesiti a seguire che tutti i bulloni del gruppo A siano rimossi e che il collegamento sia realizzato con i soli bulloni del gruppo B.

- (16) Trascurando la presenza del taglio, indica il valore del massimo momento flettente che porta alla rottura dei bulloni (punti 3)

☐ 1 220.5 kNm ☐ 2 238.7 kNm ☐ 3 241.3 kNm ☐ 4 256.1 kNm ☒ 5 260.4 kNm

- (17) Determina il valore della forza F_d che applicata all'estremo della trave provoca il punzonamento del piatto (punti 3)

☐ 1 380.1 kN ☒ 2 388.8 kN ☐ 3 460.4 kN ☐ 4 496.8 kN ☐ 5 828.8 kN

- (18) Considera adesso il taglio ed il momento flettente determinati dalla forza F_d . I bulloni sono soggetti a taglio e trazione. Indica il valore che ottieni dalla verifica utilizzando il dominio a taglio e trazione (punti 3)

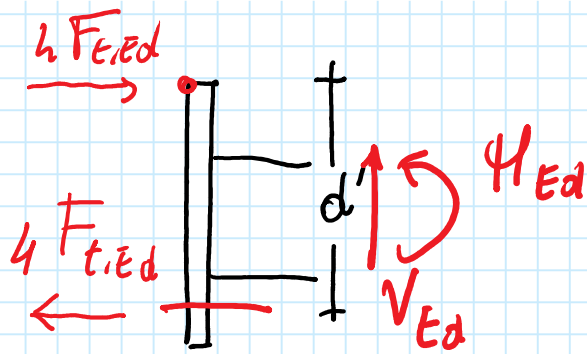
☒ 1 0.358 ☐ 2 0.482 ☐ 3 0.581 ☐ 4 0.648 ☐ 5 0.739

- (19) Progetta la lunghezza L_{w1} di ciascuno dei due cordoni di saldatura disposti in verticale per portare il taglio, nel rispetto di tutte le indicazioni e i limiti da normativa. Usa altezza di gola di 3 mm e indica esattamente il risultato del calcolo. (punti 3)

$L_{w1} =$ 46,1 mm

- (20) Progetta la lunghezza L_{w2} di ciascuno dei due cordoni di saldatura disposti in orizzontale per portare il momento, nel rispetto di tutte le indicazioni e i limiti da normativa. Usa altezza di gola di 7 mm e indica esattamente il risultato del calcolo. (punti 3)

$L_{w2} =$ 206,9 mm



$$M_{Ed} = F_d L = 50 \times 1,6 = 80,0 \text{ KNm}$$

$$d' = 650 - 35 = 615 \text{ mm}$$

$$4 F_{t,Ed} d' = M_{Ed}$$

$$4 F_{t,Rd} d' = M_{\max. \text{ bull}} = 4 \times 105,8 \times 0,615 = 260,4 \text{ KNm}$$

$$F_{t,Rd} = 0,9 A_{an} \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0,9 \times 245 \times \frac{600}{1,25} \times \frac{1}{10^3} = 105,8 \text{ KN}$$

$$M_{Ed} = F_d L$$

$$M_{p,um} = 4 B_{p,R1} d' = 4 \times 252,9 \times 0,615 = 621,9 \text{ kNm}$$

$$B_{p,R1} = 0,6 \pi d_m t \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,6 \times \pi \times 31,06 \times 15 \times \frac{360}{1,25} \times \frac{1}{10^3} = 252,9 \text{ kN}$$

$$d_m = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{29,16 + 32,95}{2} = 31,06 \text{ mm}$$

$$M_{p,um} = F_{p,um} L \Rightarrow F_{p,um} = \frac{M_{p,um}}{L} = \frac{621,9}{1,6} = 388,7 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = F_d L = 80 \text{ KNm}$$

$$h F_{t,Ed} d' = M_{Ed} \Rightarrow F_{t,Ed} = \frac{M_{Ed}}{h d'} = \frac{80}{4 \times 0,615} = 32,5 \text{ KN}$$

$$V_{Ed} = F_d = 50 \text{ KN}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{m_b m_s} = \frac{50}{4 \times 1} = 12,5 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = 0,5 A_{u2} \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0,5 \times 245 \times \frac{600}{1,25} \times \frac{1}{10^3} = 58,8 \text{ KN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} = \frac{12,5}{58,8} + \frac{32,5}{1,4 \times 105,8} = \underline{0,432}$$

$$y_{mod} \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{32,5}{105,8} = 0,307$$

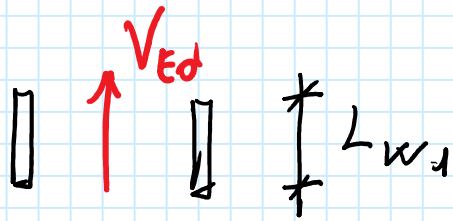
$$F_{V,Rd} = 0,6 A \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0,6 \times 314 \times \frac{600}{1,25} \times \frac{1}{10^3} = 90,4 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} = \frac{12,5}{90,4} + \frac{32,5}{1,4 \times 105,8} = \underline{0,358}$$

g. mod. 1 n

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{32,5}{105,8} = 0,307$$

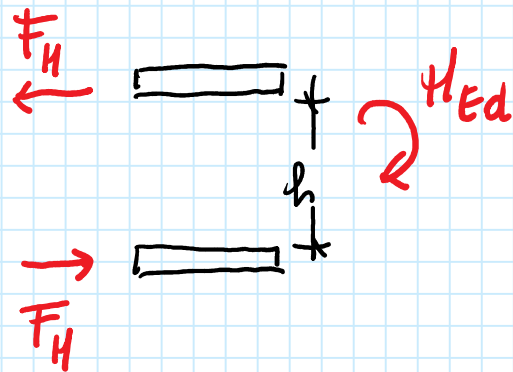
$$f_{v,w,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}} = 207,9 \text{ MPa}$$



$$a = 3 \text{ mm}$$

$$t = \frac{V_{Ed}}{2 a L_1} = f_{v,w,d} \Rightarrow L_1 = \frac{V_{Ed}}{2 a f_{v,w,d}} = \frac{50 \times 10^3}{2 \times 3 \times 207,9} = 40,1 \text{ mm}$$

$$L_{w1} = L_1 + 2a = 40,1 + 2 \times 3 = 46,1 \text{ mm}$$

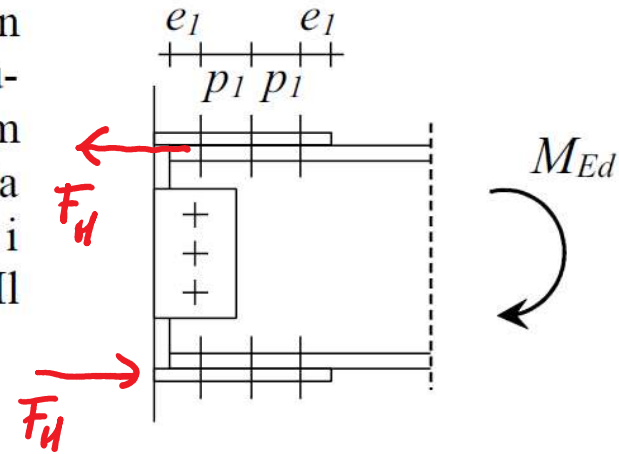


$$F_H h = H_{Ed} \Rightarrow F_H = \frac{H_{Ed}}{h} = \frac{80}{0,285} = 280,7 \text{ kN}$$

$$t: \frac{\overline{F_H}}{\alpha L_2} = \int_{v,w,d} \Rightarrow L_2 = \frac{\overline{F_H}}{\alpha \int_{v,w,d}} = \frac{280,7}{7 \times 207,9} \times 10^3 = 192,9 \text{ mm}$$

$$L_{w2} = L_2 + 2e = 192,9 + 2 \times 7 = 206,9 \text{ mm}$$

Una trave è realizzata con un profilato IPE 270 e presenta un collegamento nella sezione d'estremità come mostrato in figura. Le sue ali sono bullonate a due piastre di spessore 15 mm con 6 bulloni M16 di classe 6.8. Si supponga che il taglio sia portato interamente dai bulloni dell'anima mentre le piastre ed i bulloni delle ali devono portare un momento $M_{Ed} = 100$ kNm. Il profilato e le piastre sono di acciaio S235.



- (19) Si progetti la distanza tra bordo e bullone esterno e_l (indicare il valore esatto) considerando anche il rispetto dei minimi di normativa. (punti 3)

$$e_l = \boxed{26,8} \text{ mm}$$

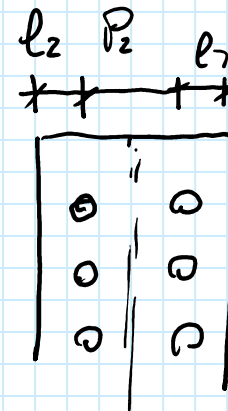
- (20) Si progetti la distanza tra bulloni interni p_l (indicare il valore esatto) considerando anche il rispetto dei minimi di normativa. (punti 3)

$$p_l = \boxed{39,5} \text{ mm}$$

$$F_H = \frac{V_{Ed}}{h} = \frac{100}{0,24} = 370,4 \text{ KN}$$

$$F_{V,Ed} = \frac{F_H}{6} = \frac{370,4}{6} = 61,7 \text{ KN}$$

$$F_{V,Ed} = F_{b,Rd} = k \alpha d t \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$



$$K = 2,5$$

$$d = 16 \text{ mm} \quad d_o = 17 \text{ mm}$$

$$l_2 = 1,5 d_o = 1,5 \times 17 = 25,5 \text{ mm}$$

$$P_2 = b - 2 l_2 = 135 - 2 \times 25,5 = 84 \text{ mm}$$

$$\frac{P_2}{d_o} = \frac{84}{17} = 4,94 > 3$$

$$F_{V,Ed} = F_{b,Rd} = k \alpha d t \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

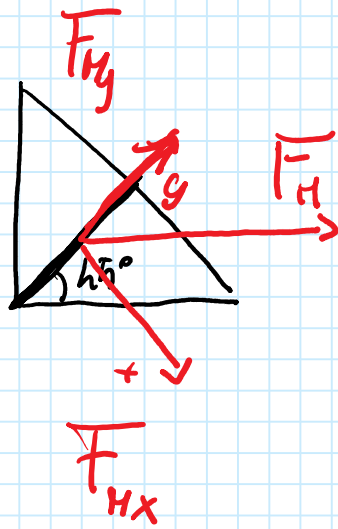
$$\alpha = \frac{F_{V,Ed} \gamma_{M2}}{k d t f_u} = \frac{61,4 \times 1,25 \times 10^3}{2,5 \times 16 \times 10,2 \times 360} = 0,525$$

$$\alpha = \frac{l_1}{3d_0} \Rightarrow l_1 = 3 \alpha d_0 = 3 \times 0,525 \times 17 = \underline{26,8 \text{ mm}}$$

$$l_1 \geq 1,2 d_0 = 1,2 \times 17 = 20,4 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{P_1}{3d_0} - 0,25 \Rightarrow P_1 = 3(\alpha + 0,25)d_0 = 3 \times (0,525 + 0,25) 17 = \underline{39,5 \text{ mm}}$$

$$P_1 \geq 2,2 d_0 = 2,2 \times 17 = 37,4 \text{ mm}$$



$$F_{Hx} = F_{Hy} = F_H \frac{\sqrt{2}}{2}$$

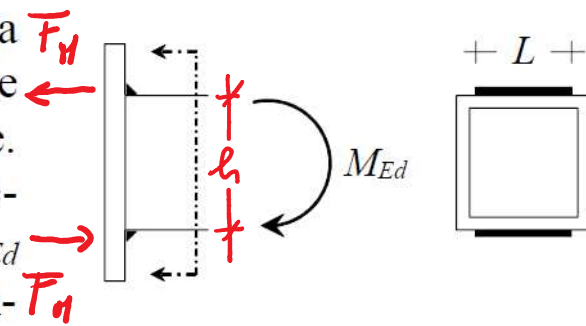
$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{Hx}}{a L}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{Hy}}{a L}$$

$$\left(\frac{\sigma_{\perp}}{f_{uw}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\perp}}{0,58 f_{uw}} \right)^2 = \left(\frac{\sigma_{\perp}}{f_{uw}} \right)^2 + 3 \left(\frac{\tau_{\perp}}{f_{uw}} \right)^2$$

$$f_{uw} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{a2}}$$

Un'asta è realizzata mediante un profilato scatolare di altezza 240 mm in acciaio S235. L'asta è saldata all'estremità mediante cordoni d'angolo posizionati sui lati superiore ed inferiore. L'altezza di gola dei cordoni è 8 mm. In corrispondenza della sezione collegata deve essere trasmesso un momento flettente M_{Ed} pari a 50 kNm. Si consideri efficace il cordone per l'intera lunghezza.



- (16) Considerando la lunghezza dei cordoni pari a **210 mm** e l'ellissoide di rotazione come dominio di resistenza, si riporti l'esito della verifica del cordone: (punti 3)

☒ 0.236

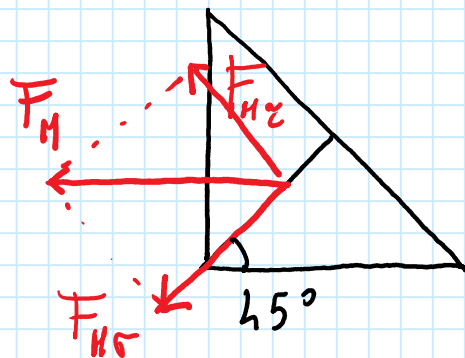
☐ 0.352

☐ 0.514

☐ 0.745

☐ 0.971

$$F_H \cdot h = M_{Ed} \Rightarrow F_H = \frac{M_{Ed}}{h} = \frac{50}{0.24} = 208,3 \text{ kN}$$



$$F_{Hv} = F_{Hv} = \frac{\sqrt{2}}{2} F_H = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 208,3 = 147,3 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{F_{Hv}}{a \cdot L} = \frac{147,3 \times 10^3}{8 \times 210} = 87,4 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{\perp}}{f_{uw}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{0,58 f_{uw}} \right)^2 \leq 1$$

non importante e $\tau = \tau_{\perp} \circ \tau_{\parallel}$

oppure

$$\left(\frac{\sigma_{\perp}}{f_{uw}} \right)^2 + 3 \left(\frac{\tau}{f_{uw}} \right)^2 \leq$$

$$f_{uw} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{u2}} = \frac{360}{0,8 \times 1,25} = 360 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{87,4}{360} \right)^2 + 3 \left(\frac{87,4}{360} \right)^2 = 0,237$$