

**Foglio 1**

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 240 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

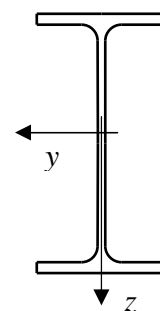
$$b = 120 \text{ mm}, h = 240 \text{ mm}, t_f = 9.8 \text{ mm}, t_w = 6.2 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 3910 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1913 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 38920000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 324300 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 366600 \text{ mm}^3, i_y = 99.7 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2836000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 47270 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 73920 \text{ mm}^3, i_z = 26.9 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S275 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3000 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



*Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.*

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione  $N_{pl,Rd}$  (punti -1/+3)  
☐ 1 289 kN    ☐ 2 501 kN    ☐ 3 591 kN    ☐ 4 1024 kN    ☐ 5 1388 kN

Si ha:

$$N_{pl,Rd} = A \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 3910 \times \frac{275}{1.05} \times 10^{-3} = 1024 \text{ kN}$$

La risposta corretta è la numero 4.

- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza  $M_{pl,Rd,y}$  (punti -1/+3)  
☐ 1 19.4 kNm    ☐ 2 55.4 kNm    ☐ 3 96.0 kNm    ☐ 4 128.3 kNm    ☐ 5 141.2 kNm

Si ha:

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 366600 \times \frac{275}{1.05} \times 10^{-6} = 96.0 \text{ kNm}$$

La risposta corretta è la numero 3.

- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza  $M_{pl,Rd,z}$  (punti -1/+3)  
☐ 1 11.2 kNm    ☐ 2 19.4 kNm    ☐ 3 55.4 kNm    ☐ 4 96.0 kNm    ☐ 5 128.3 kNm

Si ha:

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 73920 \times \frac{275}{1.05} \times 10^{-6} = 19.4 \text{ kNm}$$

La risposta corretta è la numero 2.

Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_z$  (punti -1/+3)  
☐ 1 0.350    ☐ 2 0.524    ☐ 3 0.896    ☐ 4 1.297    ☐ 5 1.831

Si ha:

$$\lambda_z = \frac{l_0}{i_z} = \frac{3000}{26.9} = 111.5 \quad \lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.1416 \times \sqrt{\frac{206000}{275}} = 86.0 \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{111.5}{86.0} = 1.297$$

La risposta corretta è la numero 4.

- (5) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$  (punti -1/+3)  
☐ 1 115 kN    ☐ 2 213 kN    ☐ 3 439 kN    ☐ 4 766 kN    ☐ 5 989 kN

Si ha:

curva di instabilità  $b$ ;  $\alpha = 0.34$      $\Phi = 1.528$      $\chi = 0.428$      $N_{b,Rd,z} = 439 \text{ kN}$

La risposta corretta è la numero 3.

Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (6) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_y$  (punti -1/+3)  
☐ 1 0.272    ☐ 2 0.350    ☐ 3 0.524    ☐ 4 0.896    ☐ 5 1.297

Si ha:

$$\lambda_y = \frac{l_0}{i_y} = \frac{3000}{99.7} = 30.1 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{30.1}{86.0} = 0.350$$

La risposta corretta è la numero 2.

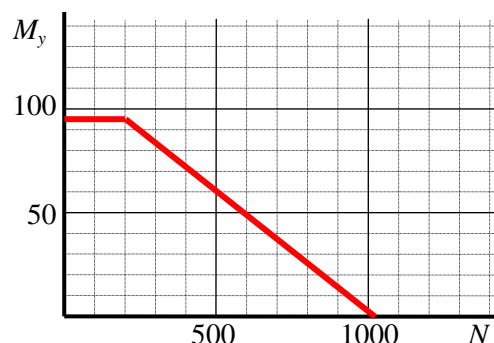
- (7) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd,y}$  (punti -1/+3)  
☐ 1 115 kN    ☐ 2 213 kN    ☐ 3 439 kN    ☐ 4 766 kN    ☐ 5 989 kN

Si ha:

curva di instabilità  $a$ ;  $\alpha = 0.21$      $\Phi = 0.577$      $\chi = 0.966$      $N_{b,Rd,y} = 989 \text{ kN}$

La risposta corretta è la numero 5.

- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza ( $M_y$ ). (punti 0/+4)



Il dominio è costituito da un tratto orizzontale (per  $N$  da 0 a  $N_{Rd} a/2$ ) e poi un tratto lineare che si annulla per  $N = N_{Rd}$ . Per un profilo IPE  $a \approx 0.4$  ed  $a/2 \approx 0.2$ ; più esattamente

$$a = \frac{A - 2 b t_f}{A} = \frac{3910 - 2 \times 120 \times 9.8}{3910} = 0.398 \quad \frac{a}{2} = 0.199$$

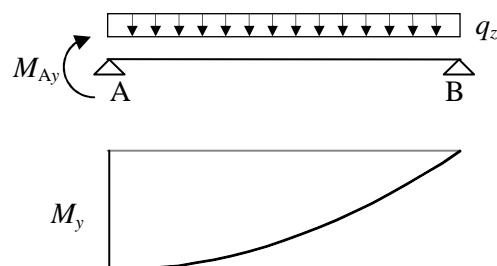
Il dominio che si ottiene, tenendo conto dei valori calcolati ai punti 1 e 2, è riportato in figura.

## Foglio 2

Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.00 m. Immagina che sia soggetta a un carico  $q_z = 40 \text{ kN/m}$  e ad una coppia  $M_{Ay} = 180 \text{ kNm}$ , mentre all'altro estremo è  $M_{By} = 0$ .

Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.



- (9) Quanto vale il coefficiente  $\alpha_m$  che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

*Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.*

- ☐ 1 0.20     
 ☐ 2 0.40     
 ☐ 3 0.60     
 ☐ 4 0.80     
 ☐ 5 1.00

Un diagramma di momento costante richiede  $\alpha_m = 1.0$ . Un diagramma del momento lineare, che si annulla ad un estremo, richiede  $\alpha_m = 0.6$ . Risulta quindi plausibile che il caso indicato sia intermedio e da questo si può dedurre che  $\alpha_m = 0.8$ .

Se si vuol fare un calcolo esatto, si ha:

momento massimo agli estremi  $M_h = 180 \text{ kNm}$

momento in mezzeria  $M_s = 125 \text{ kNm}$

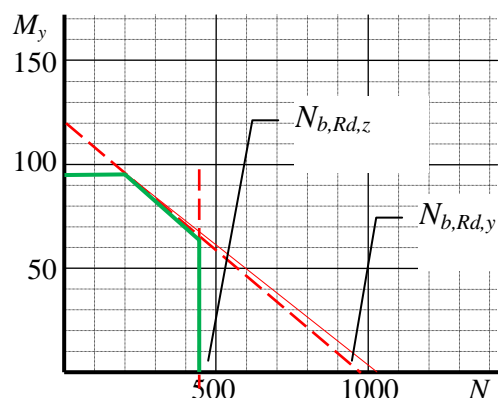
$$\alpha_s = M_s / M_h =$$

$$\alpha_m = \max(0.4 ; 0.2 + 0.8 \alpha_s) = 0.8$$

La risposta corretta è la numero 4.

- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente  $M_y$ - $N$  senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di  $\alpha_m$  trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farti capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)

*Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.*

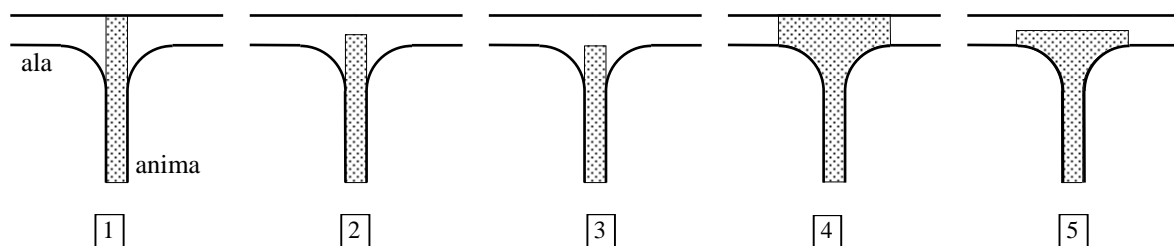


Il metodo B impone due condizioni. La prima porta ad un tratto curvilineo (ma non molto discosto dal rettilineo) che va dalla coppia  $N=0$ ,  $M=M_{Rd}/\alpha_m = 120 \text{ kNm}$  alla coppia  $N=N_{b,Rd,y} = 989 \text{ kN}$ ,  $M=0$ . La seconda è una retta verticale con  $N=N_{b,Rd,z} = 439 \text{ kN}$ . Il tutto non deve, inoltre, superare il dominio di resistenza in assenza di instabilità, già mostrato al quesito 8.

Il dominio che si ottiene è riportato in figura. Si veda anche il foglio di calcolo "M-N comp" del file Excel in cui sono calcolati i risultati.

- (11) Nel calcolare l'area a taglio  $A_{v,z}$ , a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

*Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area  $A_{v,z}$ .*



La risposta corretta è la numero 5.

Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

(12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale  $V_{pl,Rd,z}$  (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- ☐ 1 289 kN      ☐ 2 501 kN      ☐ 3 591 kN      ☐ 4 1024 kN      ☐ 5 1388 kN

Si ha:

$$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = 1913 \times \frac{275 / \sqrt{3}}{1.05} \times 10^{-3} = 289 \text{ kN}$$

La risposta corretta è la numero 1.

(13) Se la trave è soggetta a un taglio  $V_{Ed,z} = 220 \text{ kN}$  e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza  $M_{Ed,y}$ , quanto vale la resistenza a flessione  $M_{V,Rd,y}$ ? (punti -1/+4)

- ☐ 1 57.4 kNm      ☐ 2 85.5 kNm      ☐ 3 96.0 kNm      ☐ 4 112.4 kNm      ☐ 5 128.9 kNm

In questo caso si ha una riduzione di resistenza a flessione perché  $V_{Ed,z} > 0.5 V_{Rd,z}$ . Si ha:

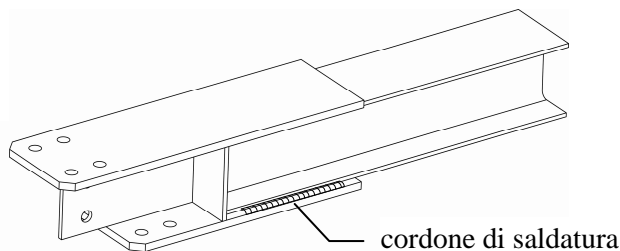
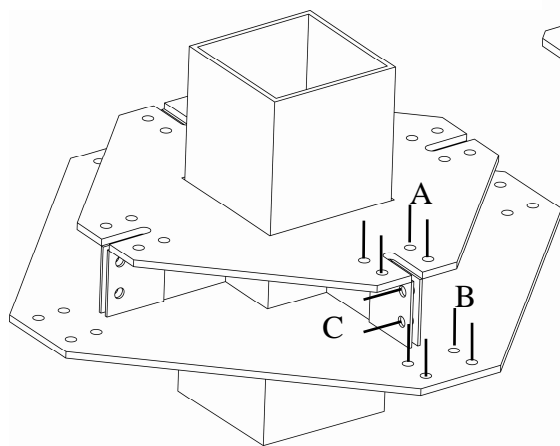
$$\rho = \left( \frac{2 V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2 = \left( \frac{2 \times 220}{289} - 1 \right)^2 = 0.272$$

$$M_{V,Rd} = \left( W_{pl} - \frac{\rho A_v^2}{4 t_w} \right) \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \left( 366600 - \frac{0.272 \times 1913^2}{4 \times 6.2} \right) \times \frac{275}{1.05} \times 10^{-6} = 85.5 \text{ kNm}$$

La risposta corretta è la numero 2.

### Foglio 3

Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 240 – Acciaio S275  
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore  $t = 12 \text{ mm}$   
Acciaio S275

Bulloni di classe 8.8 filettati solo  
all'estremità

La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione:

$M_{Ed,y} = -120 \text{ kNm}$ ,  $V_{Ed,z} = 100 \text{ kN}$ .

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2)      ☐ 1 a trazione      ☐ 2 a taglio      ☐ 3 a compressione

La risposta corretta è la numero 2.

- (15) Bulloni B (punti -1/+2)      ☐ 1 a trazione      ☐ 2 a taglio      ☐ 3 a compressione

La risposta corretta è la numero 2.

- (16) Bulloni C (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione

La risposta corretta è la numero 2.

- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è l'area totale (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente  $M_{Ed,y}$ ? (punti -1/+4)

- ☐ 1 648 mm<sup>2</sup> ☐ 2 813 mm<sup>2</sup> ☐ 3 992 mm<sup>2</sup> ☐ 4 1130 mm<sup>2</sup> ☐ 5 1302 mm<sup>2</sup>

La resistenza a taglio dei bulloni si calcola con

$$F_{v,Rd} = 0.6 A \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

con  $A$  = area nominale (perché la filettatura è solo agli estremi) e  $f_{ub}=800$  MPa.

Il momento flettente viene trasmesso mediante due forze uguali e opposte, pari a  $M/h$ , con  $h$  = altezza del profilato. Le forze valgono quindi

$$F_{v,Ed} = \frac{M_{Ed}}{h} = \frac{120}{0.240} = 500 \text{ kN}$$

L'area totale necessaria è quindi

$$A_{tot} = \frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{0.6 f_{ub}} = \frac{500 \times 10^3 \times 1.25}{0.6 \times 800} = 1302 \text{ mm}^2$$

La risposta corretta è la numero 5.

- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)

- ☐ 1 M16 ☐ 2 M18 ☐ 3 M20 ☐ 4 M22 ☐ 5 M24

I bulloni sono 4 e lavorano ciascuno in una sezione. Quindi l'area della sezione del singolo bullone deve essere almeno  $1302/4 = 325.5 \text{ mm}^2$ . Occorrono quindi bulloni M22 che hanno un'area di  $380.1 \text{ mm}^2$ . La risposta corretta è la numero 4.

- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere  $k=2.5$ . Qual è il valore minimo di  $\alpha$  necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)

- ☐ 1 0.44 ☐ 2 0.55 ☐ 3 0.63 ☐ 4 0.72 ☐ 5 0.84

La resistenza a rifollamento è data da

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

Nel caso in esame è  $d=22 \text{ mm}$ ,  $t=12 \text{ mm}$ ,  $f_u=430 \text{ MPa}$ . Con riferimento ad un singolo contatto bullone-piatto, sollecitato da  $F_{v,Ed} = 500/4 = 125 \text{ kN}$ , deve essere

$$\alpha \geq \frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{k d t f_u} = \frac{125 \times 10^3 \times 1.25}{2.5 \times 22 \times 12 \times 430} = 0.55$$

La risposta corretta è la numero 2.

- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza  $e_1$  di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)

- ☐ 1 25 mm ☐ 2 30 mm ☐ 3 35 mm ☐ 4 40 mm ☐ 5 50 mm

Il coefficiente  $\alpha$  è dato da

$$\alpha = \frac{e_1}{3 d_0} \quad \text{oltre ad altre condizioni che non ci interessano qui.}$$

Nel caso in esame è  $d_0 = 22 + 1.5 = 23.5 \text{ mm}$ , quindi deve essere

$$e_1 \geq 3 d_0 \alpha = 3 \times 23.5 \times 0.55 = 38.8 \text{ mm}$$

Si sceglierà quindi  $e_1=40 \text{ mm}$ . La risposta corretta è la numero 4.

(21) Che diametro assegni ai bulloni C?

(punti -1/+4)

☐ 1 M12

☐ 2 M14

☐ 3 M16

☐ 4 M18

☐ 5 M20

I bulloni lavorano a taglio per trasmettere la forza  $V_{Ed} = 100 \text{ kN}$ . Vi sono due bulloni, ciascuno dei quali lavora in due sezioni, e quindi ogni sezione è sollecitata da  $F_{v,Ed} = 25 \text{ kN}$ . Poiché

$$F_{v,Rd} = 0.6 A \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

deve essere, per ciascuna sezione

$$A = \frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{0.6 f_{ub}} = \frac{25 \times 10^3 \times 1.25}{0.6 \times 800} = 65 \text{ mm}^2$$

Bastano quindi i bulloni minimi, ovvero M12. La risposta corretta è la numero 1.

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola  $a = 6 \text{ mm}$ .

(22) Che lunghezza  $l$  deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)?

(punti -1/+4)

☐ 1 90 mm

☐ 2 140 mm

☐ 3 180 mm

☐ 4 240 mm

☐ 5 360 mm

I cordoni devono trasmettere una forza parallela alla loro direzione e lavorano con tau parallele. È indifferente usare un dominio a sfera oppure ellissoide e si può ragionare direttamente intermini di forze. La tensione resistente della saldatura è

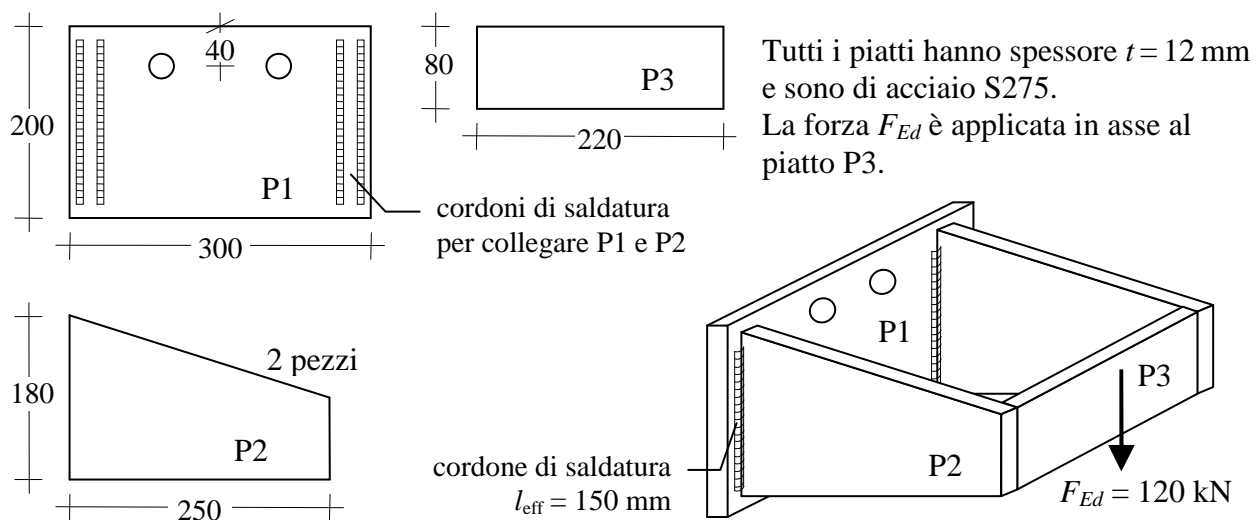
$$f_{vwd} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = \frac{430 / \sqrt{3}}{0.85 \times 1.25} = 233.7 \text{ MPa}$$

Poiché la saldatura resiste ad una forza  $F = a l f_{vwd}$ , e poiché la forza che sollecita un cordone è la metà del valore calcolato al quesito 17 E quindi  $250 \text{ kN}$ , la lunghezza necessaria è

$$l = \frac{F}{a f_{vwd}} = \frac{250 \times 10^3}{6 \times 233.7} = 178 \text{ mm}$$

Si realizzerà un cordone lungo  $180 \text{ mm}$ . La risposta corretta è la numero 3.

#### Foglio 4



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza  $l$  di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio  $V$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 niente      ☐ 2 15 kN      ☐ 3 30 kN      ☐ 4 60 kN      ☐ 5 120 kN

La forza di taglio, 120 kN, si divide tra quattro cordoni. Ciascuno porta quindi 30 kN. La risposta corretta è la numero 3.

(24) Momento flettente  $M$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 niente      ☐ 2 7.5 kNm      ☐ 3 15 kNm      ☐ 4 30 kNm      ☐ 5 60 kNm

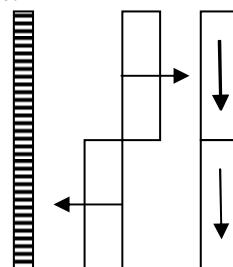
La forza provoca un momento pari a  $120 \times 0.25 = 30$  kNm, che si divide tra quattro cordoni. Ciascuno porta quindi 7.5 kNm. La risposta corretta è la numero 2.

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

Per trasmettere il momento flettente ciascun cordone dovrà portare due forze uguali e opposte. Posso allora pensare il cordone diviso in due metà, ciascuna soggetta ad una forza ortogonale al cordone ( $2 M / l = 100$  kN) ed una parallela ( $V / 2 = 15$  kN). Il modulo della risultante è 101.1 kN. Questa forza deve essere portata da mezzo cordone e quindi pari ad  $l f_{vwd} / 2$ . Si ha quindi

$$a = \frac{2 F}{l f_{vwd}} = \frac{2 \times 100 \times 10^3}{150 \times 233.7} = 5.8 \text{ mm}$$



(26) Che valore usi per  $a$  (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- ☐ 1 4 mm      ☐ 2 5 mm      ☐ 3 6 mm      ☐ 4 7 mm      ☐ 5 8 mm

In base ai calcoli sopra riportati, userò un cordone con  $a=6$  mm. La risposta corretta è la numero 3.

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- ☐ 1 M16      ☐ 2 M18      ☐ 3 M20      ☐ 4 M22      ☐ 5 M24

La scelta potrebbe essere fatta ad occhio, ma se si vuole dimensionare correttamente il bullone bisogna ricordare che deve essere

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

ovvero

$$\frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{0.6 A f_{ub}} + \frac{F_{t,Ed} \gamma_{M2}}{1.4 \times 0.9 A_{res} f_{ub}} \leq 1$$

ed essendo  $A_{res} \cong 0.75 A$

$$\frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{0.6 A f_{ub}} + \frac{F_{t,Ed} \gamma_{M2}}{1.4 \times 0.9 \times 0.75 A f_{ub}} \leq 1$$

da cui si ha

$$A \geq \frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{0.6 f_{ub}} + \frac{F_{t,Ed} \gamma_{M2}}{1.4 \times 0.9 \times 0.75 f_{ub}}$$

Effettuando i calcoli, la scelta giusta risulta essere bulloni M20, ovvero la risposta 3.

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti?  
(in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$$F_{v,Ed} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kN}$$

I due bulloni debbono portare un taglio  $F_{v,Ed} = 120 \text{ kN}$  ed una forza di trazione corrispondente al momento  $30 \text{ kNm}$  (vedi quesito 24). Il momento flettente genera trazione nei bulloni e compressione in corrispondenza del bordo inferiore del piatto P1, quindi con un braccio di  $200 - 40 = 160 \text{ mm}$ . La forza totale di trazione nei due bulloni sarà quindi  $30/0.16 = 187.5 \text{ kN}$ . Sul singolo bullone si ha quindi:

$$F_{v,Ed} = 60 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 93.8 \text{ kN}$$

Dall'espressione sopra riportata si ha

$$A \geq \frac{F_{v,Ed} \gamma_{M2}}{0.6 f_{ub}} + \frac{F_{t,Ed} \gamma_{M2}}{1.4 \times 0.9 \times 0.75 f_{ub}} = \left( \frac{60 \times 10^3}{0.6} + \frac{93.8 \times 10^3}{1.4 \times 0.9 \times 0.75} \right) \frac{1.25}{800} = 311 \text{ mm}^2$$

Da questa si vede che occorrono bulloni M20 ( $A = 314 \text{ mm}^2$ ,  $A_{res} = 245 \text{ mm}^2$ ). Per verifica calcolo

$$F_{v,Rd} = 0.6 A \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0.6 \times 314 \times \frac{800}{1.25} \times 10^{-3} = 120.6 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 0.9 A_{res} \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0.9 \times 245 \times \frac{800}{1.25} \times 10^{-3} = 141.1 \text{ kN}$$

La verifica è soddisfatta perché

$$\frac{60}{120.6} + \frac{93.8}{1.4 \times 141.1} = 0.97 < 1$$