

Prima di cominciare, scrivi il tuo numero di matricola, cognome, nome e data di nascita nello spazio appositamente predisposto.

Rispondi usando una penna nera o blu (non una penna di colore diverso o una matita). Scrivi le parole e i numeri in bella grafia (risposte difficili da interpretare non saranno prese in considerazione).

Le domande possono essere di tre tipi:

- domande con risposta da scegliere tra quelle indicate; in questo caso dovresti sempre essere in grado di trovare la risposta senza consultare libri (in genere senza calcoli; talvolta con calcoli semplicissimi): devi rispondere sbarrando con una croce (ben evidente) la risposta prescelta
- domande che richiedono una risposta scritta: la risposta deve essere sintetica ma completa e deve contenere anche i valori utilizzati per i dati non forniti nella domanda; scrivi la risposta dentro il riquadro predisposto
- domande che richiedono un risultato numerico: scrivi il risultato nello spazio predisposto, usando un numero adeguato di cifre significative.

*Esempi*

☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

La formula  $N_{u.Rd} = 0.9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$   
con  $A_{net} = 37.2 \text{ mm}^2$  e  $\gamma_{M2} = 1.25$

$\sigma_s =$   MPa

(punti 4)

Dopo ciascuna domanda è indicato, con carattere più piccolo, il punteggio che viene assegnato se la risposta è corretta.

il punteggio in caso di risposta esatta è 4

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa

(per ciascuna domanda punti 2)

- I domini per la verifica a presso-flessione dell'asta e della sezione sono diversi a causa dei fenomeni di instabilità locale ☐ vero ☒ falso
- Una sezione soggetta ad un taglio  $V_{Ed}$  pari a quello resistente  $V_{Rd}$  non può sopportare alcun momento flettente ☐ vero ☒ falso
- Il momento resistente di una sezione in presenza di sforzo normale è sempre minore di quello nel caso di flessione semplice ☐ vero ☒ falso
- Gli scorrimenti relativi tra le parti della struttura causati dal gioco foro-bullone provocano deformazioni anelastiche rilevanti nelle strutture con collegamenti bullonati ad attrito ☐ vero ☒ falso
- La sperimentazione sulla resistenza delle saldature a cordoni d'angolo mostra che un cordone di saldatura offre la resistenza massima alle  $\sigma_{\perp}$  e la minima alle  $\tau_{\perp}$  relative alla sezione di gola ☒ vero ☐ 2 falso
- I bulloni dei collegamenti bullonati realizzati nelle aste compresse sono generalmente sollecitati a compressione ☐ 1 vero ☒ falso
- La classe assegnata dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ad una sezione a doppio T soggetta a presso-flessione: (punti 3)
  - ☐ non dipende dalla posizione dell'asse neutro
  - ☐ si può ottenere cautelativamente considerando la sezione soggetta a flessione semplice
  - ☒ si può ottenere cautelativamente considerando la sezione tutta compressa
  - ☐ nessuna delle risposte precedenti è corretta

- (8) Nella verifica dei cordoni di saldatura mediante il dominio della sfera mozza secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008): (punti 3)

- ☐ 1 si fa riferimento alle tensioni sulla sezione di gola ribaltata  $n_{\perp}$ ,  $t_{\perp}$  e  $t_{//}$   
☐ 2 si usa la tensione di snervamento  $f_{yk}$  del materiale base  
☒ 3 entrambe le risposte precedenti sono corrette  
☐ 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta

- (9) Un collegamento bullonato con bulloni sollecitati a taglio: (punti 3)

- ☐ 1 non è mai a completo ripristino di resistenza perché i fori indeboliscono l'elemento  
☐ 2 è più resistente se si usa una coppia di serraggio dei bulloni elevata  
☐ 3 non è adatto per collegare aste tese  
☒ 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta

- (10) Quale tra i seguenti parametri non influisce sulla resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd}$  di una piastra d'acciaio valutata secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008)? (punti 3)

- ☒ 1 la tensione di snervamento della piastra  
☐ 2 lo spessore della piastra  
☐ 3 il diametro del bullone  
☐ 4 la classe del bullone

- (11) Devi verificare allo SLU secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) un'asta realizzata con un profilato HE di classe 1 o 2, soggetta a tenso-flessione deviata. Spiega in sintesi come esegui la verifica. (punti 3)

Si calcolano i momenti resistenti ridotti per effetto dello sforzo normale nei due piani:

$$M_{N,Rd,x} = \min \left\{ \frac{M_{pl,Rd,x}}{1 - \frac{n}{0.5a}}, M_{N,Rd,y} = \min \left\{ \frac{M_{pl,Rd,y}}{1 - \left( \frac{n - a}{1 - a} \right)^2} \right\}, \text{ con } \begin{aligned} a &= \frac{A - 2bt_f}{A} \\ n &= \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \end{aligned} \right.$$

E, quindi, si verifica che  $\left( \frac{M_{Ed,x}}{M_{N,Rd,x}} \right)^2 + \left( \frac{M_{Ed,y}}{M_{N,Rd,y}} \right)^{5/n} \leq 1$

Per le domande 12, 13 e 14 fai riferimento ad un'asta realizzata in acciaio S235 con un HEA 240 (sezione di classe 1,  $h = 230$  mm,  $b = 240$  mm,  $t_w = 7.5$  mm,  $t_f = 12$  mm,  $r = 21$  mm,  $A = 76.8$  cm<sup>2</sup>,  $W_{el,x} = 675.0$  cm<sup>3</sup>,  $W_{pl,x} = 744.6$  cm<sup>3</sup>,  $W_{el,y} = 230.8$  cm<sup>3</sup> e  $W_{pl,y} = 351.7$  cm<sup>3</sup>).

- (12) Supponendo che la sezione sia soggetta a flessione retta rispetto all'asse  $x$  (asse forte) e ad un taglio  $V_{Ed,y} = 300$  kN, indica il momento il massimo rispetto all'asse  $x$  ( $M_{Ed,x}$ ) che la sezione può sopportare: (punti 4)

$$M_{Ed,x} \leq \boxed{132.8} \text{ kNm}$$

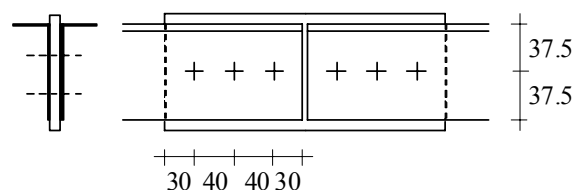
- (13) Supponendo che la sezione sia soggetta a tenso-flessione retta nel piano  $x$ - $z$  e che lo sforzo normale sia pari a  $N_{Ed} = 800$  kN, indica il momento resistente relativo all'asse  $y$  (asse debole) ridotto per effetto dello sforzo normale: (punti 4)

$$M_{N,Rd,y} = \boxed{72.2} \text{ kNm}$$

- (14) Supponendo che la sezione sia soggetta a tenso-flessione deviata, che lo sforzo normale sia pari a  $N_{Ed} = 800$  kN e che il momento agente rispetto all'asse  $y$  sia  $M_{Ed,y} = 40.0$  kNm, indica il massimo momento rispetto all'asse  $x$  che la sezione può sopportare: (punti 3)

$$M_{Ed,x} \leq \boxed{88.0} \text{ kNm}$$

Per le domande che seguono fai riferimento al collegamento mostrato nella figura a fianco. Il collegamento è realizzato su un'asta soggetta ad uno sforzo normale di trazione centrato. I profilati, collegati mediante una piastra e bulloni, sono una coppia di angolari 50x75x6 (per il singolo angolare  $b = 50$  mm,  $h = 75$  mm,  $t = 6$  mm,  $A = 7.2$  cm<sup>2</sup>). Il baricentro della coppia di angolari si trova alla distanza  $e_y = 24.4$  mm rispetto al bordo superiore. Lo spessore della piastra è pari a 10 mm. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono M16 ( $A = 201$  mm<sup>2</sup>,  $A_{res} = 157$  mm<sup>2</sup>) di classe 5.6, filettati solo all'estremità. Inoltre, fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ed ove fosse necessario alle indicazioni dell'Eurocodice 3.



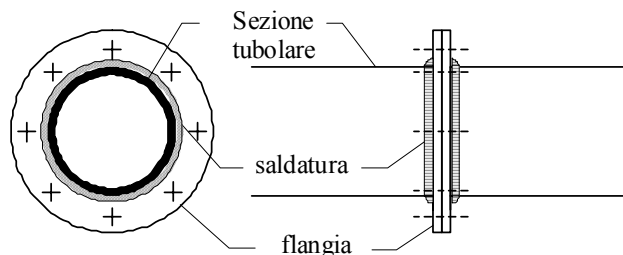
(15) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina la rottura dei bulloni? (punti 4)

- ☐ 1 165.9 kN    ☐ 2 197.5 kN    ☐ 3 235.1 kN    ☒ 4 260.1 kN    ☐ 5 289.8 kN

(16) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina il rifollamento del collegamento? (punti 4)

- ☒ 1 165.9 kN    ☐ 2 184.8 kN    ☐ 3 235.1 kN    ☐ 4 245.7 kN    ☐ 5 289.8 kN

Per le domande che seguono fai riferimento al collegamento flangiato mostrato nella figura a fianco. Il collegamento è realizzato su un'asta soggetta solo a trazione. Gli elementi collegati sono due tubi di diametro esterno  $d = 108$  mm, spessore  $t = 3.6$  mm e sezione trasversale di area  $A = 11.8$  cm<sup>2</sup>. Le flange hanno spessore pari a 6 mm e sono collegate ai tubi mediante un cordone (d'angolo) di saldatura di altezza di gola  $a = 3$  mm esteso su tutta la circonferenza del tubo. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono 8 M14 ( $A = 154$  mm<sup>2</sup>,  $A_{res} = 115$  mm<sup>2</sup>) di classe 5.6, filettati solo all'estremità. Inoltre, fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ed ove fosse necessario alle indicazioni dell'Eurocodice 3.



(17) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina la rottura dei bulloni? (punti 4)

- ☐ 1 220.8 kN    ☒ 2 331.2 kN    ☐ 3 443.5 kN    ☐ 4 516.4 kN    ☐ 5 608.1 kN

(18) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina il punzonamento della flangia (assumi  $d_m = 23.08$  mm)? (punti 4)

- ☐ 1 459.4 kN    ☐ 2 516.4 kN    ☒ 3 601.4 kN    ☐ 4 718.4 kN    ☐ 5 805.1 kN

(19) Quanto vale la forza che è in grado di trasferire il cordone di saldatura (si faccia riferimento al dominio di resistenza sferico)? (punti 4)

- ☐ 1 67.3 kN    ☐ 2 121.4 kN    ☐ 3 170.4 kN    ☒ 4 211.6 kN    ☐ 5 237.8 kN

(20) Il collegamento è a completo ripristino di resistenza? (punti 2) ☐ 1 Si    ☒ 2 No