

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:

*Esempi*

- 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

☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

- 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

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

- domande che richiedono un risultato numerico: scrivi il risultato nello spazio predisposto, usando un numero adeguato di cifre significative.

$\sigma_s = \boxed{129.2} \text{ MPa}$

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

(punti 4)

il punteggio in caso di risposta esatta è 4

Per tutti i quesiti fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), alla Circolare n. 617 del 2/02/2009 ed all'Eurocodice 3 (UNI EN 1993-1-1, agosto 2005).

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa

(per ciascuna domanda punti 2)

- Per una sezione a doppio T la resistenza a flessione rispetto all'asse forte  $M_{pl,Rd,x}$  non è ridotta dalla presenza di un momento flettente rispetto all'asse debole  $M_{Ed,y}$  inferiore a  $0.5 M_{pl,Rd,y}$
- Il dominio di resistenza per la verifica a tenso-flessione di sezioni di classe 3 è sempre lineare
- La torsione primaria è trascurabile per sezioni scatolari
- Un collegamento è a completo ripristino di resistenza se è capace di trasferire un'azione pari alla resistenza del più debole tra gli elementi collegati
- Nei collegamenti ad attrito il serraggio dei bulloni serve per evitare il distacco delle piastre che favorisce la corrosione
- La verifica di un cordone d'angolo richiede sempre il calcolo delle tensioni  $\sigma_{\perp}$ ,  $\tau_{\perp}$  e  $\tau_{//}$  relative alla sezione di gola

☐ 1 vero ☒ 2 falso

☒ 1 vero ☐ 2 falso

☐ 1 vero ☒ 2 falso

☒ 1 vero ☐ 2 falso

☐ 1 vero ☒ 2 falso

☐ 1 vero ☒ 2 falso

- Nella verifica di una sezione di classe 1 soggetta a flessione e taglio:

(punti 3)

☐ 1 il momento resistente si valuta assumendo una tensione pari a  $f_{yk}/(\sqrt{3} \gamma_{M0})$

☒ 2 il momento resistente è nel peggiore dei casi uguale a quello delle sole ali

☐ 3 l'asse neutro si ottiene dall'equilibrio alla traslazione lungo la retta d'azione del taglio

☐ 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta

- (8) L'area resistente di un bullone: (punti 3)

- ☐ 1 è la parte più resistente del gambo del bullone  
☐ 2 è sempre quella da considerare per il calcolo della resistenza a taglio del bullone  
☒ 3 è circa il 75% dell'area nominale  
☐ 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta

Per le domande che seguono fai riferimento ad un'asta realizzata in acciaio S355 con un IPE 400 (sezione di classe 1,  $h = 400$  mm,  $b = 180$  mm,  $t_w = 8.6$  mm,  $t_f = 13.5$  mm,  $r = 21$  mm,  $A = 84.5$  cm<sup>2</sup>,  $W_{pl,x} = 1307.0$  cm<sup>3</sup> e  $W_{pl,y} = 229.0$  cm<sup>3</sup>).

- (9) Indica il taglio plastico resistente nel piano dell'anima  $V_{pl,Rd,y}$  (punti 3)

- ☐ 1 552.2 kN    ☐ 2 624.8 kN    ☒ 3 834.1 kN    ☐ 4 934.0 kN    ☐ 5 1198.3 kN

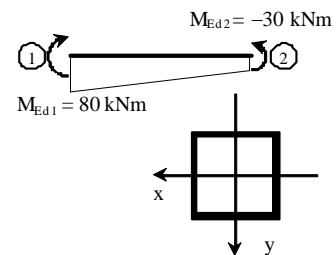
- (10) Supponendo che la sezione sia sottoposta all'azione di un taglio  $V_{Ed,y} = 700$  kN, il momento resistente relativo all'asse  $x$   $M_{V,Rd,x}$  risulta ridotto per la presenza del taglio? (punti 2)

☒ Si    ☐ No

- (11) Quanto vale dunque il massimo momento, rispetto all'asse  $x$  (asse forte), che la sezione può sopportare in presenza del taglio  $V_{Ed,y} = 700$  kN (punti 4)

$M_{V,Rd,x} =$  359.3 kNm

Per le domande che seguono fai riferimento ad un'asta in acciaio S235, con sezione scatolare quadrata 180x10 formata a caldo (sezione di classe 1,  $h = b = 180$  mm,  $t = 10$  mm,  $A = 64.6$  cm<sup>2</sup>,  $I = 3017$  cm<sup>4</sup>,  $W_{el} = 335.2$  cm<sup>3</sup> e  $W_{pl} = 411.6$  cm<sup>3</sup>). Immagina che l'asta sia vincolata ai due estremi (1 e 2) e risulti soggetta ad un diagramma del momento flettente variabile linearmente tra  $M_{Ed1} = 80$  kNm e  $M_{Ed2} = -30$  kNm (la convenzione dei segni è quella della Circolare n. 617 del 2/02/2009 ed è mostrata in figura).



- (12) Supponendo che l'asta sia soggetta ad uno sforzo normale di trazione  $N_{Ed} = 450$  kN, indica tra i seguenti valori il momento resistente  $M_{N,Rd}$ . Per il calcolo usa le formule di verifica valide per sezioni a doppio T soggette a momento agente rispetto all'asse forte. (punti 4)

- ☐ 1 54.1 kNm    ☒ 2 81.5 kNm    ☐ 3 92.1 kNm    ☐ 4 112.4 kNm    ☐ 5 139.2 kNm

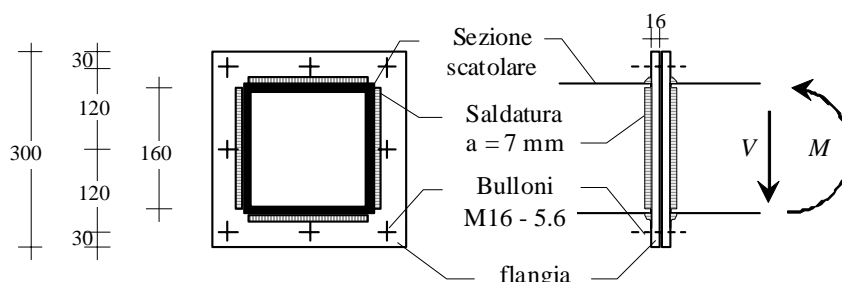
- (13) Supponi che lo sforzo normale sia di compressione e calcola il momento flettente equivalente  $M_{eq,Ed}$  da utilizzare per la verifica a pressoflessione dell'asta secondo il metodo A della Circolare n. 617 del 2/02/2009. (punti 3)

$M_{eq,Ed} =$  60.0 kNm

- (14) Assumendo lo sforzo normale di compressione pari a  $N_{Ed} = 450$  kN, indica il risultato della verifica a presso-flessione dell'asta secondo il metodo A della Circolare n. 617 del 2/02/2009. Assumi la lunghezza libera d'inflessione pari  $l_o = 4.0$  m e la snellezza normalizzata dell'asta  $\bar{\lambda} = 0.623$ . (punti 4)

- ☐ 1 0.35    ☐ 2 0.74    ☒ 3 1.09    ☐ 4 1.32    ☐ 5 1.76

Per le domande che seguono fai riferimento al collegamento flangiato mostrato nella figura che segue. Il collegamento deve trasmettere momento flettente e taglio. Gli elementi collegati sono due scatolari 180x10 uguali a quello dell'esercizio precedente. Le flange hanno spessore pari a 16 mm e sono collegate ai tubi mediante quattro cordoni (d'angolo) di saldatura di altezza di gola  $a = 7$  mm. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono 8 M16 ( $A = 201 \text{ mm}^2$ ,  $A_{res} = 157 \text{ mm}^2$ ) di classe 5.6, filettati solo all'estremità. Per gli altri dati fai riferimento alla figura. Supponi che i tre bulloni disposti nella parte superiore della flangia portino il taglio e che gli altri (posti nella parte intermedia ed inferiore) servano per portare il momento flettente. Inoltre, assumi che i cordoni di saldatura verticale servano per portare il taglio mentre a quelli orizzontali è affidato il momento flettente.



- (15) Quanto vale il taglio  $V$  che determina la rottura dei bulloni della parte superiore della flangia? (punti 3)
- ☐ 79.4 kN    ☒ 144.8 kN    ☐ 215.1 kN    ☐ 289.6 kN    ☐ 424.8 kN
- (16) Quanto vale il taglio  $V$  che determina il rifollamento della flangia? (punti 4)
- ☐ 144.8 kN    ☐ 235.2 kN    ☒ 325.3 kN    ☐ 424.9 kN    ☐ 560.4 kN
- (17) Quanto vale il momento flettente  $M$  che determina la rottura dei bulloni della parte intermedia ed inferiore della flangia? (punti 4)
- ☐ 35.8 kNm    ☒ 62.7 kNm    ☐ 92.1 kNm    ☐ 124.7 kNm    ☐ 150.8 kNm
- (18) Quanto vale il momento flettente  $M$  che determina il punzonamento della flangia (assumi  $d_m = 25.4$  mm)? (punti 4)
- ☐ 62.7 kNm    ☐ 122.4 kNm    ☐ 178.7 kNm    ☐ 201.3 kNm    ☒ 244.9 kNm
- (19) Quanto vale il massimo taglio  $V$  che i cordoni di saldatura verticali sono in grado di trasferire (si faccia riferimento al dominio di resistenza sferico)? (punti 3)
- ☐ 152.1 kN    ☐ 212.3 kN    ☐ 260.3 kN    ☐ 320.0 kN    ☒ 424.8 kN
- (20) Quanto vale il massimo momento flettente  $M$  che i cordoni di saldatura orizzontali sono in grado di trasferire (si faccia riferimento al dominio di resistenza sferico)? (punti 4)
- ☒ 38.2 kNm    ☐ 73.4 kNm    ☐ 92.1 kNm    ☐ 124.1 kNm    ☐ 186.4 kNm