

## Domande su: taglio, flessione composta e collegamenti.

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa (per ciascuna domanda punti 2)

- (1) L'adozione di un gioco foro-bullone elevato semplifica il montaggio della struttura ma aumenta la sua deformabilità  vero  falso
- (2) Per una sezione con doppio asse di simmetria soggetta a tensoflessione l'asse neutro passa per il baricentro  vero  falso
- (3) La verifica di un cordone di saldatura mediante il dominio sferico dell'Eurocodice 3 non richiede il calcolo delle componenti di tensioni relative alla sezione di gola  $\sigma_{\perp}$ ,  $\tau_{\perp}$  e  $\tau_{//}$   vero  falso
- (4) Un collegamento è a completo ripristino di resistenza solo se è in grado di trasferire un'azione pari alla resistenza del più forte tra gli elementi collegati  vero  falso
- (5) Per le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) la resistenza un collegamento saldato a completa penetrazione è pari a quella del più debole tra gli elementi collegati  vero  falso
- (6) Il massimo momento flettente che una sezione a doppio T di classe 1 o 2 può sopportare in presenza di un assegnato sforzo normale di trazione (punti 3)
- è sempre minore del momento plastico
- può essere uguale al momento plastico se lo sforzo normale è modesto
- può essere anche maggiore del momento plastico se lo sforzo normale è modesto
- è indipendente dell'entità dello sforzo normale agente
- (7) Nel calcolo della resistenza di un collegamento ad attrito il coefficiente di attrito  $\mu$  dipende: (punti 3)
- dalla classe dei bulloni utilizzati
- dal tipo di acciaio usato per piatti e profilati
- dalla forza con cui vengono serrati i bulloni (forza di precarico)
- dal trattamento a cui vengono sottoposte le superfici a contatto
- (8) Nel calcolo della resistenza unitaria  $f_{vw,d}$  di un cordone di saldatura secondo l'Eurocodice 3 il coefficiente  $\beta$  (punti 3)
- è un coefficiente di sicurezza che tiene conto delle incertezze sulla resistenza del materiale
- considera che il cordone di saldatura è più resistente del materiale base
- assume solo valori non inferiori ad 1
- assume valori 1 e 0.85 rispettivamente per saldature di I e II classe
- (9) Quale tra i seguenti parametri non influisce sulla resistenza a punzonamento  $B_{p,Rd}$  di una piastra d'acciaio? (punti 3)
- la resistenza della piastra
- lo spessore della piastra
- le dimensioni del bullone
- la classe del bullone

- (10) Devi verificare allo SLU secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) un'asta in acciaio realizzata con un profilato IPE, soggetta a flessione e taglio. Spiega in sintesi quali sono le verifiche da eseguire ed indica le formule da utilizzare? (punti 3)

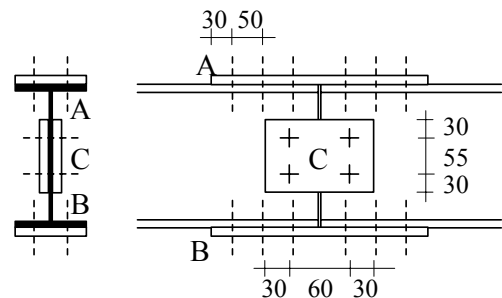
Supponendo che lo sforzo di taglio sia  $V_{Ed} = 130.0$  kN e che l'asta sia realizzata con un IPE180 (sezione di classe 1,  $h = 180$  mm,  $b = 91$  mm,  $t_f = 8$  mm,  $t_w = 5.3$  mm,  $r = 9$  mm,  $A = 23.9$  cm<sup>2</sup>,  $I_{max} = 1317$  cm<sup>4</sup> e  $W_{pl,max} = 166.4$  cm<sup>3</sup>) in acciaio S275, indica:

- (11) il massimo taglio che la sezione può sopportare (punti 3)  $V_{Ed} \leq \underline{\hspace{2cm}}$  kN

- (12) il massimo momento (rispetto all'asse forte) in presenza del taglio  $V_{Ed}$  che la sezione può sopportare (punti 3)

$M_{Ed} \leq \underline{\hspace{2cm}}$  kNm

Per le tre domande che seguono fai riferimento al collegamento mostrato nella figura a fianco. Il collegamento è realizzato su un'asta soggetta solo a trazione. I profilati collegati mediante coprighiunti (piastrine) e bulloni sono due IPE 270 ( $h = 270$  mm,  $b = 135$  mm,  $t_f = 10.2$  mm,  $t_w = 6.6$  mm,  $A = 45.9$  cm<sup>2</sup>,  $I_{max} = 5790$  cm<sup>4</sup> e  $W_{pl,max} = 484$  cm<sup>3</sup>). Le piastrine hanno spessore 10 mm. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono M16 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.



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

- 1 48.2 kN     2 159.2 kN     3 482.3 kN     4 675.4 kN     5 771.8 kN

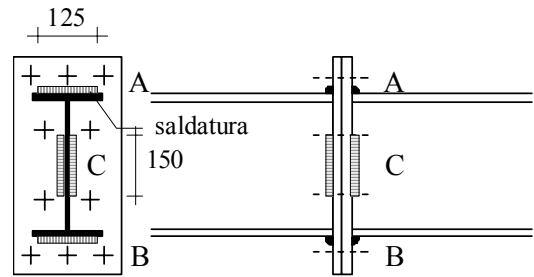
- (14) Quanto vale la resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd}$  di un bullone della piastra C? (punti 4)

- 1 54.2 kN     2 67.8 kN     3 97.4 kN     4 112.9 kN     5 154.9 kN

- (15) Qualora si progetti il collegamento a completo ripristino di resistenza e si dispongano 3 bulloni su ciascun lato della piastra C, quanti bulloni disponi complessivamente su ciascuno dei due profilati? (punti 4)

- 1 13     2 15     3 17     4 19     5 21

Per le tre domande che seguono fai riferimento al collegamento flangiato mostrato nella figura a fianco. Il collegamento è realizzato su un'asta soggetta solo a trazione. I profilati sono due IPE 270. Le flange hanno spessore pari a 10 mm. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono M16 di classe 5.6, filettati solo all'estremità. L'altezza di gola  $a$  dei cordoni di saldatura è pari a 6 mm, la lunghezza è indicata in figura. Inoltre, fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ed ove fosse necessario alle indicazioni dell'Eurocodice 3.



- (16) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina la rottura dei bulloni? (punti 4)
- 1 153.8 kN     2 534.4 kN     3 565.2 kN     4 723.4 kN     5 1130.4 kN
- (17) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina il punzonamento della flangia (assumi  $d_m = 25.2$  mm)? (punti 4)
- 1 215.3 kN     2 601.3 kN     3 893.0 kN     4 1368.0 kN     5 1900.0 kN
- (18) Quanto vale la forza che sono in grado di trasferire i due cordoni di saldatura nella posizione C? (punti 4)
- 1 207.8 kN     2 344.2 kN     3 374.1 kN     4 405.6 kN     5 688.4 kN

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa (per ciascuna domanda punti 2)

- (19) Nel calcolo della resistenza a trazione dei bulloni si considera il coefficiente di sicurezza  $\gamma_{M0}$   1 vero     2 falso
- (20) La presenza di uno sforzo di taglio su una sezione non ha alcuna influenza sulla sua resistenza a flessione  1 vero     2 falso
- (21) Nella verifica alle tensioni ammissibili delle unioni saldate a cordone d'angolo si utilizza un dominio di resistenza costituito da una sfera mozza  1 vero     2 falso
- (22) Un collegamento è a parziale ripristino di resistenza se è capace di trasferire un'azione pari alla resistenza del più debole tra gli elementi collegati  1 vero     2 falso
- (23) In un collegamento ad attrito le azioni vengono trasmesse sfruttando l'attrito tra bullone ed il bordo del foro  1 vero     2 falso
- (24) Tra i seguenti tipi di diagrammi dei momenti flettenti indica quello che favorisce maggiormente l'instabilità di un'asta presso-inflessa (punti 3)
- 1 diagramma intrecciato
- 2 diagramma costante
- 3 diagramma triangolare
- 4 sono tutti equivalenti
- (25) L'area resistente di un bullone è (punti 3)
- 1 sempre uguale all'area nominale per bulloni sollecitati a taglio
- 2 uguale all'area nominale del bullone ridotta attraverso il coefficiente  $\gamma_{M2}$

- 3] minore rispetto a quella nominale a causa della presenza della filettatura
- 4] uguale all'area della sezione longitudinale del bullone

(26) Per *cianfrinatura* si intende (punti 3)

- 1] l'esecuzione di fori su piastre e profilati per il passaggio dei bulloni
- 2] la pulitura della superficie dei profilati fino allo stato di metallo bianco
- 3] l'asportazione della ruggine dai lembi dei pezzi da saldare con cordoni d'angolo
- 4] la preparazione dei pezzi da collegare mediante saldatura a completa penetrazione

(27) La normativa pone limiti massimi sulla distanza tra i bulloni per: (punti 3)

- 1] evitare che sia penalizzata la resistenza a rifollamento
- 2] evitare eccessive dimensioni dei piatti da usare per realizzare il collegamento
- 3] garantire che non vi siano distacchi tra i piatti che potrebbero favorire la corrosione
- 4] evitare che il collegamento abbia un ingombro eccessivo

(28) Devi verificare allo SLU secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) un'asta realizzata con un profilato HE, soggetta a tenso-flessione retta. Supponendo che il momento agisca secondo l'asse forte spiega in sintesi come esegui la verifica. (punti 3)

Supponendo che lo sforzo normale di trazione sia  $N_{Ed} = 580.0$  kN e che l'asta sia realizzata con un HEA 220 (sezione di classe 2,  $h = 210$  mm,  $b = 220$  mm,  $t_f = 11$  mm,  $t_w = 7$  mm,  $A = 64.3$  cm<sup>2</sup>,  $W_{pl,y} = 568.5$  cm<sup>3</sup> e  $W_{pl,z} = 270.6$  cm<sup>4</sup>) in acciaio S235, indica:

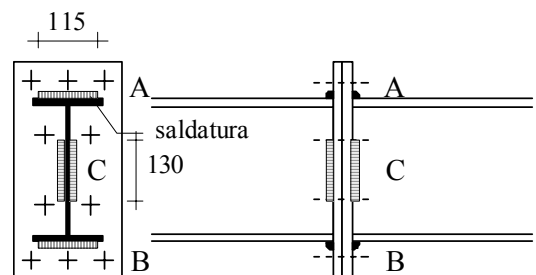
(29) il massimo momento rispetto all'asse  $y$  in presenza di sforzo normale che la sezione può sopportare (punti 3)

$$M_{Ed,y} \leq \boxed{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

(30) il massimo momento rispetto all'asse  $z$  in presenza di sforzo normale che la sezione può sopportare (punti 3)

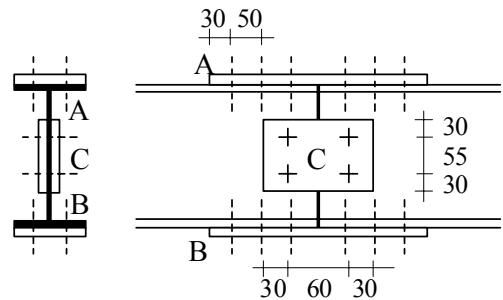
$$M_{Ed,z} \leq \boxed{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

Per le tre domande che seguono fai riferimento al collegamento flangiato mostrato nella figura a fianco. Il collegamento è realizzato su un'asta soggetta solo a trazione. I profilati sono due IPE 240 ( $h = 240$  mm,  $b = 120$  mm,  $t_f = 9.8$  mm,  $t_w = 6.2$  mm,  $A = 39.1$  cm<sup>2</sup>,  $I_{max} = 3892$  cm<sup>4</sup> e  $W_{pl,max} = 366$  cm<sup>3</sup>). Le flangie hanno spessore pari a 8 mm. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono M16 di classe 4.6, su tutto il gambo. L'altezza di gola  $a$  dei cordoni di saldatura è pari a 5 mm, la lunghezza è indicata in figura. Inoltre, fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ed ove fosse necessario alle indicazioni dell'Eurocodice 3



- (31) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina la rottura dei bulloni? (punti 4)
- 1 301.4 kN     2 452.2 kN     3 565.2 kN     4 613.4 kN     5 970.4 kN
- (32) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina il punzonamento della flangia (assumi  $d_m = 25.2$  mm)? (punti 4)
- 1 362.1 kN     2 803.3 kN     3 1094.4 kN     4 1183.0 kN     5 1368.0 kN
- (33) Quanto vale la forza che sono in grado di trasferire i due cordoni di saldatura posti sulle ali (posizione A e B) del profilato IPE? (punti 4)
- 1 218.2 kN     2 344.2 kN     3 392.1 kN     4 436.5 kN     5 516.6 kN

Per le tre domande che seguono al collegamento mostrato nella figura a fianco. Il collegamento è realizzato su un'asta soggetta solo a trazione. I profilati collegati mediante coprigiunti (piastre) e bulloni sono due IPE 240. Le piastre hanno spessore 8 mm. Tutti gli elementi sono in acciaio S235. I bulloni utilizzati sono M16 di classe 4.6, filettati su tutto il gambo. Inoltre, fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) ed ove fosse necessario alle indicazioni dell'Eurocodice 3.



- (34) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina la rottura dei bulloni? (punti 4)
- 1 48.2 kN     2 159.2 kN     3 482.3 kN     4 675.4 kN     5 771.8 kN
- (35) Quanto vale la resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd}$  di un bullone della piastra C? (punti 4)
- 1 54.2 kN     2 67.8 kN     3 97.4 kN     4 112.9 kN     5 154.9 kN
- (36) Qualora si progettasse il collegamento a completo ripristino di resistenza e si dispongano 5 bulloni su ciascun lato della piastra C, quanti bulloni disponi complessivamente su ciascuno dei due profilati? (punti 4)
- 1 17     2 19     3 21     4 23     5 25

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa (per ciascuna domanda punti 2)

- (37) I domini per la verifica a presso-flessione dell'asta e della sezione sono diversi a causa dei fenomeni di instabilità locale  1 vero  2 falso
- (38) Una sezione soggetta ad un taglio  $V_{Ed}$  pari a quello resistente  $V_{Rd}$  non può sopportare alcun momento flettente  1 vero  2 falso
- (39) Il momento resistente di una sezione in presenza di sforzo normale è sempre minore di quello nel caso di flessione semplice  1 vero  2 falso
- (40) Gli scorrimenti relativi tra le parti della struttura causati dal gioco foro-bullone provocano deformazioni anelastiche rilevanti nelle strutture con collegamenti bullonati ad attrito  1 vero  2 falso
- (41) 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  1 vero  2 falso
- (42) I bulloni dei collegamenti bullonati realizzati nelle aste compresse sono generalmente sollecitati a compressione  1 vero  2 falso

- (43) 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)
- 1 non dipende dalla posizione dell'asse neutro
  - 2 si ottiene cautelativamente considerando la sezione soggetta a flessione semplice
  - 3 si ottiene cautelativamente considerando la sezione tutta compressa
  - 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta
- (44) 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 fa riferimento alla tensione di snervamento  $f_{yk}$  del materiale base
  - 3 entrambe le risposte precedenti sono corrette
  - 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta
- (45) 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
- (46) 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
- (47) 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)

Per le tre domande che seguono fai riferimento ad un'asta realizzata in acciaio S235 con un HE-A 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>).

- (48) 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)

$$M_{Ed,x} \leq \boxed{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

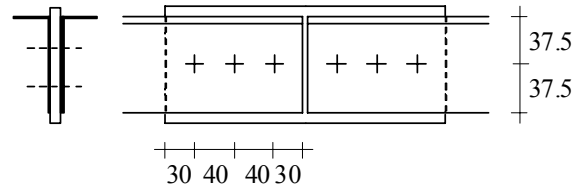
- (49) Supponendo che la sezione sia soggetta a tenso-flessione retta nel piano  $x-z$  e che lo sforzo normale sia pari a  $N_{Ed} = 800$  kN, indica il momento resistente relativo all'asse  $y$  (asse debole) ridotto per effetto dello sforzo normale (punti 4)

$$M_{N,Rd,y} = \boxed{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

- (50) 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)

$$M_{Ed,x} \leq \boxed{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

Per le due 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  $50 \times 75 \times 6$  (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.



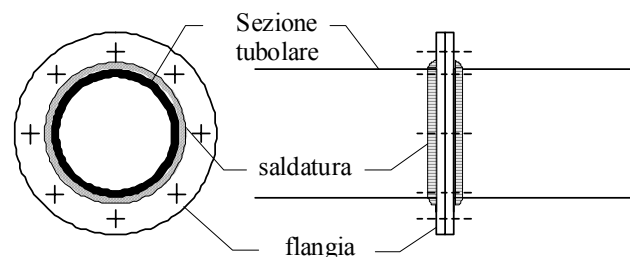
- (51) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina la rottura dei bulloni? (punti 4)

1 165.9 kN     2 197.5 kN     3 235.1 kN     4 260.1 kN     5 289.8 kN

- (52) 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 quattro 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.



- (53) 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

- (54) 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

(55) 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

(56) Il collegamento è a completo ripristino di resistenza? (punti 2)     1 Sì     2 No

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa (per ciascuna domanda punti 2)

(57) Una sezione soggetta ad uno sforzo normale  $N_{Ed}$  pari a quello plastico  $N_{pl,Rd}$  non può sopportare alcun momento flettente     1 vero     2 falso

(58) L'ampiezza del dominio di resistenza di un'asta presso-inflessa dipende dalla snellezza dell'asta     1 vero     2 falso

(59) La torsione secondaria è rilevante soprattutto per le sezioni chiuse a pareti sottili     1 vero     2 falso

(60) Nei collegamenti bullonati la presenza del gioco foro-bullone evita l'insorgere di sollecitazioni nella struttura a causa delle escursioni termiche     1 vero     2 falso

(61) La verifica di un cordone di saldatura mediante l'ellissoide dell'Eurocodice 3 richiede il calcolo delle componenti di tensioni  $n_{\perp}$ ,  $t_{\perp}$  e  $t_{//}$  relative alla sezione di gola ribaltata     1 vero     2 falso

(62) Un collegamento bullonato con bulloni sollecitati a taglio è duttile se il rifollamento delle lamiere precede la rottura dei bulloni     1 vero     2 falso

(63) Nella verifica a presso-flessione secondo l'Eurocodice 3 i coefficienti di momento uniforme equivalente: (punti 3)

- 1 dipendono dall'andamento dei diagrammi dei momenti flettenti  
 2 sono unitari quando il diagramma dei momenti flettenti è costante  
 3 entrambe le risposte precedenti sono corrette  
 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta

(64) La resistenza a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  valutata secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) dipende: (punti 3)

- 1 dalla tensione di snervamento dei bulloni  
 2 dalla dimensione dei bulloni  
 3 entrambe le risposte precedenti sono corrette  
 4 nessuna delle risposte precedenti è corretta

(65) Un collegamento è a completo ripristino di resistenza se: (punti 3)

- 1 è in grado di trasferire l'intera sollecitazione che agisce sulle aste collegate  
 2 possiede una resistenza non inferiore a quella della più debole delle aste collegate  
 3 possiede una resistenza non inferiore a quella della più forte delle aste collegate  
 4 è saldato, poiché i collegamenti bullonati sono sempre a parziale ripristino di resistenza

(66) Nei collegamenti bullonati il punzonamento delle lamiere: (punti 3)

- 1 può verificarsi quando i bulloni sollecitati a taglio  
 2 può verificarsi quando i bulloni sollecitati a taglio e trazione  
 3 si verifica sempre dopo il collasso dei bulloni



4] riduce la rigidezza del collegamento ma non è causa di collasso

- (67) 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 flessione deviata. Spiega in sintesi come esegui la verifica. (punti 3)

Per le tre domande che seguono fai riferimento ad un'asta realizzata in acciaio S235 con un HE-A 260 (sezione di classe 1,  $h = 250$  mm,  $b = 260$  mm,  $t_w = 7.5$  mm,  $t_f = 12.5$  mm,  $r = 24$  mm,  $A = 86.8$  cm<sup>2</sup>,  $W_{el,x} = 836.4$  cm<sup>3</sup>,  $W_{pl,x} = 919.8$  cm<sup>3</sup>,  $W_{el,y} = 282.2$  cm<sup>3</sup> e  $W_{pl,y} = 430.2$  cm<sup>3</sup>).

- (68) Supponendo che la sezione sia soggetta a flessione retta rispetto all'asse  $x$  (asse forte) ed al taglio  $V_{Ed,y} = V_{Rd}$ , indica il momento il massimo rispetto all'asse  $x$  ( $M_{Ed,x}$ ) che la sezione può sopportare (punti 4)

$$M_{Ed,x} \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

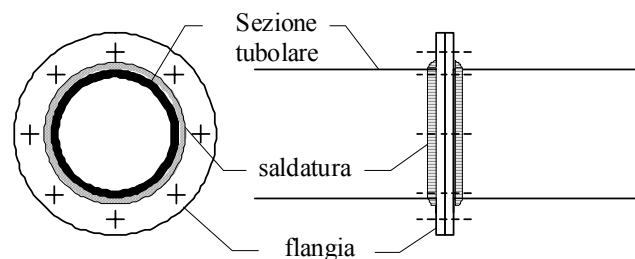
- (69) Supponendo che la sezione sia soggetta a flessione deviata e che il momento agente rispetto all'asse  $x$  sia  $M_{Ed,x} = 90.0$  kNm, indica il massimo momento rispetto all'asse  $y$  (asse debole) che la sezione può sopportare (punti 3)

$$M_{Ed,y} \leq \underline{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

- (70) Supponendo che la sezione sia soggetta a tenso-flessione retta nel piano  $x-z$  e che lo sforzo normale sia pari a  $N_{Ed} = 950$  kN, indica il momento resistente relativo all'asse  $y$  ridotto per effetto dello sforzo normale (punti 4)

$$M_{N,Rd,y} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kNm}$$

Per le quattro 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 4 mm e sono collegate ai tubi mediante un cordone (d'angolo) di saldatura di altezza di gola  $a = 4$  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 4.6, 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.



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

1] 265.0 kN    2] 289.8 kN    3] 354.8 kN    4] 416.2 kN    5] 501.2 kN

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

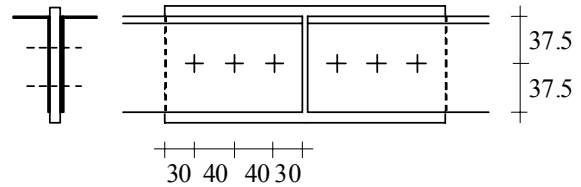
- 1 356.3 kN     2 400.9 kN     3 445.5 kN     4 481.1 kN     5 531.8 kN

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

- 1 128.4 kN     2 198.9 kN     3 282.1 kN     4 336.9 kN     5 416.2 kN

(74) Il collegamento è a completo ripristino di resistenza? (punti 2)     1 Sì     2 No

Per le due 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 14 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 6.8, 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.



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

- 1 165.9 kN     2 187.7 kN     3 215.7 kN     4 284.6 kN     5 311.8 kN

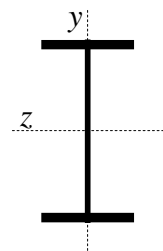
(76) Quanto vale lo sforzo normale  $N_{Ed}$  che determina il rifollamento del collegamento? (punti 4)

- 1 138.5 kN     2 199.0 kN     3 247.2 kN     4 284.6 kN     5 300.0 kN

(77) Fai riferimento ad un acciaio Fe360, che ha  $f_y=235$  MPa ed  $f_u=360$  MPa, e ad un profilato ad L a lati uguali, lunghi 70 mm e di spessore  $t=7$  mm, la cui sezione trasversale ha un'area  $A=940$  mm<sup>2</sup>. Come normativa, fai riferimento all'Eurocodice 3 con le integrazioni del decreto di applicazione italiano (D.M. 9/1/96, parte II, sezione III). Per rispettare i limiti relativi alle distanze foro-bordo, la dimensione massima dei bulloni che si possono utilizzare in una tale sezione è

- 1 20 mm     2 18 mm     3 16 mm     4 14 mm     5 12 mm

(78) Fai riferimento ad un acciaio Fe510, che ha  $f_y=355$  MPa ed  $f_u=510$  MPa, e ad un profilato IPE 240, che ha le seguenti caratteristiche: altezza  $h=240$  mm; larghezza ala  $b=120$  mm; spessore anima  $t_w=6.2$  mm; spessore ala  $t_f=9.8$  mm; raggio dei raccordi  $r=15$  mm, area  $A=39.1$  cm<sup>2</sup>; momento statico di mezza sezione rispetto all'asse orizzontale  $S_z=183$  cm<sup>3</sup>; momento d'inerzia rispetto all'asse orizzontale  $I_z=3892$  cm<sup>4</sup>; momento d'inerzia rispetto all'asse verticale  $I_y=284$  cm<sup>4</sup>. Qual è il valore della resistenza a taglio  $V_{y,pl,Rd}$ , secondo l'Eurocodice 3, con le integrazioni del NAD italiano?



- 1 763 kN     2 604 kN     3 434 kN     4 373 kN     5 276 kN

(79) La resistenza a rifollamento è condizionata da

- 1 passo tra i bulloni  
 2 distanza tra bullone e bordo esterno nella direzione ortogonale all'azione trasmessa  
 3 distanza tra bullone e bordo esterno nella direzione parallela all'azione trasmessa

- 4 resistenza del bullone  
5 nessuno dei parametri innanzi indicati

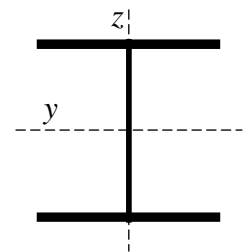
(80) Secondo la normativa italiana la resistenza di un collegamento saldato testa a testa a completo ripristino di prima classe deve essere verificato

- 1 con le formule che derivano dal criterio della sfera mozza  
2 come se fosse una sezione qualsiasi  
3 a rifollamento  
4 considerando accettabile una  $\tau$  pari a  $f_y / \sqrt{2}$   
5 ad attrito

(81) Quale tensione viene trascurata nell'effettuare la verifica di una saldatura a cordone d'angolo secondo la normativa italiana?

- 1  $\sigma_{\perp}$       2  $\sigma_{//}$       3  $\tau_{\perp}$       4  $\tau_{//}$       5 nessuna

Per le due domande che seguono fai riferimento ad un'asta lunga 3 m incastrata ad un estremo, realizzata in acciaio Fe510 ( $f_y=355$  MPa,  $f_u=510$  MPa) con un profilato HEB 240 che ha le seguenti caratteristiche: altezza  $h =$  larghezza ala  $b = 240$  mm; spessore anima  $t_w=10$  mm; spessore ala  $t_f=17$  mm; area  $A=106$  cm<sup>2</sup>; momento statico di mezza sezione rispetto all'asse  $y$   $S_y=527$  cm<sup>3</sup> e rispetto all'asse  $z$   $S_z=248$  cm<sup>3</sup>; momento d'inerzia rispetto a  $y$   $I_y=11259$  cm<sup>4</sup> e rispetto a  $z$   $I_z=3923$  cm<sup>4</sup>; raggi d'inerzia  $i_y=103$  mm e  $i_z=60.8$  mm. Come normativa, fai riferimento all'Eurocodice 3 con le integrazioni del NAD italiano



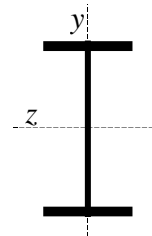
(82) Supponendo l'asta sollecitata da un momento rispetto all'asse  $y$   $M_{sd}=100$  kNm, la si vuole collegare all'estremo mediante bullonatura, collegando ciascuna ala a un angolare (vi sarà anche un collegamento per l'anima, ma ipotizziamo che il momento debba essere trasmesso tutto e solo mediante i bulloni d'ala). Quanti bulloni di classe 5.8 (col gambo interamente filettato) occorre disporre per ogni ala?

- 1 6 bulloni M22    2 12 bulloni M18    3 12 bulloni M14    4 8 bulloni M14    5 6 bulloni M12

(83) Per trasmettere lo stesso momento del quesito precedente mediante un cordone di saldatura con altezza di gola 9 mm posto da un solo lato di ciascuna ala, quale deve essere la sua lunghezza?

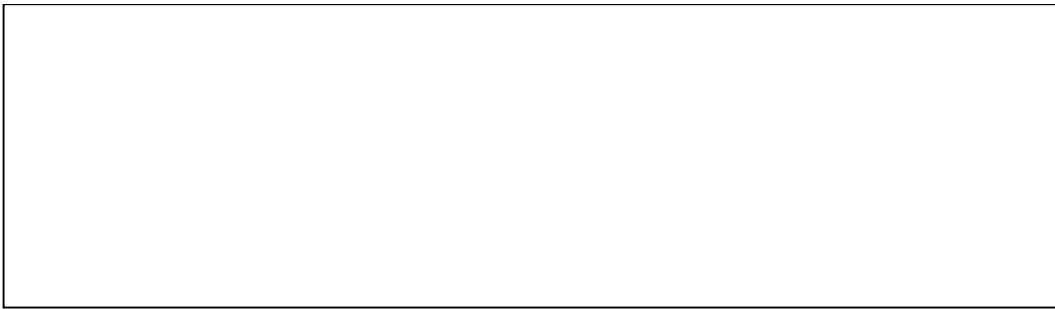
- 1 27 mm      2 85 mm      3 112 mm      4 191 mm      5 257 mm

Per le due domande che seguono fai riferimento ad una trave realizzata con un profilato IPE 270 in acciaio Fe430, caricata nel piano  $x$ - $y$ . Le caratteristiche della sezione sono: area  $A=45.9$  cm<sup>2</sup>, momenti d'inerzia  $I_y=419.9$  cm<sup>4</sup>,  $I_z=5789.8$  cm<sup>4</sup>, moduli plastici  $W_{pl,y}=96.9$  cm<sup>3</sup>,  $W_{pl,z}=484.0$  cm<sup>3</sup>, spessori dell'ala  $t_f=10.2$  mm e dell'anima  $t_w=6.6$  mm. Fai riferimento all'Eurocodice 3 con le integrazioni del NAD italiano.



(84) Come si calcola la resistenza a taglio  $V_{pl,Rd}$  nel piano di carico?

(punti -1/+4)



(85) E quanto vale? (punti 0/+4)  $V_{pl.Rd} =$  \_\_\_\_\_ kN

(86) Un'asta in acciaio Fe360 ( $f_y/\gamma_{M0} = 223.8$  MPa), sollecitata dallo sforzo di trazione  $N_{Sd} = 107.5$  kN, ha sezione di area  $A = 500$  mm<sup>2</sup>. Secondo l'Eurocodice 3, per quale forza  $N$  deve essere progettato il collegamento per essere a completo ripristino di resistenza?

(punti 0/+4)  $N =$  \_\_\_\_\_ kN

(87) Cosa si intende col termine "area resistente" di un bullone? (punti -1/+3)

- 1 l'area della sezione trasversale, incrementata mediante un coefficiente che tiene conto della resistenza dell'acciaio
- 2 il prodotto diametro del bullone per lunghezza del bullone
- 3 un'area ridotta rispetto a quella nominale, per tenere conto della filettatura
- 4 l'area della testa del bullone, perché è la sua parte più resistente

(88) Perché la normativa pone limiti massimi alla distanza tra i bulloni? (punti -1/+3)

- 1 per evitare eccessive dimensioni dei piatti usati per realizzare il collegamento
- 2 per garantire che non vi siano distacchi tra i piatti, che potrebbero favorire la corrosione
- 3 per evitare che sia penalizzata la resistenza a rifollamento
- 4 non è vero che esistano limiti massimi, vi sono solo limiti alla distanza minima tra i bulloni

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è giusta o sbagliata:

giusto sbagliato

(89) ciascun bullone di un collegamento può trasmettere azioni lavorando a taglio e/o a flessione (punti 0/+2)

1  2

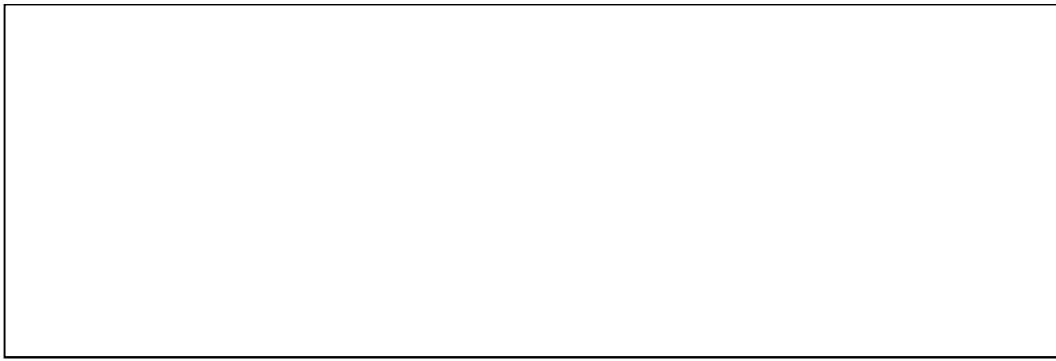
(90) a parità di bulloni e di acciaio, la resistenza di un collegamento che lavora per attrito è maggiore di quella di un collegamento che lavora a taglio (punti -1/+2)

1  2

(91) la normativa italiana utilizza per la verifica delle unioni saldate a cordone d'angolo un dominio di resistenza costituito da una sfera mozza (punti -1/+2)

1  2

(92) Una trave in acciaio Fe510, realizzata con un profilato HEB 300 e soggetta a momento flettente  $M = 300$  kNm, deve essere collegata ad una colonna mediante saldatura a cordoni d'angolo (a parziale ripristino di resistenza). Come calcoli in base all'Eurocodice 3 (con le modifiche del NAD italiano) la lunghezza  $l$  dei cordoni di saldatura su ciascuna ala, aventi altezza di gola  $a = 15$  mm, supponendo di affidare solo ad essi il momento flettente? (punti -1/+4)



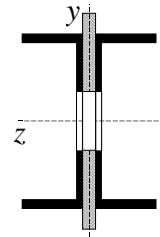
(16) E quanto vale?

(punti 0/+4)

$l =$   mm

Per i quesiti seguenti fai riferimento all'Eurocodice 3 con le integrazioni del NAD italiano.

Un'asta di una travatura reticolare è realizzata con una coppia di profilati a C (come mostrato nella sezione a fianco) in acciaio Fe430, ciascuno di area  $A=700 \text{ mm}^2$ ; lo spessore dell'anima è  $t=5 \text{ mm}$ . Il collegamento all'estremità è fatto mediante 3 bulloni M16 di classe 5.6 filettati solo alle estremità.



(93) L'asta è tesa ed è collegata ad un piatto, come mostrato in figura. Come sono sollecitati i bulloni che collegano profilati e piatto? (punti -1/+4)

- 1 a compressione    2 a trazione    3 a flessione    4 a taglio    5 a torsione

(94) Con quale espressione si calcola la resistenza di progetto del collegamento (prescindendo da problemi locali come punzonamento o rifollamento)? (punti -1/+4)

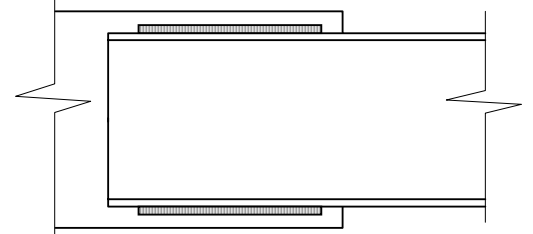
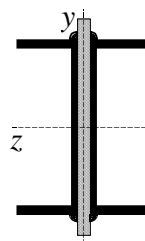
Specifiche:  
quale  $\gamma_M$  prendi e quanto vale?  
quale tensione?  
quale area?

(95) E quanto vale?

(punti 0/+4)

$F_{Rd} =$   kN

Supponi invece che il collegamento tra angolari e piatto sia realizzato mediante cordoni di saldatura lunghi 100 mm e con altezza della sezione di gola  $a=5 \text{ mm}$  (vedi figura a fianco).



(96) Con quale espressione si calcola la resistenza di progetto del collegamento? (punti -1/+4)

(punti -1/+4)

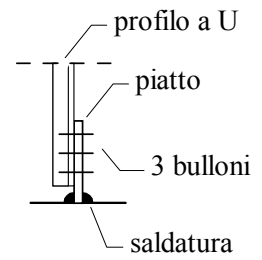
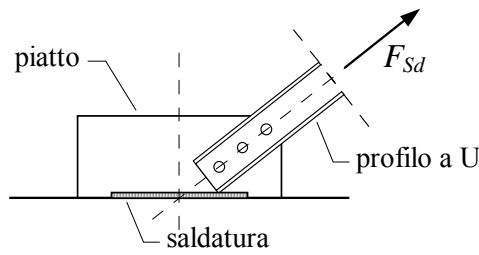
Specifiche:  
quale  $\gamma_M$  prendi e quanto vale?  
quale tensione e con quali coefficienti amplificativi?  
quale area?

(97) E quanto vale?

(punti 0/+4)

$F_{w.Rd} =$   kN

La diagonale del controvento, costituita da un profilo a U, è bullonata ad un piatto, che è a sua volta collegato alla fondazione con saldature a cordone d'angolo (come mostrato nella figura a fianco).



Il piatto ha spessore 10 mm ed è in acciaio Fe430. I bulloni sono M14 di classe 6.8, filettati solo all'estremità. Le saldature sono lunghe 120 mm ed hanno una altezza di gola di 6 mm.

(98) Indica come lavorano i bulloni e spiega come valuti la massima forza  $F_{Rd}$  che essi, nel complesso, possono trasmettere. (punti -1/+4)

(99) Che valore ottieni? (punti 0/+4)  $F_{Rd} =$   kN

(100) Quanto vale la resistenza compressiva a rifollamento del piatto, se i bulloni sono disposti alla distanza minima (tra loro e col bordo) consentita dalla normativa?

(punti 0/+4)  $F_{b,Rd} =$   kN

(101) Spiega come valuti la resistenza complessiva del collegamento saldato. (punti -1/+4)

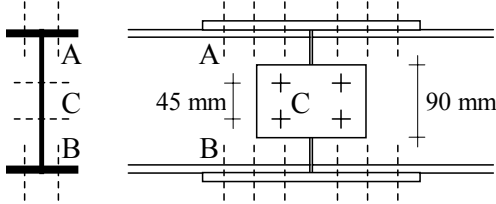
(102) Che valore ottieni? (punti 0/+4)  $F_{Rd} =$   kN

(103) Spiega in che modo valuteresti la massima forza che può trasmettere il collegamento saldato se la diagonale fosse perpendicolare alla saldatura, ma con un'eccentricità di 20 mm (non fare il calcolo). (punti -1/+4)

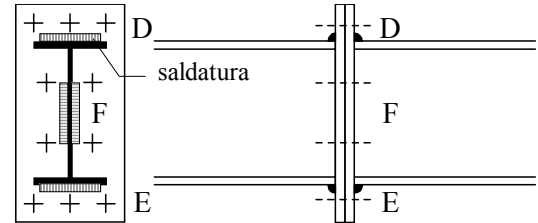
Due profilati IPE 270 ( $h = 270$  mm,  $t_f = 10.2$  mm,  $t_w = 6.6$  mm) possono essere collegati tra loro con piatti (collegamento 1) o con flange (collegamento 2). I piatti e le flange hanno spessore 10 mm. Tutti gli elementi sono in acciaio Fe360. I bulloni utilizzati sono, in tutti i casi, M16 di classe 6.8, filettati solo all'estremità.

Il collegamento deve trasmettere momento flettente positivo  $M_{Sd} = 50$  kNm e taglio  $V_{Sd} = 55$  kN.

Collegamento 1



Collegamento 2



(104) Indica come lavorano i bulloni A, per trasmettere il momento flettente (punti -1/+4)

- 1 a trazione     2 a compressione     3 a taglio     4 a flessione     5 non lavorano

(105) Indica come lavorano i bulloni D, per trasmettere il momento flettente (punti -1/+4)

- 1 a trazione     2 a compressione     3 a taglio     4 a flessione     5 non lavorano

(106) I bulloni C lavorano a taglio e devono trasmettere il taglio  $V_{Sd}$ . Spiega come verifichi a rinfollamento e come fai la verifica. (punti -1/+4)

(107) Che valore ottieni (da confrontare con  $V_{Sd}$ )? (punti 0/+4)  $F_{b,Rd} =$   kN

(108) Nel collegamento 2 ci può essere un problema di punzonamento. Spiega in che modo effettui la verifica, indicando le formule da usare, i valori che assumi e quale azione sollecitante confronti con la resistenza ottenuta. (punti -1/+4)

(109) Il cordone di saldatura indicato nel collegamento 2 è lungo  $l=100$  mm ed ha un'altezza di gola  $a=9$  mm. Calcola quanto vale la massima forza (ortogonale alla flangia) che esso può trasmettere (punti 0/+4)  $F_{Rd} =$   kN

(110) Per un profilo HEB260 si ha  $M_{Rd} = 336$  kNm e  $N_{Rd} = 3090$  kN. Qual è il massimo momento che può essere sopportato in presenza di uno sforzo di trazione di 1127 kN? (punti 4)

1 134 kNm

2 336 kNm

3 237 kNm

4 434 kNm

5 287 kNm

(111) Spiega in che modo esegui la verifica di una sezione della serie IPE soggetta al taglio  $V_{Sd}$  secondo l'Eurocodice 3. Calcola inoltre il taglio resistente per un IPE360 e Fe360. (punti 4)