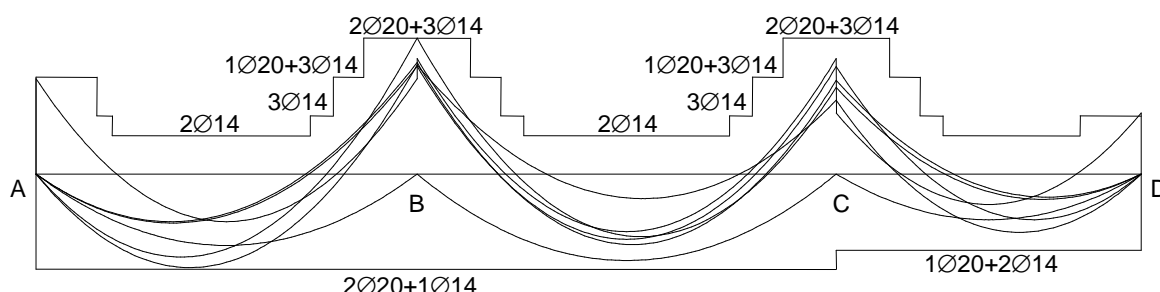
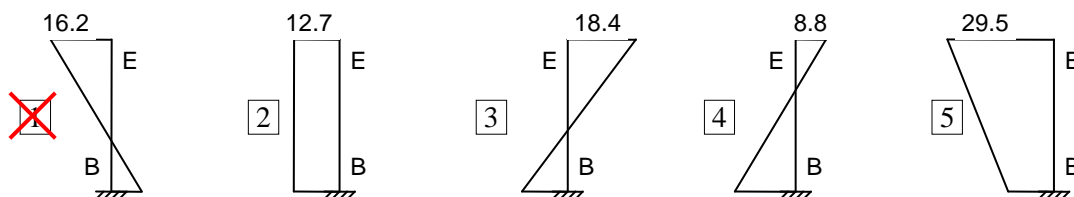
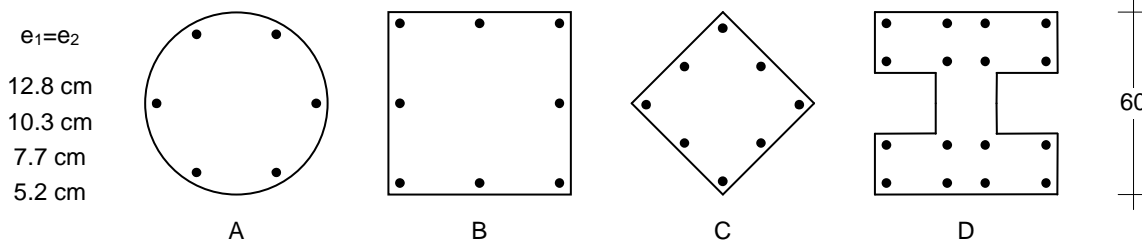


- (1) Risolvendo lo schema di telaio sopra riportato, con trave 30×50 e pilastri 30×30, quale dei diagrammi del momento flettente è quello che si ha nel pilastro B-E? (punti -1/+7)



- (2) Il diagramma dei momenti sollecitanti e resistenti sopra riportato è relativo ad una trave emergente, progettata seguendo tutti i criteri da noi suggeriti. In fase di realizzazione, però, ci si è dimenticati di aggiungere uno dei due monconi Ø20 sull'appoggio B. Si può accettare la struttura così realizzata? (punti -1/+7)

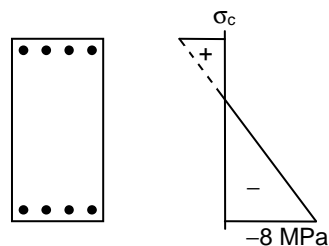
- ☒ 1 si, perché il rapporto  $\delta$  è compatibile con il valore di  $x/d$  usato  
☒ 2 pt perché il valore del rapporto  $\delta$  non è compatibile con il valore di  $x/d$  usato  
☐ 3 non si può dire, perché occorrerebbe conoscere il valore di  $x/d$   
☒ 4 no, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile ma l'armatura inferiore non è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione  
☐ 5 si, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile e l'armatura inferiore è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione



- (3) In figura sono mostrate quattro sezioni della stessa altezza, armate con Ø14. A fianco sono riportate, non nello stesso ordine, le distanze degli estremi di nocciolo della sezione compressa (calcestruzzo più armature). Ordina le sezioni dal maggiore al minore  $e_1$ . (punti -1/+5)

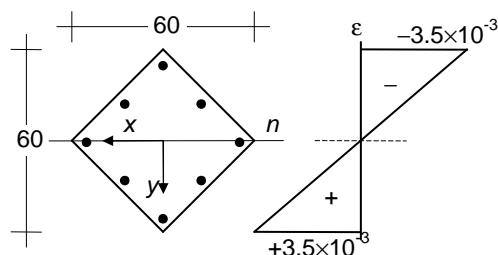
- ☐ 1 D C B A ☐ 2 B A C D ☐ 3 B A D C ☒ 4 D B A C ☐ 5 A D C B

- (4) La sezione a fianco disegnata, di dimensioni  $30 \times 60$  ed armata con  $4+4\varnothing 14$ , analizzata con il secondo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di tensioni a fianco indicato. Sapendo che  $M$  vale  $-105$  kNm ed utilizzando le consuete convenzioni di segno, a quale valore dello sforzo normale  $N$  è soggetta la sezione? (punti -1/+5)



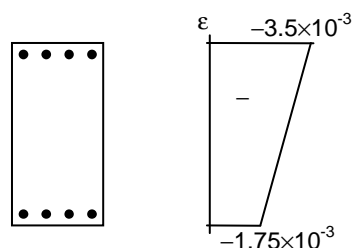
- ☐ 1  $N = +600$  kN   ☐ 2  $N = +350$  kN   ☐ 3  $N = 0$  kN   ☒ 4  $N = -520$  kN   ☐ 5  $N = -1200$  kN

- (5) La sezione in calcestruzzo C25/30 disegnata a fianco, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale la risultante delle tensioni di compressione del calcestruzzo  $N_c$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1  $N_c = -661$  kN   ☒ 2  $N_c = -816$  kN   ☐ 3  $N_c = -1033$  kN   ☐ 4  $N_c = -1275$  kN   ☐ 5  $N_c = -2066$  kN

- (6) La stessa sezione  $30 \times 60$  della domanda 4, realizzata in calcestruzzo C25/30, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale il coefficiente di riempimento  $\beta$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1 0.750   ☐ 2 0.810   ☐ 3 0.907   ☐ 4 0.952  
☒ 5 non ha senso calcolarlo perché questo non è un diagramma limite

- (7) Ancora per la stessa sezione, se per valutarne la resistenza si vuole utilizzare la formulazione semplificata quale valore bisogna utilizzare per l'esponente  $m$ ? (punti -1/+5)

- ☐ 1 1.00   ☐ 2 1.52   ☒ 3 1.73   ☐ 4 1.85   ☐ 5 2.00

- (8) Per una sezione  $70 \times 40$ , armata con  $4\varnothing 20$  e  $1\varnothing 14$  su lato lungo, si sono calcolati i parametri che servono per la verifica mediante la formulazione semplificata:

$$N_{c,max} = 3968 \text{ kN}, M_{c,max} = 190.4 \text{ kNm}, N_{s,max} = 1103 \text{ kN}, M_{s,max} = 176.6 \text{ kNm}, m = 1.643.$$

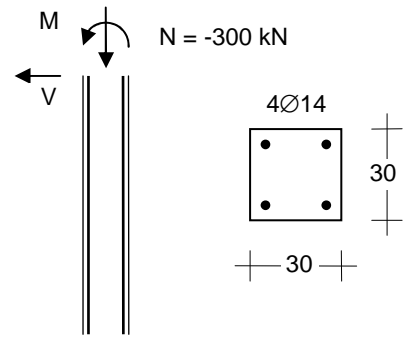
Quanto vale il massimo momento che può portare la sezione quando  $N_{Ed} = -3968$  kN? (punti -1/+5)

- ☐ 1 niente   ☐ 2 80.1 kNm   ☐ 3 109.3 kNm   ☐ 4 145.2 kNm   ☒ 5 169.4 kNm

- (9) La stessa sezione  $70 \times 40$  della domanda precedente, per la quale è  $N_{c,max} = 3968$  kN,  $M_{c,max} = 190.4$  kNm, è soggetta alle caratteristiche di sollecitazione  $N_{Ed} = -1250$  kN e  $M_{Ed} = 340$  kNm. Che armatura  $A_s = A'_s$  occorre disporre? (punti -1/+5)

- ☐ 1  $7.7 \text{ cm}^2$    ☐ 2  $10.4 \text{ cm}^2$    ☒ 3  $13.7 \text{ cm}^2$    ☐ 4  $19.5 \text{ cm}^2$    ☐ 5  $26.2 \text{ cm}^2$

Per le prossime tre domande fai riferimento a un pilastro di sezione  $30 \times 30$ , realizzato in calcestruzzo con  $f_{ck} = 25$  MPa e armato con  $4\varnothing 14$  (posti uno per spigolo con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm), soggetto a flessione e taglio ma anche ad uno sforzo normale di compressione  $N_{Ed} = -300$  kN.



Per i quesiti (10) e (11) immagina che per un errore costruttivo una parte del pilastro sia rimasta priva di staffe e che tu debba valutare qual è il massimo taglio che può sopportare.

- (10) Nella valutazione di questo taglio interviene una percentuale geometrica di armatura. Quanto vale? (punti -1/+5)

☒ 0.00395    ☐ 0.0079    ☐ 0.0105    ☐ 0.02    ☐ 0.038

- (11) Nella valutazione di questo taglio fornisce un buon contributo anche lo sforzo normale. Quanto vale questo contributo? (punti -1/+5)

☐ 12.3 kN    ☐ 26.0 kN    ☒ 39.0 kN    ☐ 84.5 kN    ☐ 142 kN

- (12) Immaginando, invece, che la stessa sezione sia adeguatamente staffata, la resistenza massima a taglio della sezione in calcestruzzo dipende anche dallo sforzo normale applicato (mi sono accorto di non aver evidenziato questo contributo a lezione, ma da bravo studente sarai in grado di rispondere ugualmente). Di quanto aumenta, rispetto al caso in cui  $N=0$ , se lo sforzo normale ha il valore indicato sopra ( $N_{Ed} = -300$  kN)? (punti 0/+4)

☐ meno del 10%    ☐ tra 10 e 20%    ☒ tra 20 e 25%    ☐ tra 25 e 30%

- (13) Per una trave a spessore di sezione  $60 \times 28$  armata a taglio con staffe, con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm, si sono calcolati i valori assunti da  $V_{Rd,max}$  e  $V_{Rd,s}$  quando il puntone compresso è inclinato di  $45^\circ$ :  $V_{Rd,max} = 459$  kN,  $V_{Rd,s} = 169$  kN. Qual è il massimo taglio che questa trave può portare? (punti -1/+5)

☐ 169 kN    ☐ 230 kN    ☐ 314 kN    ☒ 356 kN    ☐ 459 kN

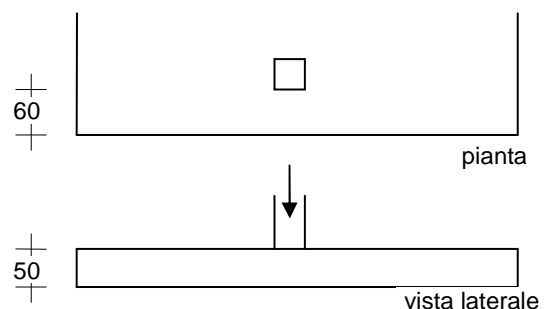
- (14) Quali staffe sono disposte nella trave citata al quesito precedente, per avere la resistenza a taglio lì indicata?

Nota: 2 br. = a due bracci, 4 br. = a quattro bracci

(punti -1/+5)

☐  $\varnothing 8/10$ , 2 br.    ☐  $\varnothing 8/15$ , 2 br.    ☐  $\varnothing 8/20$ , 2 br.    ☒  $\varnothing 8/10$ , 4 br.    ☐  $\varnothing 8/15$ , 4 br.

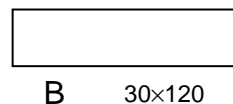
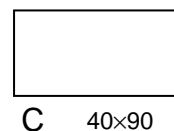
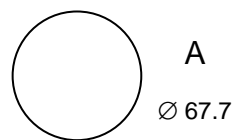
Un pilastro di dimensioni  $40 \times 40$  poggia su una platea di fondazione che ha spessore 50 cm e copriferro di calcolo 5 cm. Il lato esterno del pilastro dista solo 60 cm dal bordo della platea.



- (15) Quanto misura il perimetro critico  $u_1$  che si deve usare nella verifica a punzonamento? (punti -1/+5)

☐ 408 cm    ☒ 523 cm    ☐ 600 cm    ☐ 691 cm    ☐ 725 cm

- (16) Qui a fianco sono disegnate quattro sezioni in cemento armato, che hanno tutte la stessa area (e lo stesso copriferro di calcolo  $c=5$  cm). Quale sezione ha il valore più alto dello spessore  $t$ , da usare nelle verifiche a torsione? (punti -1/+4)



☒ 1 A

☐ 2 B

☐ 3 C

☐ 4 D

- (17) Quanto vale l'area  $A_k$ , da usare nelle verifiche a torsione, per una sezione  $40 \times 80$ , con copriferro di calcolo  $c=5$  cm? (punti -1/+4)

☐ 1  $1364 \text{ cm}^2$

☐ 2  $1562 \text{ cm}^2$

☒ 3  $1778 \text{ cm}^2$

☐ 4  $2100 \text{ cm}^2$

- (18) Per una sezione in cemento armato  $40 \times 60$ , armata a torsione con staffe  $\varnothing 8/10$  e barre longitudinali  $14\varnothing 10 = 10.9 \text{ cm}^2$ , si sono calcolati i valori assunti dalla resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$  e da quella delle staffe  $T_{Rd,st}$  e della armatura longitudinale  $T_{Rd,s,lon}$  quando il puntone compresso è inclinato di  $45^\circ$ :  $T_{Rd,max} = 114.3 \text{ kNm}$ ,  $T_{Rd,st} = 52.6 \text{ kNm}$ ,  $T_{Rd,s,lon} = 75.6 \text{ kNm}$ . Qual è il massimo momento torcente che questa trave può portare? (punti -1/+5)

☐ 1  $52.6 \text{ kNm}$

☒ 2  $63.0 \text{ kNm}$

☐ 3  $74.3 \text{ kNm}$

☐ 4  $83.4 \text{ kNm}$

☐ 5  $96.2 \text{ kNm}$

- (19) Per la stessa sezione del quesito precedente, se si vuole aumentare del 10% la resistenza a torsione cosa occorre aumentare? (punti -1/+4)

☒ 1 le staffe, del 21%

☒ 2 indifferentemente staffe o armatura longitudinale, del 21%

☒ 3 l'armatura longitudinale, del 21%

☐ 4 non si riesce a farlo variando l'armatura

- (20) Per una sezione  $30 \times 70$  (per la quale è  $t = 10.5$  cm) soggetta a flessione, taglio e torsione si sono calcolate le seguenti armature necessarie:

per il momento flettente, che è negativo:  
(incluso traslazione diagramma momenti)

$$A_s = 8.1 \text{ cm}^2$$

per il taglio

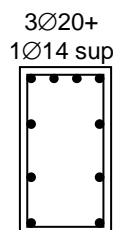
$$A_{st} = 4.2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

(da dividere per il numero di bracci)

per la torsione

$$A_{st} = 2.4 \text{ cm}^2/\text{m} \quad A_{s,lon} = 12.1 \text{ cm}^2$$

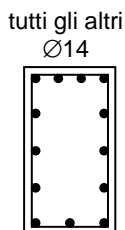
Quale delle armature sotto indicate è adeguata per soddisfare tutti i requisiti sopra elencati? (punti -1/+5)



tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/20

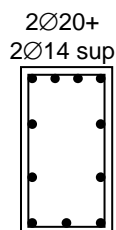
☐ 1



3Ø20 inf

staffe  
Ø8/15

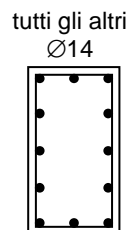
☐ 2



tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/15

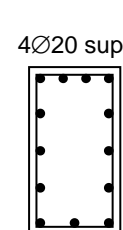
☐ 3



3Ø20 inf

staffe  
Ø8/10

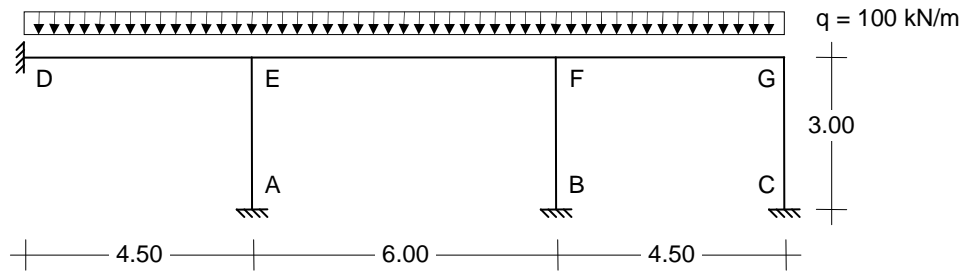
☐ 4



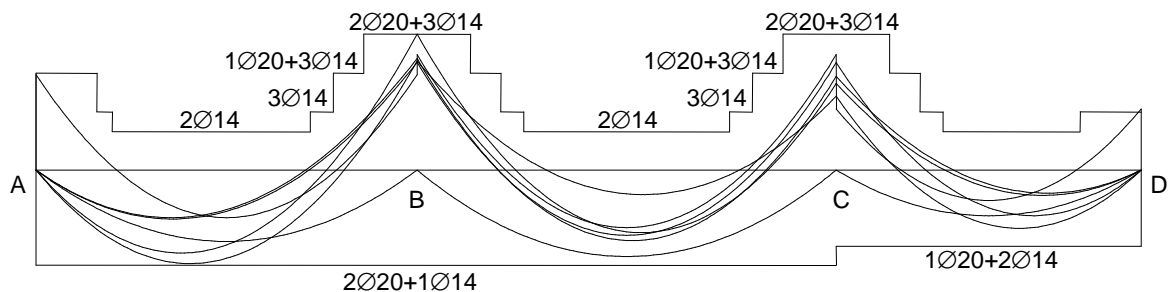
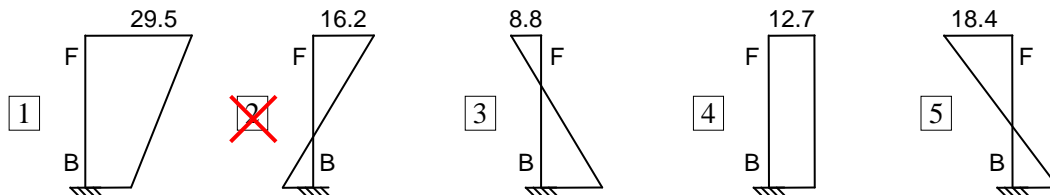
tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/10

☒ 5

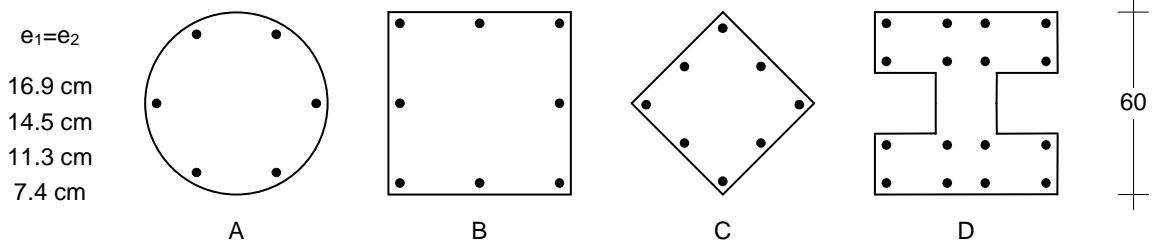


- (1) Risolvendo lo schema di telaio sopra riportato, con trave 30×50 e pilastri 30×30, quale dei diagrammi del momento flettente è quello che si ha nel pilastro B-F? (punti -1/+7)



- (2) Il diagramma dei momenti sollecitanti e resistenti sopra riportato è relativo ad una trave emergente, progettata seguendo tutti i criteri da noi suggeriti. In fase di realizzazione, però, ci si è dimenticati di aggiungere uno dei due monconi Ø20 sull'appoggio C. Si può accettare la struttura così realizzata? (punti -1/+7)

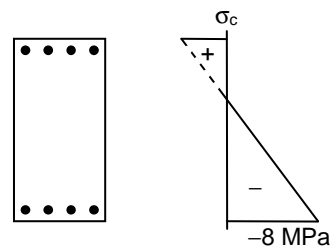
- ☒ 1 si, perché il rapporto  $\delta$  è compatibile con il valore di  $x/d$  usato  
☒ 2 3 pt perché il valore del rapporto  $\delta$  non è compatibile con il valore di  $x/d$  usato  
☐ 3 non si può dire, perché occorrerebbe conoscere il valore di  $x/d$   
☐ 4 no, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile ma l'armatura inferiore non è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione  
☒ 5 si, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile e l'armatura inferiore è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione



- (3) In figura sono mostrate quattro sezioni della stessa altezza, armate con Ø14. A fianco sono riportate, non nello stesso ordine, le distanze degli estremi di nocciolo della sezione tesa (solo armature). Ordina le sezioni dal maggiore al minore  $e_1$ . (punti -1/+5)

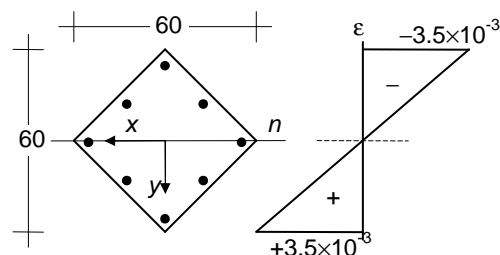
- ☐ 1 C D B A ☐ 2 B C A D ☒ 3 B D A C ☐ 4 D C A B ☐ 5 A D C B

- (4) La sezione a fianco disegnata, di dimensioni  $30 \times 60$  ed armata con  $4+4\varnothing 14$ , analizzata con il secondo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di tensioni a fianco indicato. Sapendo che  $M$  vale  $-105$  kNm ed utilizzando le consuete convenzioni di segno, a quale valore dello sforzo normale  $N$  è soggetta la sezione? (punti -1/+5)



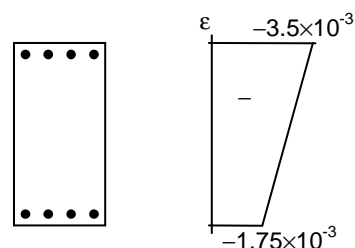
- ☐ 1  $N = -1200$  kN ☒ 2  $N = -520$  kN ☐ 3  $N = 0$  kN ☐ 4  $N = +350$  kN ☐ 5  $N = +600$  kN

- (5) La sezione in calcestruzzo C25/30 disegnata a fianco, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale la risultante delle tensioni di compressione del calcestruzzo  $N_c$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1  $N_c = -2066$  kN ☐ 2  $N_c = -1275$  kN ☐ 3  $N_c = -1033$  kN ☒ 4  $N_c = -816$  kN ☐ 5  $N_c = -661$  kN

- (6) La stessa sezione  $30 \times 60$  della domanda 4, realizzata in calcestruzzo C25/30, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale il coefficiente di riempimento  $\beta$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1 0.952 ☐ 2 0.907 ☐ 3 0.810 ☐ 4 0.750  
☒ 5 non ha senso calcolarlo perché questo non è un diagramma limite

- (7) Ancora per la stessa sezione, se per valutarne la resistenza si vuole utilizzare la formulazione semplificata quale valore bisogna utilizzare per l'esponente  $m$ ? (punti -1/+5)

- ☐ 1 2.00 ☐ 2 1.85 ☒ 3 1.73 ☐ 4 1.52 ☐ 5 1.00

- (8) Per una sezione  $60 \times 40$ , armata con  $2\varnothing 20$  e  $2\varnothing 14$  su lato lungo, si sono calcolati i parametri che servono per la verifica mediante la formulazione semplificata:

$$N_{c,max} = 3401 \text{ kN}, M_{c,max} = 163.2 \text{ kNm}, N_{s,max} = 733 \text{ kN}, M_{s,max} = 117.2 \text{ kNm}, m = 1.699.$$

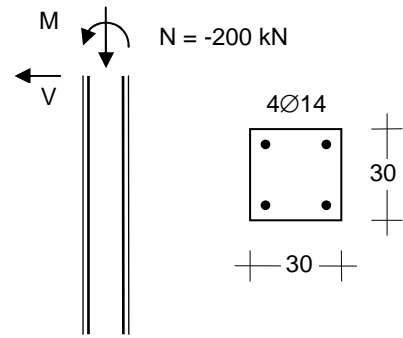
Quanto vale il massimo momento che può portare la sezione quando  $N_{Ed} = -3401$  kN? (punti -1/+5)

- ☐ 1 169.4 kNm ☐ 2 145.2 kNm ☒ 3 109.3 kNm ☐ 4 80.1 kNm ☐ 5 niente

- (9) La stessa sezione  $60 \times 40$  della domanda precedente, per la quale è  $N_{c,max} = 3401$  kN,  $M_{c,max} = 163.2$  kNm, è soggetta alle caratteristiche di sollecitazione  $N_{Ed} = -750$  kN e  $M_{Ed} = 360$  kNm. Che armatura  $A_s = A'_s$  occorre disporre? (punti -1/+5)

- ☐ 1  $26.2 \text{ cm}^2$  ☒ 2  $19.5 \text{ cm}^2$  ☐ 3  $13.7 \text{ cm}^2$  ☐ 4  $10.4 \text{ cm}^2$  ☐ 5  $7.7 \text{ cm}^2$

Per le prossime tre domande fai riferimento a un pilastro di sezione  $30 \times 30$ , realizzato in calcestruzzo con  $f_{ck} = 25$  MPa e armato con  $4\varnothing 14$  (posti uno per spigolo con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm), soggetto a flessione e taglio ma anche ad uno sforzo normale di compressione  $N_{Ed} = -200$  kN.



Per i quesiti (10) e (11) immagina che per un errore costruttivo una parte del pilastro sia rimasta priva di staffe e che tu debba valutare qual è il massimo taglio che può sopportare.

- (10) Nella valutazione di questo taglio interviene una percentuale geometrica di armatura. Quanto vale? (punti -1/+5)

☐ 1 0.038      ☐ 2 0.02      ☐ 3 0.0105      ☐ 4 0.0079      ☒ 5 0.00395

- (11) Nella valutazione di questo taglio fornisce un buon contributo anche lo sforzo normale. Quanto vale questo contributo? (punti -1/+5)

☐ 1 142 kN      ☐ 2 84.5 kN      ☐ 3 39.0 kN      ☒ 4 26.0 kN      ☐ 5 12.3 kN

- (12) Immaginando, invece, che la stessa sezione sia adeguatamente staffata, la resistenza massima a taglio della sezione in calcestruzzo dipende anche dallo sforzo normale applicato (mi sono accorto di non aver evidenziato questo contributo a lezione, ma da bravo studente sarai in grado di rispondere ugualmente). Di quanto aumenta, rispetto al caso in cui  $N = 0$ , se lo sforzo normale ha il valore indicato sopra ( $N_{Ed} = -200$  kN)? (punti 0/+4)

☐ 1 tra 25 e 30%      ☐ 2 tra 20 e 25%      ☒ 3 tra 10 e 20%      ☐ 4 meno del 10%

- (13) Per una trave a spessore di sezione  $60 \times 28$  armata a taglio con staffe, con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm, si sono calcolati i valori assunti da  $V_{Rd,max}$  e  $V_{Rd,s}$  quando il puntone compresso è inclinato di  $45^\circ$ :  $V_{Rd,max} = 459$  kN,  $V_{Rd,s} = 169$  kN. Qual è il massimo taglio che questa trave può portare? (punti -1/+5)

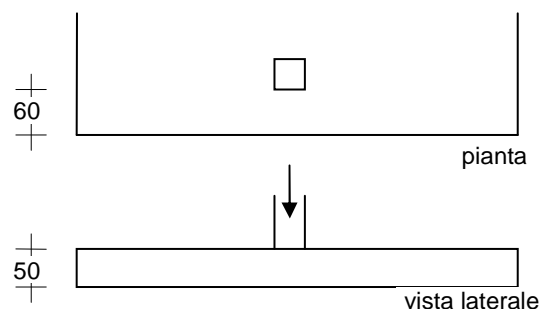
☐ 1 459 kN      ☒ 2 356 kN      ☐ 3 314 kN      ☐ 4 230 kN      ☐ 5 169 kN

- (14) Quali staffe sono disposte nella trave citata al quesito precedente, per avere la resistenza a taglio lì indicata? (punti -1/+5)

Nota: 2 br. = a due bracci, 4 br. = a quattro bracci

☐ 1  $\varnothing 8/10$ , 2 br.      ☐ 2  $\varnothing 8/15$ , 2 br.      ☐ 3  $\varnothing 8/20$ , 2 br.      ☒ 4  $\varnothing 8/10$ , 4 br.      ☐ 5  $\varnothing 8/15$ , 4 br.

Un pilastro di dimensioni  $40 \times 40$  poggia su una platea di fondazione che ha spessore 50 cm e copriferro di calcolo 5 cm. Il lato esterno del pilastro dista solo 60 cm dal bordo della platea.



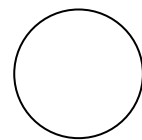
- (15) Quanto misura il perimetro critico  $u_1$  che si deve usare nella verifica a punzonamento? (punti -1/+5)

☐ 1 725 cm      ☐ 2 691 cm      ☐ 3 600 cm      ☒ 4 523 cm      ☐ 5 408 cm

- (16) Qui a fianco sono disegnate quattro sezioni in cemento armato, che hanno tutte la stessa area (e lo stesso copriferro di calcolo  $c=5$  cm). Quale sezione ha il valore più alto dello spessore  $t$ , da usare nelle verifiche a torsione? (punti -1/+4)



A 40×90

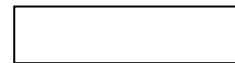


C

Ø 67.7



B 60×60



D 30×120

- ☐ 1 A ☐ 2 B ☒ 3 C ☐ 4 D

- (17) Quanto vale l'area  $A_k$ , da usare nelle verifiche a torsione, per una sezione 40×70, con copriferro di calcolo  $c=5$  cm? (punti -1/+4)

- ☐ 1 2100 cm<sup>2</sup> ☐ 2 1778 cm<sup>2</sup> ☒ 3 1562 cm<sup>2</sup> ☐ 4 1364 cm<sup>2</sup>

- (18) Per una sezione in cemento armato 40×60, armata a torsione con staffe Ø8/10 e barre longitudinali 14Ø10 = 10.9 cm<sup>2</sup>, si sono calcolati i valori assunti dalla resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$  e da quella delle staffe  $T_{Rd,st}$  e della armatura longitudinale  $T_{Rd,s,lon}$  quando il puntone compresso è inclinato di 45°:  $T_{Rd,max} = 114.3$  kNm,  $T_{Rd,st} = 52.6$  kNm,  $T_{Rd,s,lon} = 75.6$  kNm. Qual è il massimo momento torcente che questa trave può portare? (punti -1/+5)

- ☐ 1 96.2 kNm ☐ 2 83.4 kNm ☐ 3 74.3 kNm ☒ 4 63.0 kNm ☐ 5 52.6 kNm

- (19) Per la stessa sezione del quesito precedente, se si vuole aumentare del 10% la resistenza a torsione cosa occorre aumentare? (punti -1/+4)

- ☒ 1 le staffe, del 21% ☒ 2 indifferentemente staffe o armatura longitudinale, del 21%  
☒ 3 armatura longitudinale, del 21% ☐ 4 non si riesce a farlo variando l'armatura

- (20) Per una sezione 30×70 (per la quale è  $t = 10.5$  cm) soggetta a flessione, taglio e torsione si sono calcolate le seguenti armature necessarie:

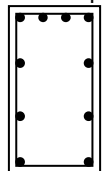
per il momento flettente, che è negativo:  $A_s = 8.1$  cm<sup>2</sup>  
 (incluso traslazione diagramma momenti)

per il taglio  
 (da dividere per il numero di bracci)  $A_{st} = 4.2$  cm<sup>2</sup>/m

per la torsione  $A_{st} = 2.4$  cm<sup>2</sup>/m  $A_{s,lon} = 12.1$  cm<sup>2</sup>

Quale delle armature sotto indicate è adeguata per soddisfare tutti i requisiti sopra elencati? (punti -1/+5)

3Ø20+  
1Ø14 sup

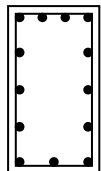


tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/20

☐ 1

tutti gli altri  
Ø14

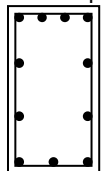


3Ø20 inf

staffe  
Ø8/15

☐ 2

2Ø20+  
2Ø14 sup

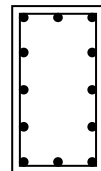


tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/15

☐ 3

tutti gli altri  
Ø14

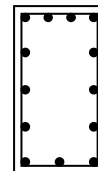


3Ø20 inf

staffe  
Ø8/10

☐ 4

4Ø20 sup

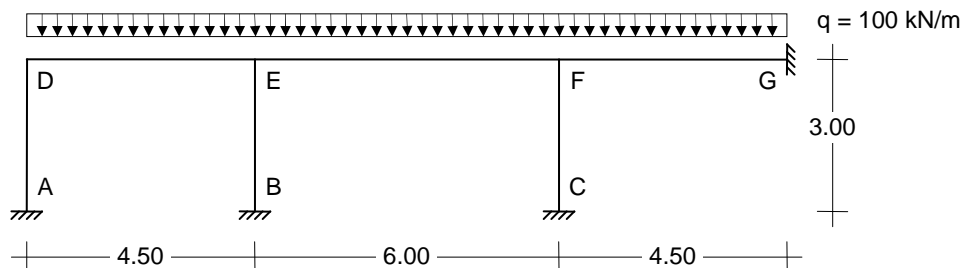


tutti gli altri  
Ø14

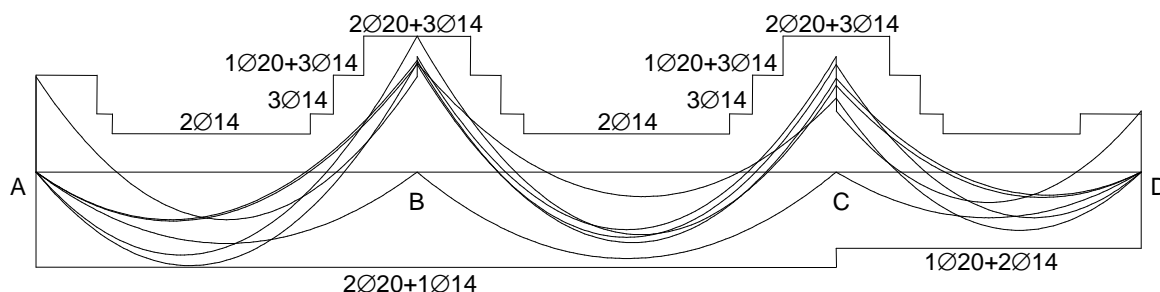
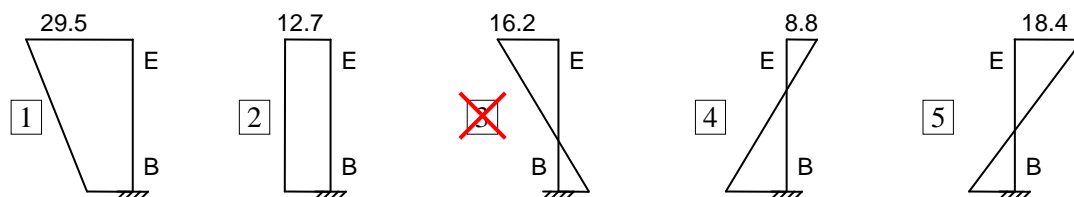
staffe  
Ø8/10

☒ 5





- (1) Risolvendo lo schema di telaio sopra riportato, con trave 30×50 e pilastri 30×30, quale dei diagrammi del momento flettente è quello che si ha nel pilastro B-E? (punti -1/+7)



- (2) Il diagramma dei momenti sollecitanti e resistenti sopra riportato è relativo ad una trave emergente, progettata seguendo tutti i criteri da noi suggeriti. In fase di realizzazione, però, ci si è dimenticati di aggiungere uno dei due monconi Ø20 sull'appoggio C. Si può accettare la struttura così realizzata? (punti -1/+7)

- ☐ 1 no, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile ma l'armatura inferiore non è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione
- ☒ 2 sì, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile e l'armatura inferiore è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione
- ☒ 3 sì, perché il rapporto  $\delta$  è compatibile con il valore di  $x/d$  usato
- ☐ 4 perché il valore del rapporto  $\delta$  non è compatibile con il valore di  $x/d$  usato
- ☐ 5 non si può dire, perché occorrerebbe conoscere il valore di  $x/d$

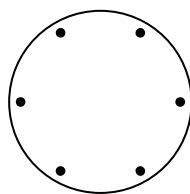
$e_1=e_2$

12.8 cm

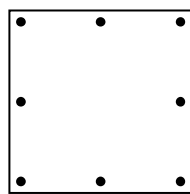
10.3 cm

7.7 cm

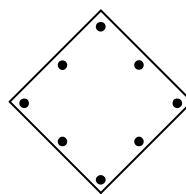
5.2 cm



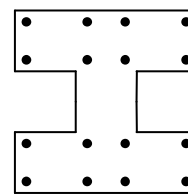
A



B



C



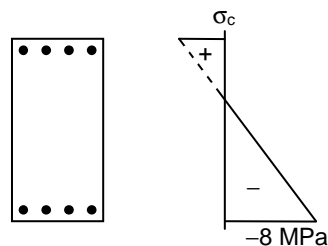
D

60

- (3) In figura sono mostrate quattro sezioni della stessa altezza, armate con Ø14. A fianco sono riportate, non nello stesso ordine, le distanze degli estremi di nocciolo della sezione compressa (calcestruzzo più armature). Ordina le sezioni dal maggiore al minore  $e_1$ . (punti -1/+5)

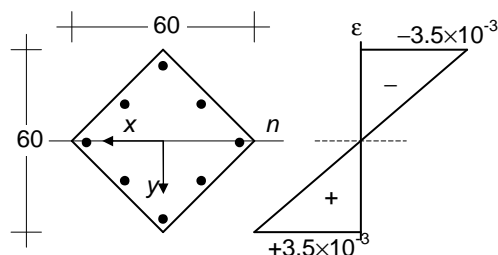
- ☐ 1 A D C B    ☐ 2 D C B A    ☐ 3 B A D C    ☐ 4 B A C D    ☒ 5 D B A C

- (4) La sezione a fianco disegnata, di dimensioni  $30 \times 60$  ed armata con  $4+4\varnothing 14$ , analizzata con il secondo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di tensioni a fianco indicato. Sapendo che  $M$  vale  $-105$  kNm ed utilizzando le consuete convenzioni di segno, a quale valore dello sforzo normale  $N$  è soggetta la sezione? (punti -1/+5)



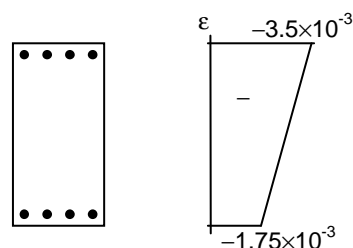
- ☐ 1  $N = +600$  kN   ☐ 2  $N = +350$  kN   ☐ 3  $N = 0$  kN   ☒ 4  $N = -520$  kN   ☐ 5  $N = -1200$  kN

- (5) La sezione in calcestruzzo C25/30 disegnata a fianco, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale la risultante delle tensioni di compressione del calcestruzzo  $N_c$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1  $N_c = -661$  kN   ☒ 2  $N_c = -816$  kN   ☐ 3  $N_c = -1033$  kN   ☐ 4  $N_c = -1275$  kN   ☐ 5  $N_c = -2066$  kN

- (6) La stessa sezione  $30 \times 60$  della domanda 4, realizzata in calcestruzzo C25/30, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale il coefficiente di riempimento  $\beta$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1 0.750   ☐ 2 0.810   ☐ 3 0.907   ☐ 4 0.952  
☒ 5 non ha senso calcolarlo perché questo non è un diagramma limite

- (7) Ancora per la stessa sezione, se per valutarne la resistenza si vuole utilizzare la formulazione semplificata quale valore bisogna utilizzare per l'esponente  $m$ ? (punti -1/+5)

- ☐ 1 1.00   ☐ 2 1.52   ☒ 3 1.73   ☐ 4 1.85   ☐ 5 2.00

- (8) Per una sezione  $80 \times 40$ , armata con  $2\varnothing 20$  e  $4\varnothing 14$  su lato lungo, si sono calcolati i parametri che servono per la verifica mediante la formulazione semplificata:

$$N_{c,max} = 4534 \text{ kN}, M_{c,max} = 217.7 \text{ kNm}, N_{s,max} = 974 \text{ kN}, M_{s,max} = 155.8 \text{ kNm}, m = 1.700.$$

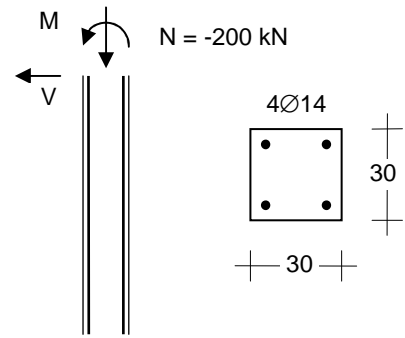
Quanto vale il massimo momento che può portare la sezione quando  $N_{Ed} = -4534$  kN? (punti -1/+5)

- ☐ 1 niente   ☐ 2 80.1 kNm   ☐ 3 109.3 kNm   ☒ 4 145.2 kNm   ☐ 5 169.4 kNm

- (9) La stessa sezione  $80 \times 40$  della domanda precedente, per la quale è  $N_{c,max} = 4534$  kN,  $M_{c,max} = 217.7$  kNm, è soggetta alle caratteristiche di sollecitazione  $N_{Ed} = -1400$  kN e  $M_{Ed} = 320$  kNm. Che armatura  $A_s = A'_s$  occorre disporre? (punti -1/+5)

- ☐ 1  $7.7 \text{ cm}^2$    ☒ 2  $10.4 \text{ cm}^2$    ☐ 3  $13.7 \text{ cm}^2$    ☐ 4  $19.5 \text{ cm}^2$    ☐ 5  $26.2 \text{ cm}^2$

Per le prossime tre domande fai riferimento a un pilastro di sezione  $30 \times 30$ , realizzato in calcestruzzo con  $f_{ck} = 25$  MPa e armato con  $4\varnothing 14$  (posti uno per spigolo con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm), soggetto a flessione e taglio ma anche ad uno sforzo normale di compressione  $N_{Ed} = -200$  kN.



Per i quesiti (10) e (11) immagina che per un errore costruttivo una parte del pilastro sia rimasta priva di staffe e che tu debba valutare qual è il massimo taglio che può sopportare.

- (10) Nella valutazione di questo taglio interviene una percentuale geometrica di armatura. Quanto vale? (punti -1/+5)

☒ 0.00395    ☐ 0.0079    ☐ 0.0105    ☐ 0.02    ☐ 0.038

- (11) Nella valutazione di questo taglio fornisce un buon contributo anche lo sforzo normale. Quanto vale questo contributo? (punti -1/+5)

☐ 12.3 kN    ☒ 26.0 kN    ☐ 39.0 kN    ☐ 84.5 kN    ☐ 142 kN

- (12) Immaginando, invece, che la stessa sezione sia adeguatamente staffata, la resistenza massima a taglio della sezione in calcestruzzo dipende anche dallo sforzo normale applicato (mi sono accorto di non aver evidenziato questo contributo a lezione, ma da bravo studente sarai in grado di rispondere ugualmente). Di quanto aumenta, rispetto al caso in cui  $N=0$ , se lo sforzo normale ha il valore indicato sopra ( $N_{Ed} = -200$  kN)? (punti 0/+4)

☐ meno del 10%    ☒ tra 10 e 20%    ☐ tra 20 e 25%    ☐ tra 25 e 30%

- (13) Per una trave a spessore di sezione  $60 \times 28$  armata a taglio con staffe, con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm, si sono calcolati i valori assunti da  $V_{Rd,max}$  e  $V_{Rd,s}$  quando il puntone compresso è inclinato di  $45^\circ$ :  $V_{Rd,max} = 459$  kN,  $V_{Rd,s} = 169$  kN. Qual è il massimo taglio che questa trave può portare? (punti -1/+5)

☐ 169 kN    ☐ 230 kN    ☐ 314 kN    ☒ 356 kN    ☐ 459 kN

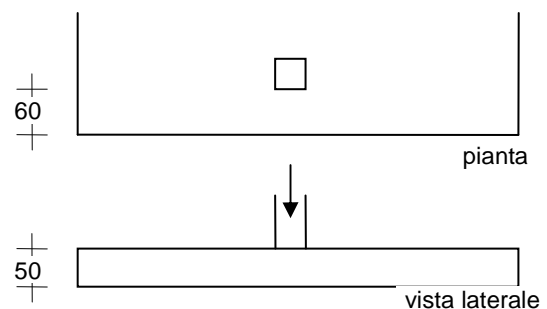
- (14) Quali staffe sono disposte nella trave citata al quesito precedente, per avere la resistenza a taglio lì indicata?

Nota: 2 br. = a due bracci, 4 br. = a quattro bracci

(punti -1/+5)

☐  $\varnothing 8/10$ , 2 br.    ☐  $\varnothing 8/15$ , 2 br.    ☐  $\varnothing 8/20$ , 2 br.    ☒  $\varnothing 8/10$ , 4 br.    ☐  $\varnothing 8/15$ , 4 br.

Un pilastro di dimensioni  $40 \times 40$  poggia su una platea di fondazione che ha spessore 50 cm e copriferro di calcolo 5 cm. Il lato esterno del pilastro dista solo 60 cm dal bordo della platea.



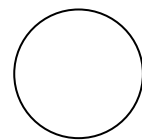
- (15) Quanto misura il perimetro critico  $u_1$  che si deve usare nella verifica a punzonamento? (punti -1/+5)

☐ 408 cm    ☒ 523 cm    ☐ 600 cm    ☐ 691 cm    ☐ 725 cm

- (16) Qui a fianco sono disegnate quattro sezioni in cemento armato, che hanno tutte la stessa area (e lo stesso copriferro di calcolo  $c=5$  cm). Quale sezione ha il valore più alto dello spessore  $t$ , da usare nelle verifiche a torsione? (punti -1/+4)



A 40×90

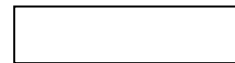


B

Ø 67.7



C 60×60



D 30×120

☐ 1 A

☒ 2 B

☐ 3 C

☐ 4 D

- (17) Quanto vale l'area  $A_k$ , da usare nelle verifiche a torsione, per una sezione 40×70, con copriferro di calcolo  $c=5$  cm? (punti -1/+4)

☐ 1 1364 cm<sup>2</sup>

☒ 2 1562 cm<sup>2</sup>

☐ 3 1778 cm<sup>2</sup>

☐ 4 2100 cm<sup>2</sup>

- (18) Per una sezione in cemento armato 40×60, armata a torsione con staffe Ø8/10 e barre longitudinali 14Ø10 = 10.9 cm<sup>2</sup>, si sono calcolati i valori assunti dalla resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$  e da quella delle staffe  $T_{Rd,st}$  e della armatura longitudinale  $T_{Rd,s,lon}$  quando il puntone compresso è inclinato di 45°:  $T_{Rd,max} = 114.3$  kNm,  $T_{Rd,st} = 52.6$  kNm,  $T_{Rd,s,lon} = 75.6$  kNm. Qual è il massimo momento torcente che questa trave può portare? (punti -1/+5)

☐ 1 52.6 kNm

☒ 2 63.0 kNm

☐ 3 74.3 kNm

☐ 4 83.4 kNm

☐ 5 96.2 kNm

- (19) Per la stessa sezione del quesito precedente, se si vuole aumentare del 10% la resistenza a torsione cosa occorre aumentare? (punti -1/+4)

☒ 1 le staffe, del 21%

☒ 2 indifferentemente staffe o armatura longitudinale, del 21%

☒ 3 armatura longitudinale, del 21%

☐ 4 non si riesce a farlo variando l'armatura

- (20) Per una sezione 30×70 (per la quale è  $t = 10.5$  cm) soggetta a flessione, taglio e torsione si sono calcolate le seguenti armature necessarie:

per il momento flettente, che è negativo:  
(incluso traslazione diagramma momenti)

$$A_s = 8.1 \text{ cm}^2$$

per il taglio  
(da dividere per il numero di bracci)

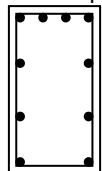
$$A_{st} = 4.2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

per la torsione

$$A_{st} = 2.4 \text{ cm}^2/\text{m} \quad A_{s,lon} = 12.1 \text{ cm}^2$$

Quale delle armature sotto indicate è adeguata per soddisfare tutti i requisiti sopra elencati? (punti -1/+5)

3Ø20+  
1Ø14 sup

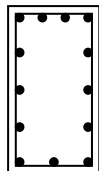


tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/20

☐ 1

tutti gli altri  
Ø14

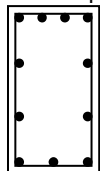


3Ø20 inf

staffe  
Ø8/15

☐ 2

2Ø20+  
2Ø14 sup

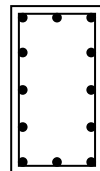


tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/15

☐ 3

tutti gli altri  
Ø14

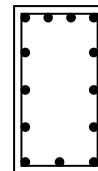


3Ø20 inf

staffe  
Ø8/10

☐ 4

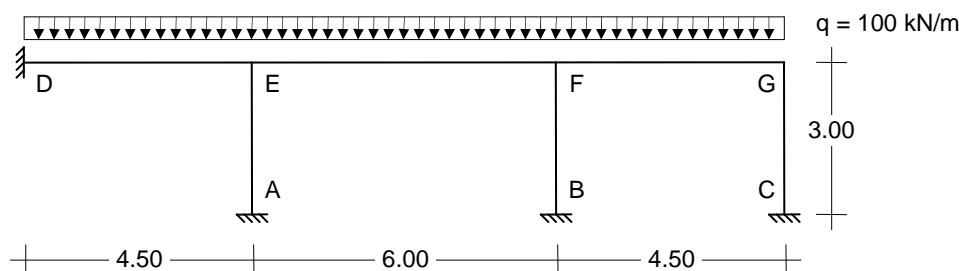
4Ø20 sup



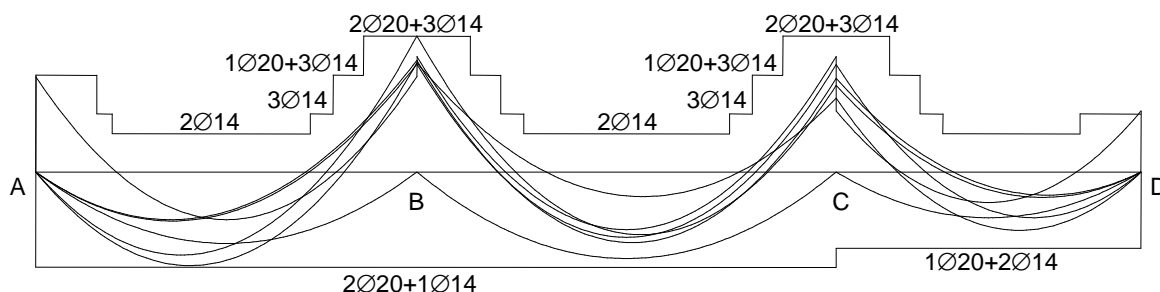
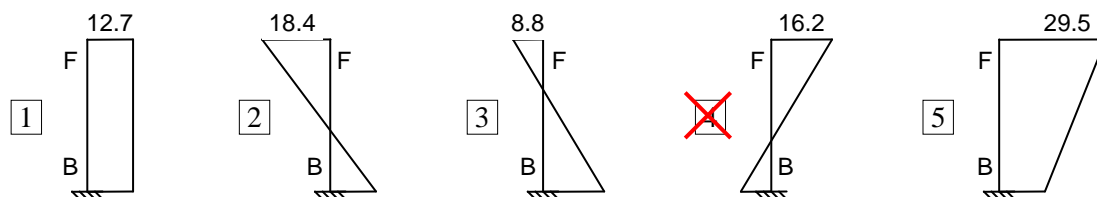
tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/10

☒ 5



- (1) Risolvendo lo schema di telaio sopra riportato, con trave 30x50 e pilastri 30x30, quale dei diagrammi del momento flettente è quello che si ha nel pilastro B-F? (punti -1/+7)



- (2) Il diagramma dei momenti sollecitanti e resistenti sopra riportato è relativo ad una trave emergente, progettata seguendo tutti i criteri da noi suggeriti. In fase di realizzazione, però, ci si è dimenticati di aggiungere uno dei due monconi Ø20 sull'appoggio B. Si può accettare la struttura così realizzata? (punti -1/+7)

- ☒ 1 no, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile ma l'armatura inferiore non è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione
- ☐ 2 sì, perché il rapporto  $\delta$  è accettabile e l'armatura inferiore è compatibile con l'incremento di momento conseguente alla redistribuzione
- ☒ 3 sì, perché il rapporto  $\delta$  è compatibile con il valore di  $x/d$  usato
- ☒ 2 pt, perché il valore del rapporto  $\delta$  non è compatibile con il valore di  $x/d$  usato
- ☐ 5 non si può dire, perché occorrerebbe conoscere il valore di  $x/d$

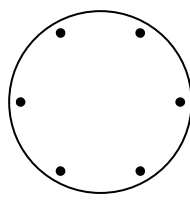
$e_1=e_2$

16.9 cm

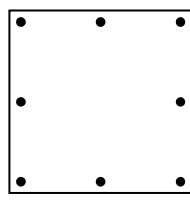
14.5 cm

11.3 cm

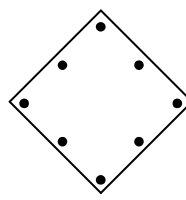
7.4 cm



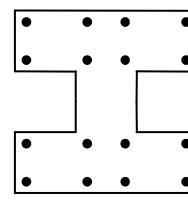
A



B



C



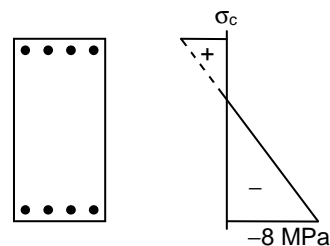
D

60

- (3) In figura sono mostrate quattro sezioni della stessa altezza, armate con Ø14. A fianco sono riportate, non nello stesso ordine, le distanze degli estremi di nocciolo della sezione tesa (solo armature). Ordina le sezioni dal maggiore al minore  $e_1$ . (punti -1/+5)

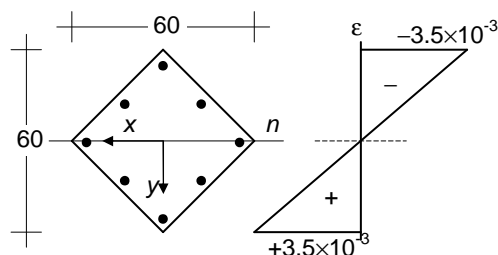
- ☐ 1 A D C B ☒ 2 B D A C ☐ 3 C D B A ☐ 4 B C A D ☐ 5 D C A B

- (4) La sezione a fianco disegnata, di dimensioni  $30 \times 60$  ed armata con  $4+4\varnothing 14$ , analizzata con il secondo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di tensioni a fianco indicato. Sapendo che  $M$  vale  $-105$  kNm ed utilizzando le consuete convenzioni di segno, a quale valore dello sforzo normale  $N$  è soggetta la sezione? (punti -1/+5)



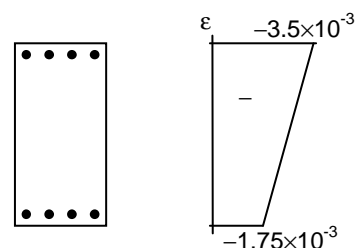
- ☐ 1  $N = -1200$  kN ☒ 2  $N = -520$  kN ☐ 3  $N = 0$  kN ☐ 4  $N = +350$  kN ☐ 5  $N = +600$  kN

- (5) La sezione in calcestruzzo C25/30 disegnata a fianco, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale la risultante delle tensioni di compressione del calcestruzzo  $N_c$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1  $N_c = -2066$  kN ☐ 2  $N_c = -1275$  kN ☐ 3  $N_c = -1033$  kN ☒ 4  $N_c = -816$  kN ☐ 5  $N_c = -661$  kN

- (6) La stessa sezione  $30 \times 60$  della domanda 4, realizzata in calcestruzzo C25/30, analizzata con il terzo modello di comportamento, è soggetta al diagramma di deformazioni a fianco disegnato. Quanto vale il coefficiente di riempimento  $\beta$ ? (punti -1/+5)



- ☐ 1 0.952 ☐ 2 0.907 ☐ 3 0.810 ☐ 4 0.750  
☒ non ha senso calcolarlo perché questo non è un diagramma limite

- (7) Ancora per la stessa sezione, se per valutarne la resistenza si vuole utilizzare la formulazione semplificata quale valore bisogna utilizzare per l'esponente  $m$ ? (punti -1/+5)

- ☐ 1 2.00 ☐ 2 1.85 ☒ 3 1.73 ☐ 4 1.52 ☐ 5 1.00

- (8) Per una sezione  $80 \times 40$ , armata con  $5\varnothing 14$  su lato lungo, si sono calcolati i parametri che servono per la verifica mediante la formulazione semplificata:

$$N_{c,max} = 4534 \text{ kN}, M_{c,max} = 217.7 \text{ kNm}, N_{s,max} = 603 \text{ kN}, M_{s,max} = 96.4 \text{ kNm}, m = 1.790.$$

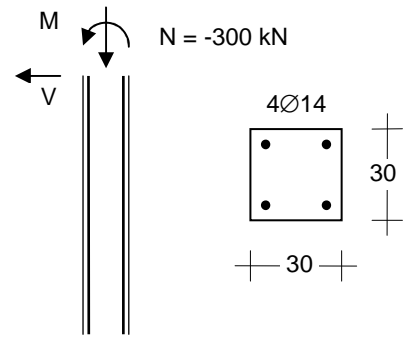
Quanto vale il massimo momento che può portare la sezione quando  $N_{Ed} = -4534$  kN? (punti -1/+5)

- ☐ 1 169.4 kNm ☐ 2 145.2 kNm ☐ 3 109.3 kNm ☒ 4 80.1 kNm ☐ 5 niente

- (9) La stessa sezione  $80 \times 40$  della domanda precedente, per la quale è  $N_{c,max} = 4534$  kN,  $M_{c,max} = 217.7$  kNm, è soggetta alle caratteristiche di sollecitazione  $N_{Ed} = -1900$  kN e  $M_{Ed} = 310$  kNm. Che armatura  $A_s = A'_s$  occorre disporre? (punti -1/+5)

- ☐ 1  $26.2 \text{ cm}^2$  ☐ 2  $19.5 \text{ cm}^2$  ☐ 3  $13.7 \text{ cm}^2$  ☐ 4  $10.4 \text{ cm}^2$  ☒ 5  $7.7 \text{ cm}^2$

Per le prossime tre domande fai riferimento a un pilastro di sezione  $30 \times 30$ , realizzato in calcestruzzo con  $f_{ck} = 25$  MPa e armato con  $4\varnothing 14$  (posti uno per spigolo con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm), soggetto a flessione e taglio ma anche ad uno sforzo normale di compressione  $N_{Ed} = -300$  kN.



Per i quesiti (10) e (11) immagina che per un errore costruttivo una parte del pilastro sia rimasta priva di staffe e che tu debba valutare qual è il massimo taglio che può sopportare.

- (10) Nella valutazione di questo taglio interviene una percentuale geometrica di armatura. Quanto vale? (punti -1/+5)

☐ 1 0.038      ☐ 2 0.02      ☐ 3 0.0105      ☐ 4 0.0079      ☒ 5 0.00395

- (11) Nella valutazione di questo taglio fornisce un buon contributo anche lo sforzo normale. Quanto vale questo contributo? (punti -1/+5)

☐ 1 142 kN      ☐ 2 84.5 kN      ☒ 3 39.0 kN      ☐ 4 26.0 kN      ☐ 5 12.3 kN

- (12) Immaginando, invece, che la stessa sezione sia adeguatamente staffata, la resistenza massima a taglio della sezione in calcestruzzo dipende anche dallo sforzo normale applicato (mi sono accorto di non aver evidenziato questo contributo a lezione, ma da bravo studente sarai in grado di rispondere ugualmente). Di quanto aumenta, rispetto al caso in cui  $N = 0$ , se lo sforzo normale ha il valore indicato sopra ( $N_{Ed} = -300$  kN)? (punti 0/+4)

☐ 1 tra 25 e 30%      ☒ 2 tra 20 e 25%      ☐ 3 tra 10 e 20%      ☐ 4 meno del 10%

- (13) Per una trave a spessore di sezione  $60 \times 28$  armata a taglio con staffe, con copriferro di calcolo  $c = 4$  cm, si sono calcolati i valori assunti da  $V_{Rd,max}$  e  $V_{Rd,s}$  quando il puntone compresso è inclinato di  $45^\circ$ :  $V_{Rd,max} = 459$  kN,  $V_{Rd,s} = 169$  kN. Qual è il massimo taglio che questa trave può portare? (punti -1/+5)

☐ 1 459 kN      ☒ 2 356 kN      ☐ 3 314 kN      ☐ 4 230 kN      ☐ 5 169 kN

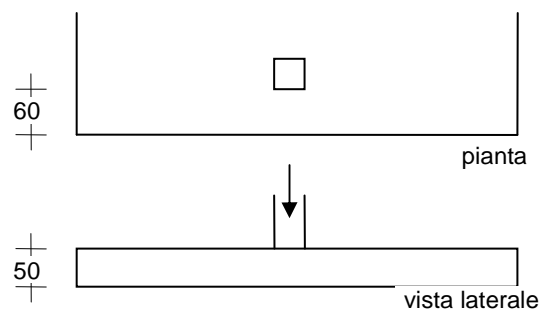
- (14) Quali staffe sono disposte nella trave citata al quesito precedente, per avere la resistenza a taglio lì indicata?

Nota: 2 br. = a due bracci, 4 br. = a quattro bracci

(punti -1/+5)

☐ 1  $\varnothing 8/10$ , 2 br.      ☐ 2  $\varnothing 8/15$ , 2 br.      ☐ 3  $\varnothing 8/20$ , 2 br.      ☒ 4  $\varnothing 8/10$ , 4 br.      ☐ 5  $\varnothing 8/15$ , 4 br.

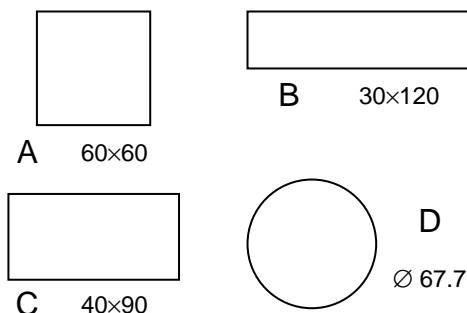
Un pilastro di dimensioni  $40 \times 40$  poggia su una platea di fondazione che ha spessore 50 cm e copriferro di calcolo 5 cm. Il lato esterno del pilastro dista solo 60 cm dal bordo della platea.



- (15) Quanto misura il perimetro critico  $u_1$  che si deve usare nella verifica a punzonamento? (punti -1/+5)

☐ 1 725 cm      ☐ 2 691 cm      ☐ 3 600 cm      ☒ 4 523 cm      ☐ 5 408 cm

- (16) Qui a fianco sono disegnate quattro sezioni in cemento armato, che hanno tutte la stessa area (e lo stesso copriferro di calcolo  $c=5$  cm). Quale sezione ha il valore più alto dello spessore  $t$ , da usare nelle verifiche a torsione? (punti -1/+4)



- ☐ 1 A ☐ 2 B ☐ 3 C ☒ 4 D

- (17) Quanto vale l'area  $A_k$ , da usare nelle verifiche a torsione, per una sezione 40x80, con copriferro di calcolo  $c=5$  cm? (punti -1/+4)

- ☐ 1 2100 cm<sup>2</sup> ☒ 2 1778 cm<sup>2</sup> ☐ 3 1562 cm<sup>2</sup> ☐ 4 1364 cm<sup>2</sup>

- (18) Per una sezione in cemento armato 40x60, armata a torsione con staffe  $\varnothing 8/10$  e barre longitudinali  $14\varnothing 10 = 10.9$  cm<sup>2</sup>, si sono calcolati i valori assunti dalla resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$  e da quella delle staffe  $T_{Rd,st}$  e della armatura longitudinale  $T_{Rd,s,lon}$  quando il puntone compresso è inclinato di 45°:  $T_{Rd,max} = 114.3$  kNm,  $T_{Rd,st} = 52.6$  kNm,  $T_{Rd,s,lon} = 75.6$  kNm. Qual è il massimo momento torcente che questa trave può portare? (punti -1/+5)

- ☐ 1 96.2 kNm ☐ 2 83.4 kNm ☐ 3 74.3 kNm ☒ 4 63.0 kNm ☐ 5 52.6 kNm

- (19) Per la stessa sezione del quesito precedente, se si vuole aumentare del 10% la resistenza a torsione cosa occorre aumentare? (punti -1/+4)

- ☒ 1 le staffe, del 21% ☒ 2 indifferentemente staffe o armatura longitudinale, del 21%  
☒ 3 armatura longitudinale, del 21% ☐ 4 non si riesce a farlo variando l'armatura

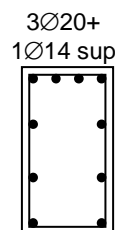
- (20) Per una sezione 30x70 (per la quale è  $t = 10.5$  cm) soggetta a flessione, taglio e torsione si sono calcolate le seguenti armature necessarie:

per il momento flettente, che è negativo:  $A_s = 8.1$  cm<sup>2</sup>  
 (incluso traslazione diagramma momenti)

per il taglio  
 (da dividere per il numero di bracci)  $A_{st} = 4.2$  cm<sup>2</sup>/m

per la torsione  $A_{st} = 2.4$  cm<sup>2</sup>/m  $A_{s,lon} = 12.1$  cm<sup>2</sup>

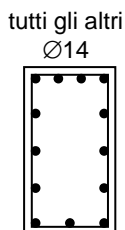
Quale delle armature sotto indicate è adeguata per soddisfare tutti i requisiti sopra elencati? (punti -1/+5)



tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/20

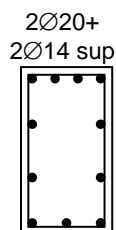
☐ 1



3Ø20 inf

staffe  
Ø8/15

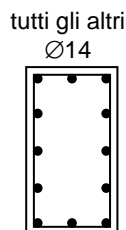
☐ 2



tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/15

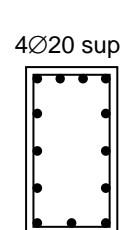
☐ 3



3Ø20 inf

staffe  
Ø8/10

☐ 4



tutti gli altri  
Ø14

staffe  
Ø8/10

☒ 5