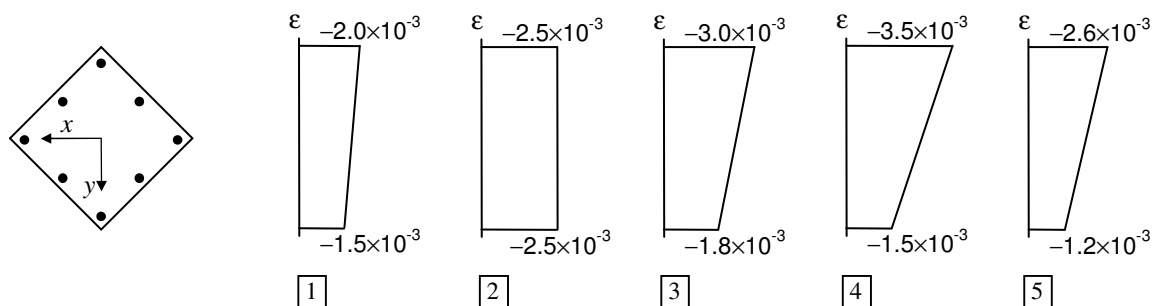


- (1) Nella flessione composta, in quale caso occorre determinare il nocciolo d'inerzia della sezione costituita da tutto il calcestruzzo più l'armatura omogeneizzata? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Se siamo nel primo stadio, indipendentemente dal segno dello sforzo normale  
☐ 2 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a trazione  
☐ 3 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a compressione  
☐ 4 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a trazione  
☐ 5 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a compressione

- (2) Nelle verifiche a flessione composta allo SLU della sezione (tutta compressa) sotto riportata, quale tra i diagrammi di deformazione indicati è un diagramma limite? (punti -1/+5)



- (3) Una sezione rettangolare 40×60, per la quale il dominio  $M-N$  allo SLU è riportato a fianco, è soggetta alle seguenti caratteristiche di sollecitazione:

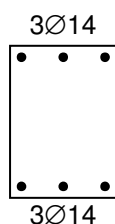
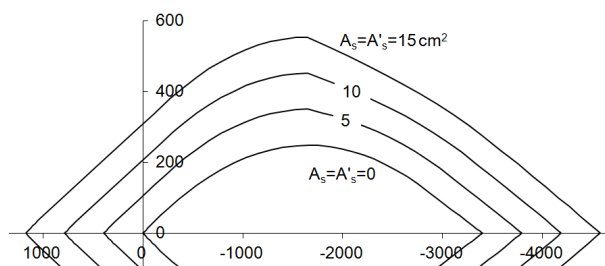
$$N_{Ed} = -1250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 400 \text{ kNm}$$

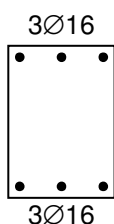
Qual è la giusta armatura da disporre?

(punti -1/+5)

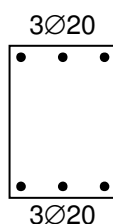
Nota: non sono indicate altre barre nel tratto verticale, che comunque si disporranno fuori calcolo.



☐ 1



☐ 2



☐ 3



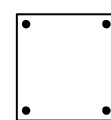
☐ 4



☐ 5

Per le due domande che seguono fai riferimento alla sezione a fianco indicata, in calcestruzzo C25/30 e con barre in acciaio B450C. In entrambi i casi ci si riferisce alle verifiche allo SLU.

Il copriferro di calcolo è  $c=4$  cm.



Sezione  
30x30

4Ø20

- (4) Qual è il valore dello sforzo normale che, per un diagramma limite di deformazione, corrisponde al passaggio tra sezione parzializzata e sezione tutta compressa? (punti -1/+5)

- ☐ 1 -310 kN    ☐ 2 -830 kN    ☐ 3 -1080 kN    ☐ 4 -1340 kN    ☐ 5 -1830 kN

- (5) Quanto vale il momento resistente  $M_{Rd}$  se lo sforzo normale è pari a  $-b h f_{cd}$ ? (punti -1/+5)

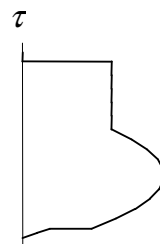
- ☐ 1 15 kNm    ☐ 2 53 kNm    ☐ 3 81 kNm    ☐ 4 139 kNm    ☐ 5 164 kNm

- (6) È riportato a fianco il diagramma delle tensioni  $\tau$  da taglio in una sezione rettangolare in c.a.

A quale delle situazioni qui elencate si riferisce il diagramma?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Primo stadio, sezione tensoinflessa con momento positivo
- ☐ 2 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento positivo
- ☐ 3 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento negativo
- ☐ 4 Secondo stadio, sezione inflessa con momento positivo
- ☐ 5 Terzo stadio, sezione inflessa con momento negativo



- (7) Quanto è importante e a cosa serve determinare  $V_{Rd,c}$  in una trave?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Molto importante perché indica la massima resistenza a taglio della sezione
- ☐ 2 Abbastanza utile per definire il valore massimo di  $\cot \theta$
- ☐ 3 Indispensabile per decidere se si possono omettere del tutto le staffe
- ☐ 4 Poco utile, perché indica se si devono calcolare le staffe o bastano i minimi di normativa
- ☐ 5 Non è un valore che si riferisce al taglio nelle travi

---

Per le tre domande che seguono fai riferimento ad una trave di sezione  $70 \times 26$  in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm. La trave è soggetta ad un taglio  $V_{Ed} = 381$  kN e la verifica ed il progetto delle armature a taglio deve essere fatto allo SLU.

- (8) Come fai a decidere qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato per progettare le armature a taglio?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 1$
- ☐ 2 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 2.5$
- ☐ 3 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,s} = V_{Ed}$
- ☐ 4 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,max} = V_{Ed}$
- ☐ 5 Determino qual è il più grande tra  $V_{Rd,s}$  e  $V_{Rd,max}$

- (9) Applicando il criterio sopra indicato, qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato nel caso in esame?

(punti -1/+5)

- ☐ 1  $\cot \theta = 1.2$
- ☐ 2  $\cot \theta = 1.5$
- ☐ 3  $\cot \theta = 1.8$
- ☐ 4  $\cot \theta = 2.1$
- ☐ 5  $\cot \theta = 2.5$

- (10) Indipendentemente dalla risposta che hai dato al punto precedente, immaginiamo che tu abbia deciso di usare  $\cot \theta = 1.5$  e di disporre staffe  $\varnothing 8$  a 4 bracci. Qual è il passo  $s$  necessario per portare il taglio sollecitante  $V_{Ed}$ , sopra indicato?

(punti -1/+5)

Nota: indica il valore che esce dal calcolo, che poi dovrà ovviamente essere arrotondato.

- |                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 $s = 5.2$ cm | <input type="checkbox"/> 4 $s = 7.9$ cm |
| <input type="checkbox"/> 2 $s = 6.1$ cm | <input type="checkbox"/> 5 $s = 8.8$ cm |
| <input type="checkbox"/> 3 $s = 7.0$ cm |                                         |

(11) In quale dei casi di seguito elencati puoi trascurare la torsione, perché è dovuta solo alla congruenza? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Sbalzo laterale, con armature dello sbalzo ancorate nella trave anziché prolungate nel solaio retrostante.
- ☐ 2 Foro nel solaio, realizzato con travi circostanti non collegate ad altre travi dell'edificio.
- ☐ 3 Trave a ginocchio con scalini a sbalzo.
- ☐ 4 Pensilina con solaio che esce dalla trave in maniera dissimmetrica.

Oppure:

- ☐ 5 Nessuno dei precedenti, in tutti la torsione deve essere considerata.

(12) Una delle seguenti affermazioni relative alla torsione (o torsione e taglio) è sbagliata. Indica quale. (punti -1/+5)

- ☐ 1 L'armatura longitudinale a torsione non può essere valutata con la traslazione del diagramma del momento flettente.
- ☐ 2 Usare un valore più alto di  $\cot \theta$  consente di risparmiare sia staffe che barre longitudinali.
- ☐ 3 Un valore più alto di  $\cot \theta$  comporta una riduzione della resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$ .
- ☐ 4 Nelle verifiche allo SLU non esiste un valore di  $T$  al di sotto del quale si può evitare di armare a torsione.
- ☐ 5 Nel verificare una trave soggetta a torsione e taglio occorre usare lo stesso valore di  $\cot \theta$  per entrambe le caratteristiche di sollecitazione.

---

(13) Una trave di sezione 40×50 in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm, è soggetta a momento torcente e deve essere verificata allo SLU. Quanto vale l'area  $A_k$  da utilizzare nella verifica a torsione? (punti -1/+5)

- ☐ 1 512 cm<sup>2</sup>
- ☐ 2 691 cm<sup>2</sup>
- ☐ 3 877 cm<sup>2</sup>
- ☐ 4 1124 cm<sup>2</sup>
- ☐ 5 1840 cm<sup>2</sup>

(14) Per una trave di cui è assegnata la sezione, la quantità di staffe e l'armatura longitudinale hai calcolato i seguenti valori, utilizzando  $\cot \theta = 1$ :  $T_{Rd,max} = 88.4$  kNm,  $T_{Rd,s(staffe)} = 44.0$  kNm,  $T_{Rd,s(long)} = 82.0$  kNm. Qual è il massimo valore del momento torcente che può essere portato dalla sezione così armata (in assenza di taglio)? (punti -1/+5)

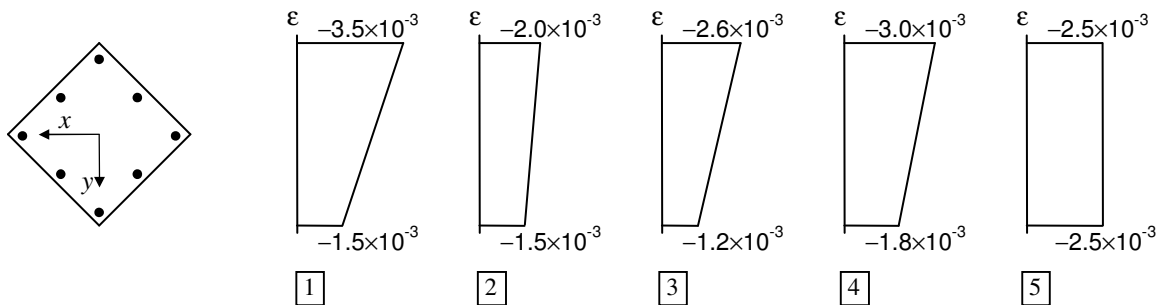
- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 44 kNm | <input type="checkbox"/> 4 72 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 53 kNm | <input type="checkbox"/> 5 88 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 60 kNm |                                   |

(15) Per una trave di sezione assegnata hai calcolato le resistenze  $V_{Rd,max}$  e  $T_{Rd,max}$  per  $\cot \theta = 1$ , ottenendo  $V_{Rd,max} = 450$  kN e  $T_{Rd,max} = 88.4$  kNm. Se nella trave agisce la caratteristica di sollecitazione  $V_{Ed} = 200$  kN, qual è il massimo valore di  $T_{Ed}$  che può essere portato, contemporaneamente, dalla sezione? (punti -1/+5)

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 27 kNm | <input type="checkbox"/> 4 76 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 49 kNm | <input type="checkbox"/> 5 88 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 63 kNm |                                   |

- (16) Cosa si intende con *tension stiffening*? (punti -1/+5)
- ☐ 1 L'incrudimento dell'acciaio a trazione dopo lo snervamento.
  - ☐ 2 Il contributo irrigidente del calcestruzzo teso posto tra due fessure.
  - ☐ 3 La variazione di tensione dovuta alla presenza delle staffe.
  - ☐ 4 La variazione di rigidità dovuta alla presenza delle staffe.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti.
- (17) Quale dei seguenti fattori è negativo ai fini della verifica a fessurazione? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Usare barre di diametro abbastanza piccolo.
  - ☐ 2 Far lavorare l'acciaio a tensioni elevate.
  - ☐ 3 Disporre barre a distanza non elevata l'una dall'altra.
  - ☐ 4 Rispettare dei minimi di armatura in tutte le zone tese.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati aiutano a limitare la fessurazione.
- (18) Una trave a spessore di sezione 60×24, con ricoprimento delle barre  $c_1=2.5$  cm e copriferro di calcolo  $c_2=4$  cm ha in mezzera un'armatura inferiore costituita da 6Ø20. Qual è la distanza massima  $s_{r,max}$  tra le fessure? (punti -1/+5)
- ☐ 1 108 mm
  - ☐ 2 132 mm
  - ☐ 3 158 mm
  - ☐ 4 193 mm
  - ☐ 5 244 mm
- (19) Con quale modello di comportamento si effettuano le verifiche allo stato limite di tensioni in esercizio? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Primo stadio, con  $n = E_s / E_c$ .
  - ☐ 2 Primo stadio, con  $n = 15$ .
  - ☐ 3 Secondo stadio.
  - ☐ 4 Terzo stadio.
  - ☐ 5 Il modello dipende dalla combinazione (rara, frequente o quasi permanente).
- (20) Quale dei seguenti fattori non influisce sulla freccia di una trave in cemento armato? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Deformazioni viscosi.
  - ☐ 2 Ampiezza della zona fessurata.
  - ☐ 3 *Tension stiffening*.
  - ☐ 4 Quantità di armatura longitudinale disposta nella trave.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati influiscono sulla deformazione della trave.

- (1) Nella flessione composta, in quale caso occorre determinare il nocciolo d'inerzia della sezione costituita da tutto il calcestruzzo più l'armatura omogeneizzata? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a trazione
  - ☐ 2 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a compressione
  - ☐ 3 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a trazione
  - ☐ 4 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a compressione
  - ☐ 5 Se siamo nel primo stadio, indipendentemente dal segno dello sforzo normale
- (2) Nelle verifiche a flessione composta allo SLU della sezione (tutta compressa) sotto riportata, quale tra i diagrammi di deformazione indicati è un diagramma limite? (punti -1/+5)



- (3) Una sezione rettangolare 60×40, per la quale il dominio  $M-N$  allo SLU è riportato a fianco, è soggetta alle seguenti caratteristiche di sollecitazione:

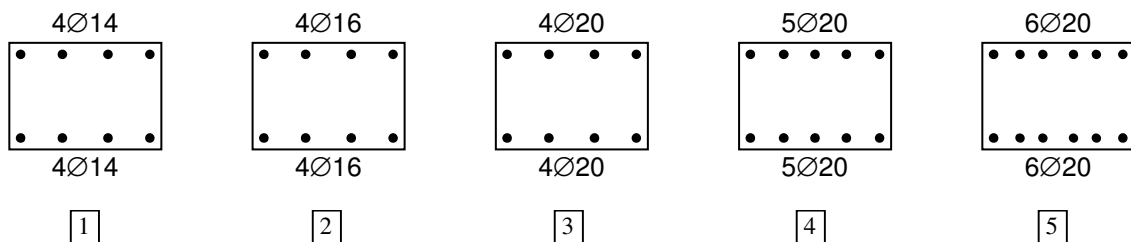
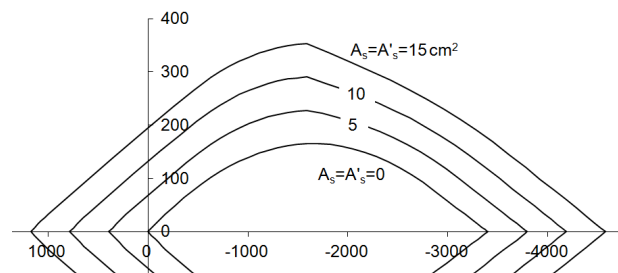
$$N_{Ed} = -300 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 270 \text{ kNm}$$

Qual è la giusta armatura da disporre?

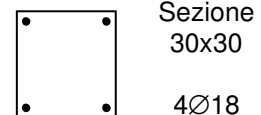
(punti -1/+5)

Nota: non sono indicate altre barre nel tratto verticale, che comunque si disporranno fuori calcolo.



Per le due domande che seguono fai riferimento alla sezione a fianco indicata, in calcestruzzo C25/30 e con barre in acciaio B450C. In entrambi i casi ci si riferisce alle verifiche allo SLU.

Il copriferro di calcolo è  $c=4$  cm.



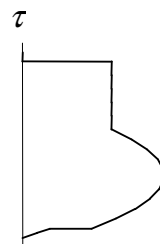
- (4) Qual è il valore dello sforzo normale che, per un diagramma limite di deformazione, corrisponde al passaggio tra sezione parzializzata e sezione tutta compressa? (punti -1/+5)
- ☐ 1 -250 kN
  - ☐ 2 -830 kN
  - ☐ 3 -1280 kN
  - ☐ 4 -1480 kN
  - ☐ 5 -1680 kN
- (5) Quanto vale il momento resistente  $M_{Rd}$  se lo sforzo normale è pari a  $-b h f_{cd}$ ? (punti -1/+5)
- ☐ 1 43 kNm
  - ☐ 2 71 kNm
  - ☐ 3 93 kNm
  - ☐ 4 133 kNm
  - ☐ 5 151 kNm

- (6) È riportato a fianco il diagramma delle tensioni  $\tau$  da taglio in una sezione rettangolare in c.a.

A quale delle situazioni qui elencate si riferisce il diagramma?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Terzo stadio, sezione inflessa con momento negativo
- ☐ 2 Secondo stadio, sezione inflessa con momento positivo
- ☐ 3 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento positivo
- ☐ 4 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento negativo
- ☐ 5 Primo stadio, sezione tensoinflessa con momento positivo



- (7) Quanto è importante e a cosa serve determinare  $V_{Rd,c}$  in una trave? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Poco utile, perché indica se si devono calcolare le staffe o bastano i minimi di normativa
- ☐ 2 Molto importante perché indica la massima resistenza a taglio della sezione
- ☐ 3 Abbastanza utile per definire il valore massimo di  $\cot \theta$
- ☐ 4 Indispensabile per decidere se si possono omettere del tutto le staffe
- ☐ 5 Non è un valore che si riferisce al taglio nelle travi

---

Per le tre domande che seguono fai riferimento ad una trave di sezione  $70 \times 24$  in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm. La trave è soggetta ad un taglio  $V_{Ed} = 379$  kN e la verifica ed il progetto delle armature a taglio deve essere fatto allo SLU.

- (8) Come fai a decidere qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato per progettare le armature a taglio? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,s} = V_{Ed}$
- ☐ 2 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 1$
- ☐ 3 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 2.5$
- ☐ 4 Determino qual è il più grande tra  $V_{Rd,s}$  e  $V_{Rd,max}$
- ☐ 5 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,max} = V_{Ed}$

- (9) Applicando il criterio sopra indicato, qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato nel caso in esame? (punti -1/+5)

- ☐ 1  $\cot \theta = 1.2$
- ☐ 2  $\cot \theta = 1.5$
- ☐ 3  $\cot \theta = 1.8$
- ☐ 4  $\cot \theta = 2.1$
- ☐ 5  $\cot \theta = 2.5$

- (10) Indipendentemente dalla risposta che hai dato al punto precedente, immaginiamo che tu abbia deciso di usare  $\cot \theta = 1.5$  e di disporre staffe  $\varnothing 8$  a 4 bracci. Qual è il passo  $s$  necessario per portare il taglio sollecitante  $V_{Ed}$ , sopra indicato? (punti -1/+5)

Nota: indica il valore che esce dal calcolo, che poi dovrà ovviamente essere arrotondato.

- |                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 $s = 5.6$ cm | <input type="checkbox"/> 4 $s = 8.3$ cm |
| <input type="checkbox"/> 2 $s = 6.5$ cm | <input type="checkbox"/> 5 $s = 9.2$ cm |
| <input type="checkbox"/> 3 $s = 7.4$ cm |                                         |

(11) In quale dei casi di seguito elencati puoi trascurare la torsione, perché è dovuta solo alla congruenza? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Pensilina con solaio che esce dalla trave in maniera dissimmetrica.
- ☐ 2 Sbalzo laterale, con armature dello sbalzo ancorate nella trave anziché prolungate nel solaio retrostante.
- ☐ 3 Foro nel solaio, realizzato con travi circostanti non collegate ad altre travi dell'edificio.
- ☐ 4 Trave a ginocchio con scalini a sbalzo.

Oppure:

- ☐ 5 Nessuno dei precedenti, in tutti la torsione deve essere considerata.

(12) Una delle seguenti affermazioni relative alla torsione (o torsione e taglio) è sbagliata. Indica quale. (punti -1/+5)

- ☐ 1 Nel verificare una trave soggetta a torsione e taglio occorre usare lo stesso valore di  $\cot \theta$  per entrambe le caratteristiche di sollecitazione.
- ☐ 2 L'armatura longitudinale a torsione non può essere valutata con la traslazione del diagramma del momento flettente.
- ☐ 3 Usare un valore più alto di  $\cot \theta$  consente di risparmiare sia staffe che barre longitudinali.
- ☐ 4 Un valore più alto di  $\cot \theta$  comporta una riduzione della resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$ .
- ☐ 5 Nelle verifiche allo SLU non esiste un valore di  $T$  al di sotto del quale si può evitare di armare a torsione.

---

(13) Una trave di sezione 50×70 in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm, è soggetta a momento torcente e deve essere verificata allo SLU. Quanto vale l'area  $A_k$  da utilizzare nella verifica a torsione? (punti -1/+5)

- ☐ 1 712 cm<sup>2</sup>
- ☐ 2 1144 cm<sup>2</sup>
- ☐ 3 1963 cm<sup>2</sup>
- ☐ 4 2420 cm<sup>2</sup>
- ☐ 5 2815 cm<sup>2</sup>

(14) Per una trave di cui è assegnata la sezione, la quantità di staffe e l'armatura longitudinale hai calcolato i seguenti valori, utilizzando  $\cot \theta = 1$ :  $T_{Rd,max} = 202.8$  kNm,  $T_{Rd,s(staffe)} = 75.0$  kNm,  $T_{Rd,s(long)} = 110.5$  kNm. Qual è il massimo valore del momento torcente che può essere portato dalla sezione così armata (in assenza di taglio)? (punti -1/+5)

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 75 kNm  | <input type="checkbox"/> 4 110 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 91 kNm  | <input type="checkbox"/> 5 155 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 105 kNm |                                    |

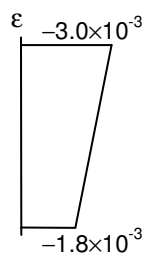
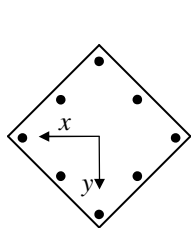
(15) Per una trave di sezione assegnata hai calcolato le resistenze  $V_{Rd,max}$  e  $T_{Rd,max}$  per  $\cot \theta = 1$ , ottenendo  $V_{Rd,max} = 450$  kN e  $T_{Rd,max} = 202.8$  kNm. Se nella trave agisce la caratteristica di sollecitazione  $V_{Ed} = 175$  kN, qual è il massimo valore di  $T_{Ed}$  che può essere portato, contemporaneamente, dalla sezione? (punti -1/+5)

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 61 kNm | <input type="checkbox"/> 4 124 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 84 kNm | <input type="checkbox"/> 5 166 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 99 kNm |                                    |

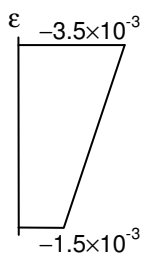
- (16) Cosa si intende con *tension stiffening*? (punti -1/+5)
- ☐ 1 L'incrudimento dell'acciaio a trazione dopo lo snervamento.
  - ☐ 2 Il contributo irrigidente del calcestruzzo teso posto tra due fessure.
  - ☐ 3 La variazione di tensione dovuta alla presenza delle staffe.
  - ☐ 4 La variazione di rigidità dovuta alla presenza delle staffe.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti.
- (17) Quale dei seguenti fattori è negativo ai fini della verifica a fessurazione? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Usare barre di diametro abbastanza piccolo.
  - ☐ 2 Far lavorare l'acciaio a tensioni elevate.
  - ☐ 3 Disporre barre a distanza non elevata l'una dall'altra.
  - ☐ 4 Rispettare dei minimi di armatura in tutte le zone tese.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati aiutano a limitare la fessurazione.
- (18) Una trave a spessore di sezione 60×24, con ricoprimento delle barre  $c_1=2.5$  cm e copriferro di calcolo  $c_2=4$  cm ha in mezzera un'armatura inferiore costituita da 6Ø20. Qual è la distanza massima  $s_{r,max}$  tra le fessure? (punti -1/+5)
- ☐ 1 108 mm
  - ☐ 2 132 mm
  - ☐ 3 158 mm
  - ☐ 4 193 mm
  - ☐ 5 244 mm
- (19) Con quale modello di comportamento si effettuano le verifiche allo stato limite di tensioni in esercizio? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Primo stadio, con  $n = E_s / E_c$ .
  - ☐ 2 Primo stadio, con  $n = 15$ .
  - ☐ 3 Secondo stadio.
  - ☐ 4 Terzo stadio.
  - ☐ 5 Il modello dipende dalla combinazione (rara, frequente o quasi permanente).
- (20) Quale dei seguenti fattori non influisce sulla freccia di una trave in cemento armato? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Deformazioni viscosi.
  - ☐ 2 Ampiezza della zona fessurata.
  - ☐ 3 *Tension stiffening*.
  - ☐ 4 Quantità di armatura longitudinale disposta nella trave.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati influiscono sulla deformazione della trave.



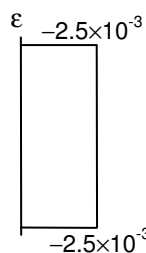
- (1) Nella flessione composta, in quale caso occorre determinare il nocciolo d'inerzia della sezione costituita da tutto il calcestruzzo più l'armatura omogeneizzata? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Se siamo nel primo stadio, indipendentemente dal segno dello sforzo normale
  - ☐ 2 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a compressione
  - ☐ 3 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a trazione
  - ☐ 4 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a compressione
  - ☐ 5 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a trazione
- (2) Nelle verifiche a flessione composta allo SLU della sezione (tutta compressa) sotto riportata, quale tra i diagrammi di deformazione indicati è un diagramma limite? (punti -1/+5)



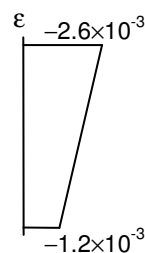
1



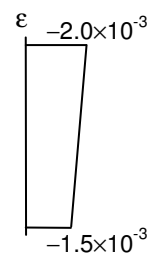
2



3



4



5

- (3) Una sezione rettangolare 60×40, per la quale il dominio  $M-N$  allo SLU è riportato a fianco, è soggetta alle seguenti caratteristiche di sollecitazione:

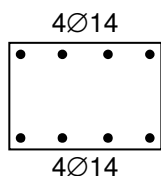
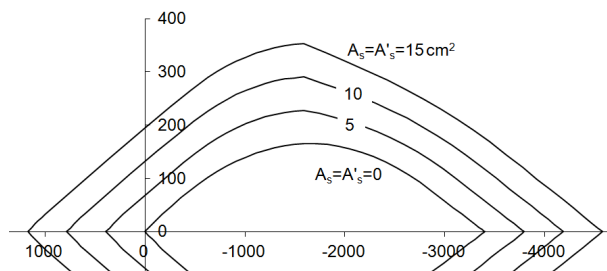
$$N_{Ed} = -1500 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 310 \text{ kNm}$$

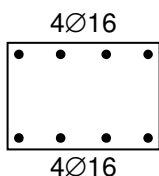
Qual è la giusta armatura da disporre?

(punti -1/+5)

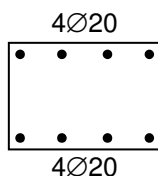
Nota: non sono indicate altre barre nel tratto verticale, che comunque si disporranno fuori calcolo.



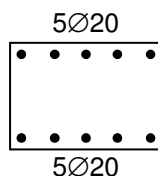
1



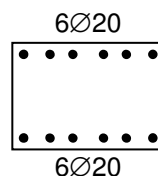
2



3



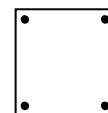
4



5

Per le due domande che seguono fai riferimento alla sezione a fianco indicata, in calcestruzzo C25/30 e con barre in acciaio B450C. In entrambi i casi ci si riferisce alle verifiche allo SLU.

Il copriferro di calcolo è  $c=4$  cm.



Sezione  
30x30

4Ø16

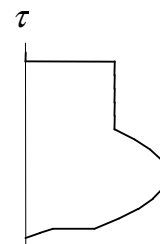
- (4) Qual è il valore dello sforzo normale che, per un diagramma limite di deformazione, corrisponde al passaggio tra sezione parzializzata e sezione tutta compressa? (punti -1/+5)
- ☐ 1 -1540 kN
  - ☐ 2 -1230 kN
  - ☐ 3 -1030 kN
  - ☐ 4 -830 kN
  - ☐ 5 -200 kN
- (5) Quanto vale il momento resistente  $M_{Rd}$  se lo sforzo normale è pari a  $-b h f_{cd}$ ? (punti -1/+5)
- ☐ 1 103 kNm
  - ☐ 2 89 kNm
  - ☐ 3 58 kNm
  - ☐ 4 34 kNm
  - ☐ 5 11 kNm

- (6) È riportato a fianco il diagramma delle tensioni  $\tau$  da taglio in una sezione rettangolare in c.a.

A quale delle situazioni qui elencate si riferisce il diagramma?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Primo stadio, sezione tensoinflessa con momento positivo
- ☐ 2 Secondo stadio, sezione inflessa con momento positivo
- ☐ 3 Terzo stadio, sezione inflessa con momento negativo
- ☐ 4 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento positivo
- ☐ 5 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento negativo



- (7) Quanto è importante e a cosa serve determinare  $V_{Rd,c}$  in una trave?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Non è un valore che si riferisce al taglio nelle travi
- ☐ 2 Molto importante perché indica la massima resistenza a taglio della sezione
- ☐ 3 Abbastanza utile per definire il valore massimo di  $\cot \theta$
- ☐ 4 Indispensabile per decidere se si possono omettere del tutto le staffe
- ☐ 5 Poco utile, perché indica se si devono calcolare le staffe o bastano i minimi di normativa

---

Per le tre domande che seguono fai riferimento ad una trave di sezione  $60 \times 24$  in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm. La trave è soggetta ad un taglio  $V_{Ed} = 344$  kN e la verifica ed il progetto delle armature a taglio deve essere fatto allo SLU.

- (8) Come fai a decidere qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato per progettare le armature a taglio?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Determino qual è il più grande tra  $V_{Rd,s}$  e  $V_{Rd,max}$
- ☐ 2 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,max} = V_{Ed}$
- ☐ 3 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,s} = V_{Ed}$
- ☐ 4 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 1$
- ☐ 5 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 2.5$

- (9) Applicando il criterio sopra indicato, qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato nel caso in esame?

(punti -1/+5)

- ☐ 1  $\cot \theta = 2.5$
- ☐ 2  $\cot \theta = 2.2$
- ☐ 3  $\cot \theta = 1.9$
- ☐ 4  $\cot \theta = 1.6$
- ☐ 5  $\cot \theta = 1.3$

- (10) Indipendentemente dalla risposta che hai dato al punto precedente, immaginiamo che tu abbia deciso di usare  $\cot \theta = 1.2$  e di disporre staffe  $\varnothing 8$  a 4 bracci. Qual è il passo  $s$  necessario per portare il taglio sollecitante  $V_{Ed}$ , sopra indicato?

(punti -1/+5)

Nota: indica il valore che esce dal calcolo, che poi dovrà ovviamente essere arrotondato.

- |                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 $s = 8.5$ cm | <input type="checkbox"/> 4 $s = 5.8$ cm |
| <input type="checkbox"/> 2 $s = 7.6$ cm | <input type="checkbox"/> 5 $s = 4.9$ cm |
| <input type="checkbox"/> 3 $s = 6.7$ cm |                                         |

(11) In quale dei casi di seguito elencati puoi trascurare la torsione, perché è dovuta solo alla congruenza? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Trave a ginocchio con scalini a sbalzo.
- ☐ 2 Pensilina con solaio che esce dalla trave in maniera dissimmetrica.
- ☐ 3 Sbalzo laterale, con armature dello sbalzo ancorate nella trave anziché prolungate nel solaio retrostante.
- ☐ 4 Foro nel solaio, realizzato con travi circostanti non collegate ad altre travi dell'edificio.

Oppure:

- ☐ 5 Nessuno dei precedenti, in tutti la torsione deve essere considerata.

(12) Una delle seguenti affermazioni relative alla torsione (o torsione e taglio) è sbagliata. Indica quale. (punti -1/+5)

- ☐ 1 Un valore più alto di  $\cot \theta$  comporta una riduzione della resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$ .
- ☐ 2 Nelle verifiche allo SLU non esiste un valore di  $T$  al di sotto del quale si può evitare di armare a torsione.
- ☐ 3 Nel verificare una trave soggetta a torsione e taglio occorre usare lo stesso valore di  $\cot \theta$  per entrambe le caratteristiche di sollecitazione.
- ☐ 4 Usare un valore più alto di  $\cot \theta$  consente di risparmiare sia staffe che barre longitudinali.
- ☐ 5 L'armatura longitudinale a torsione non può essere valutata con la traslazione del diagramma del momento flettente.

---

(13) Una trave di sezione 70×40 in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm, è soggetta a momento torcente e deve essere verificata allo SLU. Quanto vale l'area  $A_k$  da utilizzare nella verifica a torsione? (punti -1/+5)

- ☐ 1 1820 cm<sup>2</sup>
- ☐ 2 1562 cm<sup>2</sup>
- ☐ 3 1255 cm<sup>2</sup>
- ☐ 4 1109 cm<sup>2</sup>
- ☐ 5 640 cm<sup>2</sup>

(14) Per una trave di cui è assegnata la sezione, la quantità di staffe e l'armatura longitudinale hai calcolato i seguenti valori, utilizzando  $\cot \theta = 1$ :  $T_{Rd,max} = 140.8$  kNm,  $T_{Rd,s(staffe)} = 60.0$  kNm,  $T_{Rd,s(long)} = 93.7$  kNm. Qual è il massimo valore del momento torcente che può essere portato dalla sezione così armata (in assenza di taglio)? (punti -1/+5)

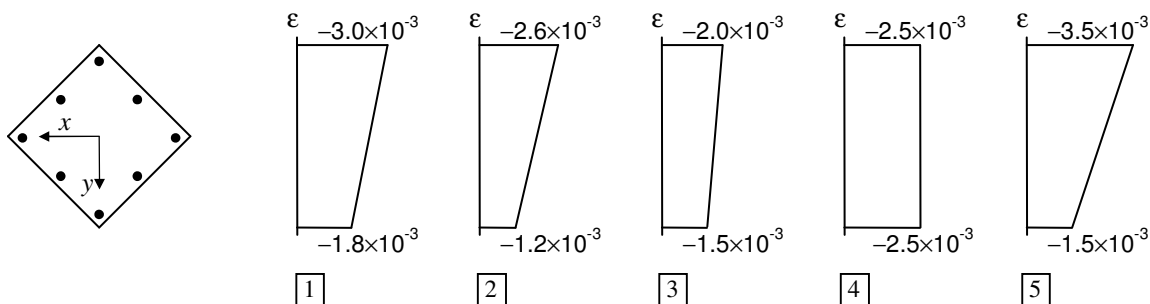
- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 125 kNm | <input type="checkbox"/> 4 75 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 93 kNm  | <input type="checkbox"/> 5 60 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 86 kNm  |                                   |

(15) Per una trave di sezione assegnata hai calcolato le resistenze  $V_{Rd,max}$  e  $T_{Rd,max}$  per  $\cot \theta = 1$ , ottenendo  $V_{Rd,max} = 450$  kN e  $T_{Rd,max} = 140.8$  kNm. Se nella trave agisce la caratteristica di sollecitazione  $V_{Ed} = 220$  kN, qual è il massimo valore di  $T_{Ed}$  che può essere portato, contemporaneamente, dalla sezione? (punti -1/+5)

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 133 kNm | <input type="checkbox"/> 4 54 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 97 kNm  | <input type="checkbox"/> 5 36 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 72 kNm  |                                   |

- (16) Cosa si intende con *tension stiffening*? (punti -1/+5)
- ☐ 1 L'incrudimento dell'acciaio a trazione dopo lo snervamento.
  - ☐ 2 Il contributo irrigidente del calcestruzzo teso posto tra due fessure.
  - ☐ 3 La variazione di tensione dovuto alla presenza delle staffe.
  - ☐ 4 La variazione di rigidità dovuta alla presenza delle staffe.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti.
- (17) Quale dei seguenti fattori è negativo ai fini della verifica a fessurazione? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Usare barre di diametro abbastanza piccolo.
  - ☐ 2 Far lavorare l'acciaio a tensioni elevate.
  - ☐ 3 Disporre barre a distanza non elevata l'una dall'altra.
  - ☐ 4 Rispettare dei minimi di armatura in tutte le zone tese.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati aiutano a limitare la fessurazione.
- (18) Una trave a spessore di sezione 60×24, con ricoprimento delle barre  $c_1=2.5$  cm e copriferro di calcolo  $c_2=4$  cm ha in mezzzeria un'armatura inferiore costituita da 6Ø20. Qual è la distanza massima  $s_{r,max}$  tra le fessure? (punti -1/+5)
- ☐ 1 244 mm
  - ☐ 2 193 mm
  - ☐ 3 158 mm
  - ☐ 4 132 mm
  - ☐ 5 108 mm
- (19) Con quale modello di comportamento si effettuano le verifiche allo stato limite di tensioni in esercizio? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Primo stadio, con  $n = E_s / E_c$ .
  - ☐ 2 Primo stadio, con  $n = 15$ .
  - ☐ 3 Secondo stadio.
  - ☐ 4 Terzo stadio.
  - ☐ 5 Il modello dipende dalla combinazione (rara, frequente o quasi permanente).
- (20) Quale dei seguenti fattori non influisce sulla freccia di una trave in cemento armato? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Deformazioni viscosi.
  - ☐ 2 Ampiezza della zona fessurata.
  - ☐ 3 *Tension stiffening*.
  - ☐ 4 Quantità di armatura longitudinale disposta nella trave.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati influiscono sulla deformazione della trave.

- (1) Nella flessione composta, in quale caso occorre determinare il nocciolo d'inerzia della sezione costituita da tutto il calcestruzzo più l'armatura omogeneizzata? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a compressione
  - ☐ 2 Se siamo nel terzo stadio e la sezione è soggetta a trazione
  - ☐ 3 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a compressione
  - ☐ 4 Se siamo nel secondo stadio e la sezione è soggetta a trazione
  - ☐ 5 Se siamo nel primo stadio, indipendentemente dal segno dello sforzo normale
- (2) Nelle verifiche a flessione composta allo SLU della sezione (tutta compressa) sotto riportata, quale tra i diagrammi di deformazione indicati è un diagramma limite? (punti -1/+5)



- (3) Una sezione rettangolare 40×60, per la quale il dominio  $M-N$  allo SLU è riportato a fianco, è soggetta alle seguenti caratteristiche di sollecitazione:

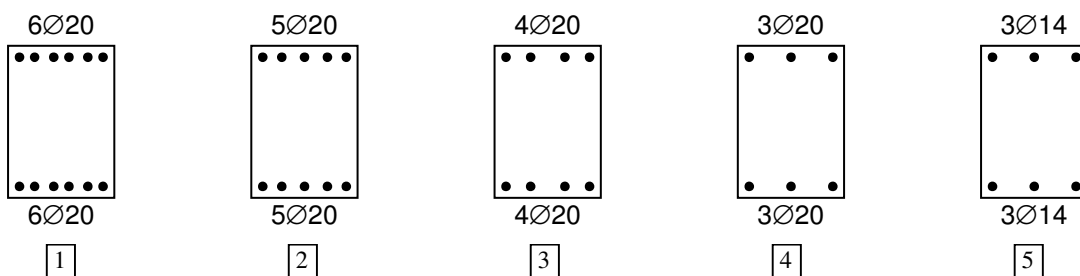
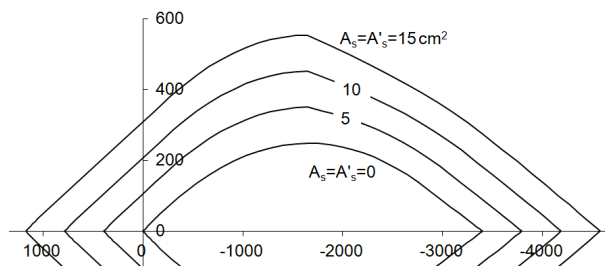
$$N_{Ed} = -3200 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 360 \text{ kNm}$$

Qual è la giusta armatura da disporre?

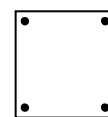
(punti -1/+5)

Nota: non sono indicate altre barre nel tratto verticale, che comunque si disporranno fuori calcolo.



Per le due domande che seguono fai riferimento alla sezione a fianco indicata, in calcestruzzo C25/30 e con barre in acciaio B450C. In entrambi i casi ci si riferisce alle verifiche allo SLU.

Il copriferro di calcolo è  $c=4$  cm.



Sezione  
30x30

4Ø14

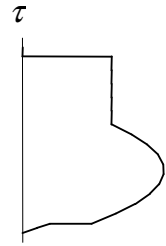
- (4) Qual è il valore dello sforzo normale che, per un diagramma limite di deformazione, corrisponde al passaggio tra sezione parzializzata e sezione tutta compressa? (punti -1/+5)
- ☐ 1 -1420 kN
  - ☐ 2 -1330 kN
  - ☐ 3 -1180 kN
  - ☐ 4 -830 kN
  - ☐ 5 -150 kN
- (5) Quanto vale il momento resistente  $M_{Rd}$  se lo sforzo normale è pari a  $-b h f_{cd}$ ? (punti -1/+5)
- ☐ 1 111 kNm
  - ☐ 2 97 kNm
  - ☐ 3 64 kNm
  - ☐ 4 47 kNm
  - ☐ 5 26 kNm

- (6) È riportato a fianco il diagramma delle tensioni  $\tau$  da taglio in una sezione rettangolare in c.a.

A quale delle situazioni qui elencate si riferisce il diagramma?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento negativo
- ☐ 2 Terzo stadio, sezione inflessa con momento negativo
- ☐ 3 Primo stadio, sezione tensoinflessa con momento positivo
- ☐ 4 Secondo stadio, sezione inflessa con momento positivo
- ☐ 5 Secondo stadio, sezione pressoinflessa con momento positivo



- (7) Quanto è importante e a cosa serve determinare  $V_{Rd,c}$  in una trave?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Indispensabile per decidere se si possono omettere del tutto le staffe
- ☐ 2 Poco utile, perché indica se si devono calcolare le staffe o bastano i minimi di normativa
- ☐ 3 Abbastanza utile per definire il valore massimo di  $\cot \theta$
- ☐ 4 Molto importante perché indica la massima resistenza a taglio della sezione
- ☐ 5 Non è un valore che si riferisce al taglio nelle travi

---

Per le tre domande che seguono fai riferimento ad una trave di sezione  $60 \times 26$  in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm. La trave è soggetta ad un taglio  $V_{Ed} = 317$  kN e la verifica ed il progetto delle armature a taglio deve essere fatto allo SLU.

- (8) Come fai a decidere qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato per progettare le armature a taglio?

(punti -1/+5)

- ☐ 1 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 1$
- ☐ 2 Determino il  $V_{Rd,s}$  usando  $\cot \theta = 2.5$
- ☐ 3 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,max} = V_{Ed}$
- ☐ 4 Determino qual è il più grande tra  $V_{Rd,s}$  e  $V_{Rd,max}$
- ☐ 5 Determino il valore di  $\cot \theta$  per il quale  $V_{Rd,s} = V_{Ed}$

- (9) Applicando il criterio sopra indicato, qual è il massimo valore di  $\cot \theta$  che può essere usato nel caso in esame?

(punti -1/+5)

- ☐ 1  $\cot \theta = 2.5$
- ☐ 2  $\cot \theta = 2.2$
- ☐ 3  $\cot \theta = 1.9$
- ☐ 4  $\cot \theta = 1.6$
- ☐ 5  $\cot \theta = 1.3$

- (10) Indipendentemente dalla risposta che hai dato al punto precedente, immaginiamo che tu abbia deciso di usare  $\cot \theta = 1.6$  e di disporre staffe  $\varnothing 8$  a 4 bracci. Qual è il passo  $s$  necessario per portare il taglio sollecitante  $V_{Ed}$ , sopra indicato?

(punti -1/+5)

Nota: indica il valore che esce dal calcolo, che poi dovrà ovviamente essere arrotondato.

- |                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 $s = 8.7$ cm | <input type="checkbox"/> 4 $s = 6.0$ cm |
| <input type="checkbox"/> 2 $s = 7.8$ cm | <input type="checkbox"/> 5 $s = 5.1$ cm |
| <input type="checkbox"/> 3 $s = 6.9$ cm |                                         |

(11) In quale dei casi di seguito elencati puoi trascurare la torsione, perché è dovuta solo alla congruenza? (punti -1/+5)

- ☐ 1 Foro nel solaio, realizzato con travi circostanti non collegate ad altre travi dell'edificio.
- ☐ 2 Trave a ginocchio con scalini a sbalzo.
- ☐ 3 Pensilina con solaio che esce dalla trave in maniera dissimmetrica.
- ☐ 4 Sbalzo laterale, con armature dello sbalzo ancorate nella trave anziché prolungate nel solaio retrostante.

Oppure:

- ☐ 5 Nessuno dei precedenti, in tutti la torsione deve essere considerata.

(12) Una delle seguenti affermazioni relative alla torsione (o torsione e taglio) è sbagliata. Indica quale. (punti -1/+5)

- ☐ 1 Nelle verifiche allo SLU non esiste un valore di  $T$  al di sotto del quale si può evitare di armare a torsione.
- ☐ 2 Un valore più alto di  $\cot \theta$  comporta una riduzione della resistenza del calcestruzzo  $T_{Rd,max}$ .
- ☐ 3 L'armatura longitudinale a torsione non può essere valutata con la traslazione del diagramma del momento flettente.
- ☐ 4 Nel verificare una trave soggetta a torsione e taglio occorre usare lo stesso valore di  $\cot \theta$  per entrambe le caratteristiche di sollecitazione.
- ☐ 5 Usare un valore più alto di  $\cot \theta$  consente di risparmiare sia staffe che barre longitudinali.

---

(13) Una trave di sezione 60×50 in calcestruzzo C25/30 e con acciaio B450C, con copriferro di calcolo 4 cm, è soggetta a momento torcente e deve essere verificata allo SLU. Quanto vale l'area  $A_k$  da utilizzare nella verifica a torsione? (punti -1/+5)

- ☐ 1 2710 cm<sup>2</sup>
- ☐ 2 2324 cm<sup>2</sup>
- ☐ 3 1912 cm<sup>2</sup>
- ☐ 4 1686 cm<sup>2</sup>
- ☐ 5 933 cm<sup>2</sup>

(14) Per una trave di cui è assegnata la sezione, la quantità di staffe e l'armatura longitudinale hai calcolato i seguenti valori, utilizzando  $\cot \theta = 1$ :  $T_{Rd,max} = 162.9$  kNm,  $T_{Rd,s(staffe)} = 66.0$  kNm,  $T_{Rd,s(long)} = 101.8$  kNm. Qual è il massimo valore del momento torcente che può essere portato dalla sezione così armata (in assenza di taglio)? (punti -1/+5)

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 144 kNm | <input type="checkbox"/> 4 71 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 101 kNm | <input type="checkbox"/> 5 66 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 82 kNm  |                                   |

(15) Per una trave di sezione assegnata hai calcolato le resistenze  $V_{Rd,max}$  e  $T_{Rd,max}$  per  $\cot \theta = 1$ , ottenendo  $V_{Rd,max} = 450$  kN e  $T_{Rd,max} = 162.9$  kNm. Se nella trave agisce la caratteristica di sollecitazione  $V_{Ed} = 265$  kN, qual è il massimo valore di  $T_{Ed}$  che può essere portato, contemporaneamente, dalla sezione? (punti -1/+5)

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 150 kNm | <input type="checkbox"/> 4 91 kNm |
| <input type="checkbox"/> 2 141 kNm | <input type="checkbox"/> 5 67 kNm |
| <input type="checkbox"/> 3 123 kNm |                                   |

- (16) Cosa si intende con *tension stiffening*? (punti -1/+5)
- ☐ 1 L'incrudimento dell'acciaio a trazione dopo lo snervamento.
  - ☐ 2 Il contributo irrigidente del calcestruzzo teso posto tra due fessure.
  - ☐ 3 La variazione di tensione dovuto alla presenza delle staffe.
  - ☐ 4 La variazione di rigidità dovuta alla presenza delle staffe.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti.
- (17) Quale dei seguenti fattori è negativo ai fini della verifica a fessurazione? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Usare barre di diametro abbastanza piccolo.
  - ☐ 2 Far lavorare l'acciaio a tensioni elevate.
  - ☐ 3 Disporre barre a distanza non elevata l'una dall'altra.
  - ☐ 4 Rispettare dei minimi di armatura in tutte le zone tese.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati aiutano a limitare la fessurazione.
- (18) Una trave a spessore di sezione 60×24, con ricoprimento delle barre  $c_1=2.5$  cm e copriferro di calcolo  $c_2=4$  cm ha in mezzera un'armatura inferiore costituita da 6Ø20. Qual è la distanza massima  $s_{r,max}$  tra le fessure? (punti -1/+5)
- ☐ 1 244 mm
  - ☐ 2 193 mm
  - ☐ 3 158 mm
  - ☐ 4 132 mm
  - ☐ 5 108 mm
- (19) Con quale modello di comportamento si effettuano le verifiche allo stato limite di tensioni in esercizio? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Primo stadio, con  $n = E_s / E_c$ .
  - ☐ 2 Primo stadio, con  $n = 15$ .
  - ☐ 3 Secondo stadio.
  - ☐ 4 Terzo stadio.
  - ☐ 5 Il modello dipende dalla combinazione (rara, frequente o quasi permanente).
- (20) Quale dei seguenti fattori non influisce sulla freccia di una trave in cemento armato? (punti -1/+5)
- ☐ 1 Deformazioni viscosi.
  - ☐ 2 Ampiezza della zona fessurata.
  - ☐ 3 *Tension stiffening*.
  - ☐ 4 Quantità di armatura longitudinale disposta nella trave.
- Oppure:
- ☐ 5 Nessuna delle risposte precedenti, perché tutti i fattori elencati influiscono sulla deformazione della trave.