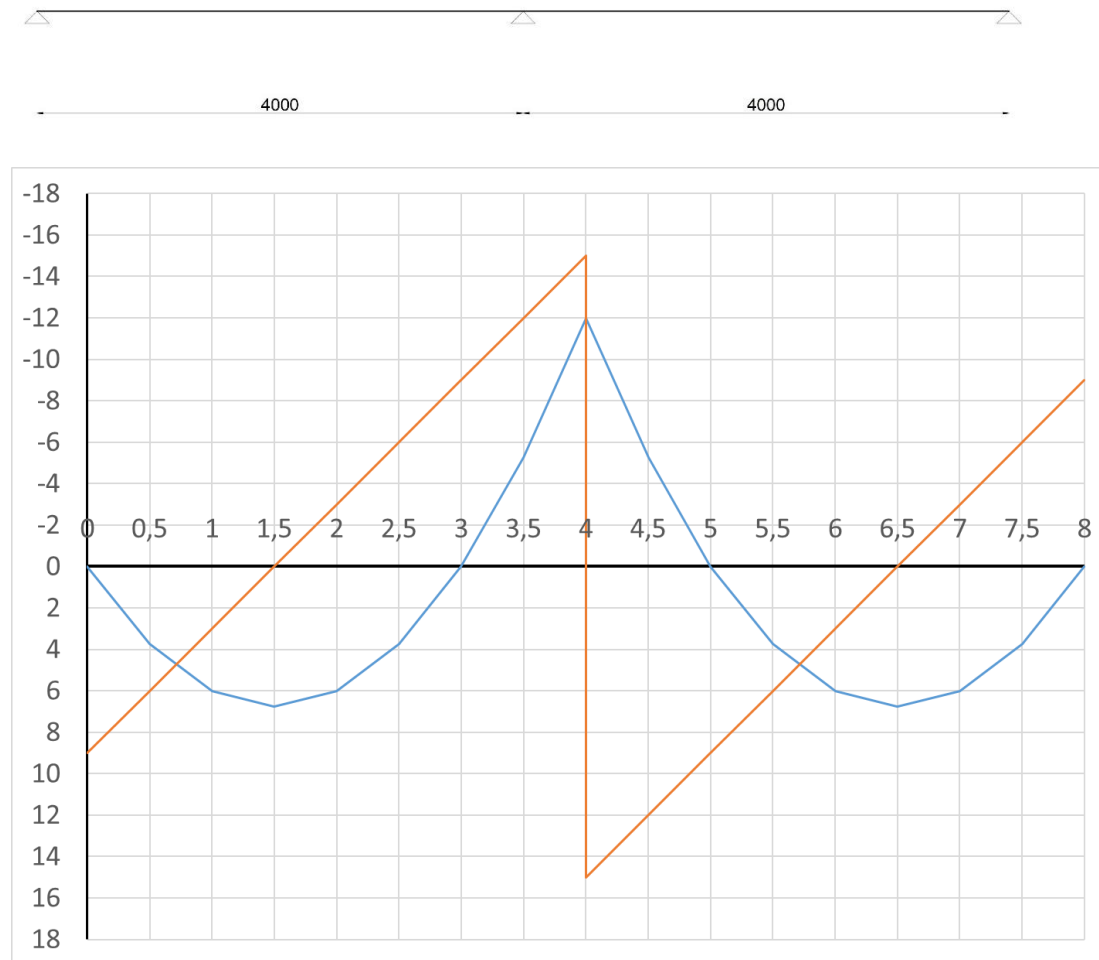


## PROGETTAZIONE SOLAIO LATERO CEMENTIZIO

Progettare, verificare e disporre le armature relative ad un travetto ( $B = 50 \text{ cm}$ ,  $b_0 = 10 \text{ cm}$ ,  $s = 5 \text{ cm}$ ,  $h = 25 \text{ cm}$ ) di un solaio latero cementizio di due campate uguali di luce  $L = 4 \text{ m}$ , sul quale grava allo SLU un carico ripartito  $q = 6 \text{ kN/m}$ . Sono richiesti i disegni esecutivi, i materiali sono a scelta.

*Schema statico e diagrammi delle azioni interne*



x (m)	MSd (kNm)	VSd (kN)	x (m)	MSd (kNm)	VSd (kN)
0,0	0,00	9	4,0	-12,00	15
0,5	3,75	6	4,5	-5,25	12
1,0	6,00	3	5,0	0,00	9
1,5	6,75	0	5,5	3,75	6
2,0	6,00	-3	6,0	6,00	3
2,5	3,75	-6	6,5	6,75	0
3,0	0,00	-9	7,0	6,00	-3
3,5	-5,25	-12	7,5	3,75	-6
4,0	-12,00	-15	8,0	0,00	-9

### Caratteristiche resistive dei materiali

Calcestruzzo C28/35  $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$   $f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{28}{1,5} = 15,87 \text{ N/mm}^2$

Non si prevede alcuna riduzione della resistenza a compressione del calcestruzzo in quanto lo spessore della soletta è 5 mm.

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio B450C  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$   $f_{yd} = \frac{450}{1,15} = 391,3 \text{ N/mm}^2$

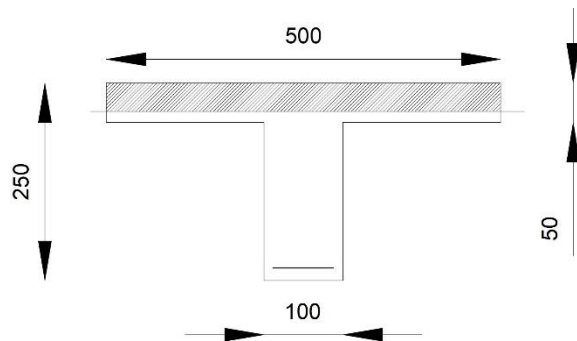
$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2 \quad \varepsilon_{yd} = \frac{391,3}{200000} = 0,00196 \text{ N/mm}^2$$

### Disposizione delle armature e verifiche a flessione

#### Sezione in campata

Si procede innanzi tutto per la progettazione delle armature nella sezione in campata dove le fibre tese sono inferiori. Di norma non si effettua la progettazione delle armature ma si procede disponendo l'armatura e successivamente si verifica. Infatti, la dimensione dell'anima del travetto  $b_0 = 100 \text{ mm}$  consente, per il rispetto dell'interfero delle armature, al massimo 3 barre. Inoltre, l'armatura in un solaio è realizzata con ferri di diametro compreso fra 10 mm e 14 mm.

Si dispone  $1\emptyset 10$  nella larghezza della nervatura, non sono presenti staffe ed il ricoprimento  $c = 20 \text{ mm}$

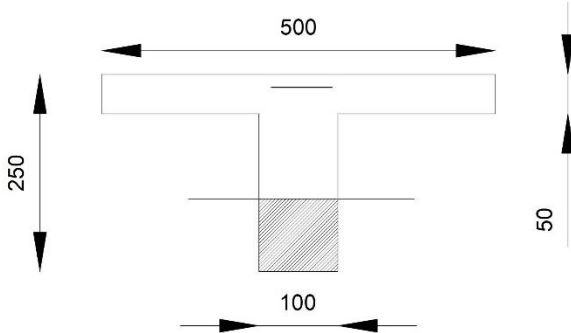


VERIFICA A FLESSIONE		MSd	6,75 kNm		
CARATTERISTICHE RESISTIVE DEI MATERIALI					
fck	28	fcd	15,86667		
fyk	450	Es	200000		
fyd	391,3043478	εyd	0,001957		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE					
B	500	h	250	c	20
∅long	10	As	78,53982		
A's	nessuna		0		
As	1∅10		78,53981634		
∅staffe	0				
d'	25	d	225		
x	4,842379981	<	spessore soletta		
ε's	-0,014569627	σ's	-2913,93		
εs	0,159126643	σs	391,3043		
-C	-30732,97161	zC	223,063		
-T'	0	zT'	200		
T	30732,97161				
NRd	0				
MRd	6.855.390	x/d	0,021522		

Occorre verificare se 1Ø10 disposto inferiormente all'appoggio è in grado di assorbire una forza pari al taglio  $V_{Sd} = 15 \text{ kN}$

Area (1Ø10) ·  $f_{yd} = 78,5 \cdot 391,3 = 30,7 \text{ kN} \geq V_{Sd}$       verifica soddisfatta.

Sezione appoggio centrale



Si dispone 1Ø10 in zona tesa ed è presente 1Ø10 in zona compressa.

VERIFICA A FLESSIONE		MSd	12 kNm		
CARATTERISTICHE RESISTIVE DEI MATERIALI					
fck		28 fcd	15.86667		
fyk		450 Es	200000		
fyd		391.3043478 e yd	0.001957		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE					
b0		100 h	250 c		mm e mm <sup>2</sup>
Ølong		10 As	78.53982		20
A's	1Ø10		78.53981634		
As	1Ø10		78.53981634		
Østaffe		0			
d'		25 d	225		
x		24.71368535			
ε's		-4.05484E-05 σ's	-8.10969		
εs		0.028364936 σs	391.3043		
-C		-31369.9046 zC	215.1145		
-T'		636.9333385 zT'	200		
T		30732.97161			
NRd		0.000347615			
MRd		6,875,509 x/d	0.109839		

La verifica non è soddisfatta.

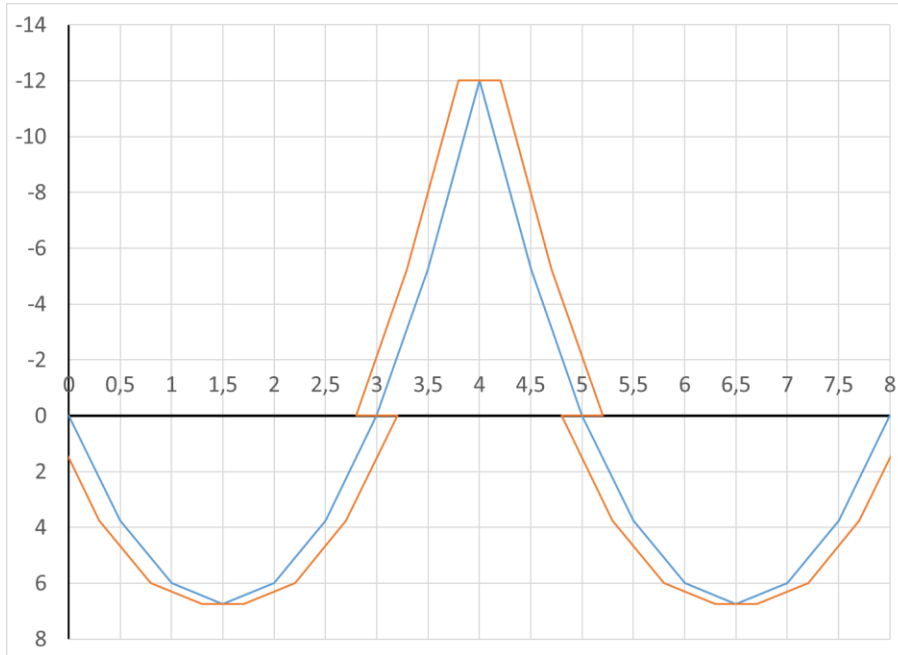
Si dispongono 2Ø10 in zona tesa ed è presente 1Ø10 in zona compressa

VERIFICA A FLESSIONE		MSd	12 kNm		
CARATTERISTICHE RESISTIVE DEI MATERIALI					
fck		28 fcd	15,86667		
fyk		450 Es	200000		
fyd		391,3043478 e yd	0,001957		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE					
b0		100 h	250 c		mm e mm <sup>2</sup>
Ølong		10 As	78,53982		20
A's	1Ø10		78,53981634		
As	2Ø10		157,0796327		
Østaffe		0			
d'		25 d	225		
x		35,56087547			
ε's		0,001039431 σ's	207,8861		
εs		0,018645124 σs	391,3043		
-C		-45138,6046 zC	210,7756		
-T'		-16327,33858 zT'	200		
T		61465,94322			
NRd		4,87605E-05			
MRd		12.779.586 x/d	0,158048		

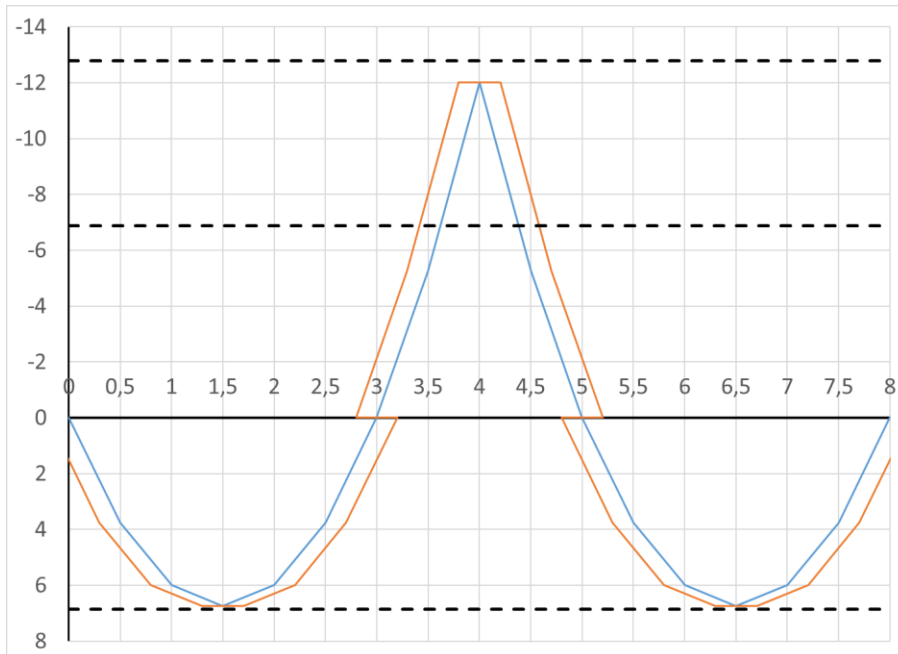
La verifica è soddisfatta.

Avremo potuto anche procedere con la verifica a taglio, in quanto qualora fosse necessario il banchinaggio si verificava la sezione a flessione con banchinaggio con armatura in zona tesa pari a  $1\phi 10$ .

Per definire la disposizione delle armature si ricorda che occorre considerare la traslazione dei momenti  $z = 0,9 d = 202,5 \text{ mm}$ .



Sovrapponendo il diagramma dei  $M_{sd}$  con i  $M_{rd}$  si ottiene un utile diagramma che ci consente di valutare la disposizione delle armature e le relative lunghezze:



### Verifica a taglio

$$V_{Rd1} = \max \left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,50$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,94 \leq 2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{79}{100 \cdot 225} = 0,0035$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$\left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d = 11237 N$$

$$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 11284 N$$

$$V_{Rd1} = 11,284 \text{ kN} < V_{Sdmax} = 15 \text{ kN}$$

è necessario il banchinaggio.

In presenza di banchinaggio

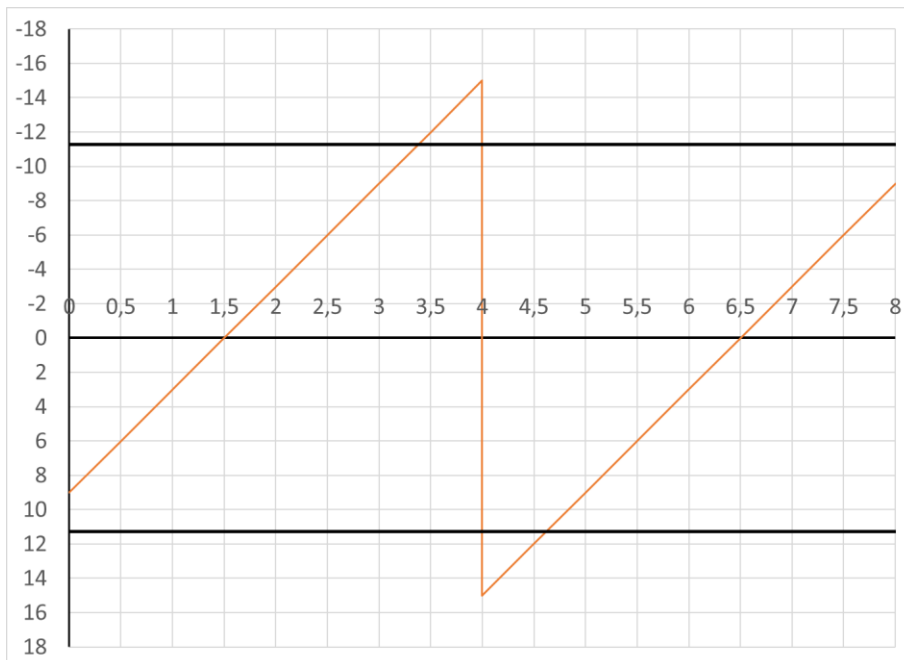
$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{79}{500 \cdot 225} = 0,0007$$

$$\left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d = 32858 N$$

$$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 56422 N$$

$$V_{Rd1} = 56,4 \text{ kN} > V_{Sdmax} = 15 \text{ kN} \quad \text{verificata.}$$

Per determinare la lunghezza di banchinaggio occorre sovrapporre il diagramma del taglio sollecitante con in taglio resistente senza banchinaggio.



Dal disegno si ottiene che la lunghezza del banchinaggio per parte è pari a 620 mm. Considerando che l'appoggio è realizzato dalla presenza della trave che per ipotesi ha base 300 mm, avremo che la

lunghezza di banchinaggio risulta pari a  $(620 - 300/2) = 470$  mm. Considerando che la lunghezza di una pignatta è pari a 250 mm, cautelativamente la lunghezza di banchinaggio sarà pari a 500 mm (2 pignatte).

La soletta superiore deve essere munita di adeguata armatura di ripartizione pari a  $3 \varnothing 6$  a metro o al 20% di quella longitudinale, pari in tal caso a  $0,20 \cdot 2 \cdot 79 = 31,6$  mm<sup>2</sup>/m.

Nella soletta si dispone una rete elettrosaldata con maglia 200 mm realizzata con filo  $\varnothing 5$  mm, che realizza una superficie reagente pari a 90 mm<sup>2</sup>/m maggiore della necessaria pari a 31,6 mm<sup>2</sup>/m.

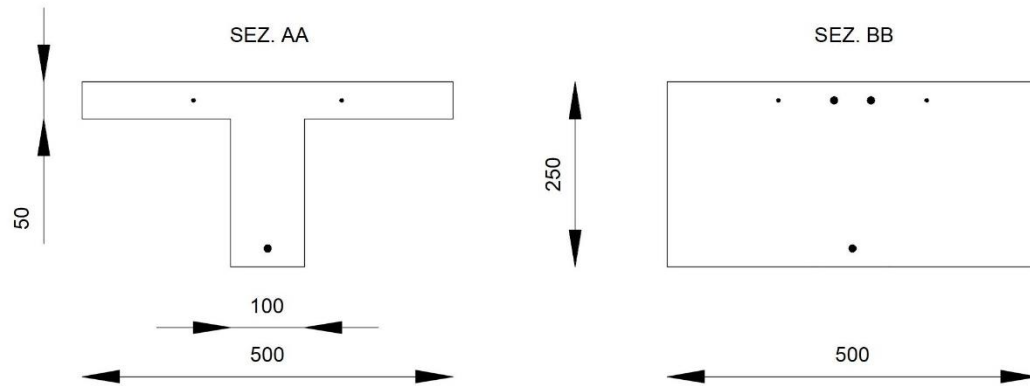
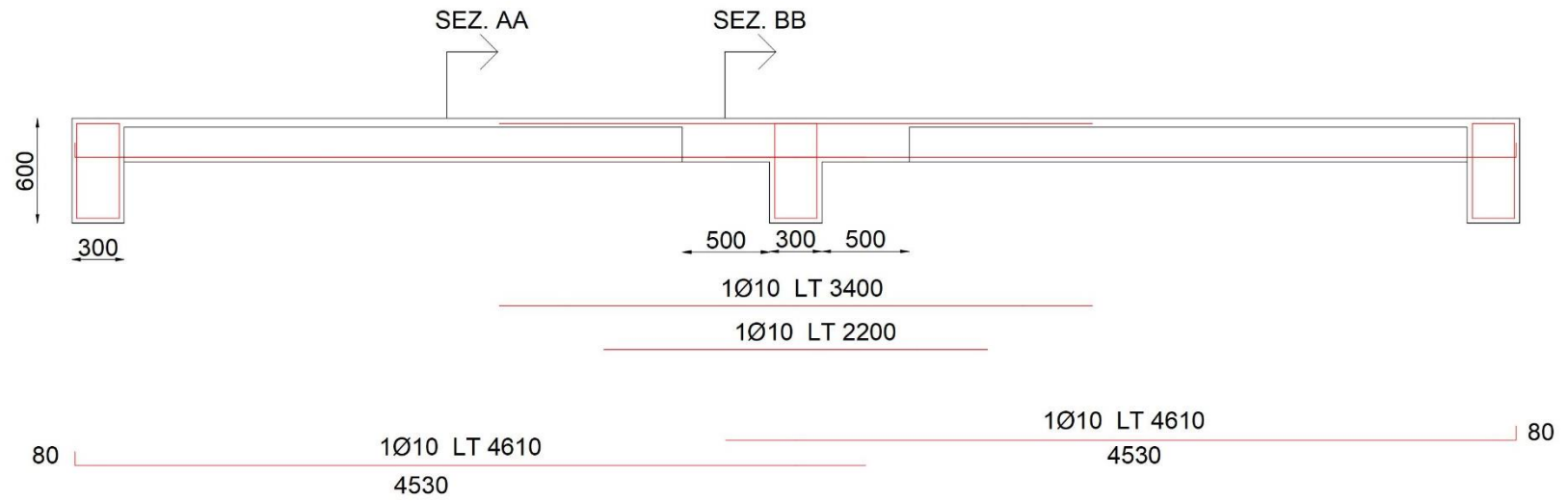
È soddisfatta la prescrizione che impone che l'armatura minima tesa nel singolo travetto sia pari a  $0,26 f_{ctm}/f_{yd} b_w d = 41,4$  mm<sup>2</sup> e comunque non inferiore a  $0,0013 b_w d = 29,25$  mm<sup>2</sup>.

A titolo indicativo controlliamo se la presenza del banchinaggio avrebbe consentito che la sezione all'appoggio fosse verificata con  $1\varnothing 10$  in zona tesa

VERIFICA A FLESSIONE		MSd	12 kNm		
CARATTERISTICHE RESISTIVE DEI MATERIALI					
fck	28 fcd		15.86667		
fyk	450 Es		200000		
fyd	391.3043478 e yd		0.001957		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE					
b0	500 h		250 c		mm e mm <sup>2</sup>
$\varnothing$ long	10 As		78.53982		20
A's	1 $\varnothing$ 10		78.53981634		
As	1 $\varnothing$ 10		78.53981634		
$\varnothing$ staffe	0				
d'	25 d		225		
x	12.9294341				
$\epsilon$ 's	-0.003267504 $\sigma$ 's		-653.501		
$\epsilon$ s	0.057407538 $\sigma$ s		391.3043		
-C	-82058.80842 zC		219.8282		
-T'	51325.83647 zT'		200		
T	30732.97161				
NRd	-0.000331952				
MRd	28,304,010 x/d		0.057464		

Come si può osservare  $M_{Rd} > M_{Sd}$  è pertanto il travetto del solaio poteva essere armato in prossimità dell'appoggio centrale superiormente con  $1\varnothing 10$ .

Disegni esecutivi



In alternativa:

