

CHIARIMENTI IN MERITO ALLA MAIL DEL 18/12/2014.

In merito alle verifiche dei nodi LEGNO CA, si precisa che nella tavola S08 sono stati evidenziati i nodi 1,2,3,4,5,6, e 10 e disegnati solo i nodi 1 e 10.

Sono state fornite le note di calcolo dei nodi dall'1 al 6.

Successivamente nelle tavole S11 e S12 sono stati riportati i disegni degli altri nodi, per completare tutte le tipologie di nodo.

Si può affermare che le azioni sul nodo 1, e quindi il calcolo del nodo stesso, avendo un taglio di 12800 daN e uno sforzo normale di 4020 daN, sono le massime azioni di collegamento per le travi T1.

E quindi la lamiera verticale sp.8 mm. S355 e i 6+6 spinotti $\phi 16$ dimensionati nel nodo 1 valgono per gli attacchi corrispondenti delle travi T1 sui nodi 3,4,5,6,7,9,10.

Per la trave T2, composta da due sezioni, le azioni di nodo sull'appoggio sono calcolate col nodo 2 sul pilastro P2.

Per la trave T3 il calcolo del nodo 3 con un valore di $N=12000$ daN sul pilastro P1, vale anche per il nodo 9 e 10(su questi nodi $N=19600$ daN viene contrastato da una resistenza $R_d=21578$ daN e pertanto è verificato).

Per quanto riguarda il secondo impalcato della copertura, descritto nella tavola S12, le travi T6, T7 e T8, hanno tutte un attacco con lamiera sp.8mm e 5+5 spinotti $\phi 16$.

Tale lamiera verticale viene saldata con doppio cordone d'angolo, alla lamiera orizzontale collegata sulla sommità del pilastro in c.a. con quattro connettori verticali come da particolare della tavola S12 part.A, il calcolo della saldatura viene riportato di seguito, assieme alla verifica dei connettori.

Lo Sforzo Normale massimo è sulla trave T8 nel nodo 15, nell'innesto con il setto in c.a. ed ha un valore di $N=19618$ daN con un taglio $T=3311,5$ daN.

Di seguito si calcola la resistenza del collegamento a spinotti:

$R_d = \text{MIN}(I_A, I_{IIA}, I_{IIIA})$		9289	N
n° piani di taglio		2	
n° righe di spinotti		5	
n° colonne di spinotti		2	
Δa_1		190	mm
a1min		80	mm
a1: interasse orizzontale		270	mm
n_{eff}		2,13	
$R_{d,conn}$		197490	N
Ratio		0,99	VERIFICATO

I tirafondi nel c.a. hanno una resistenza allo sfilamento per aderenza pari a (espressa in N/mm²) $f_{ctk} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$
 $f_{ck} = 0,83$ $R_{ck} = 0,83 \cdot 30 = 25$ N/mm² (p.to 11.2.1 DM 14/01/2008)

$$f_{ctk} = 0,7 \cdot 0,3 \cdot 25^2 / 3 = 1,79 \text{ N/mm}^2$$

$$= 17,9 \text{ daN/cm}^2 \text{ (p.to 11.2.3a DM 14/01/2008)}$$

$$\text{aderenza } f_{bk} = 2,25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} \quad (\text{p.to 4.1.8 DM 14/01/2008})$$

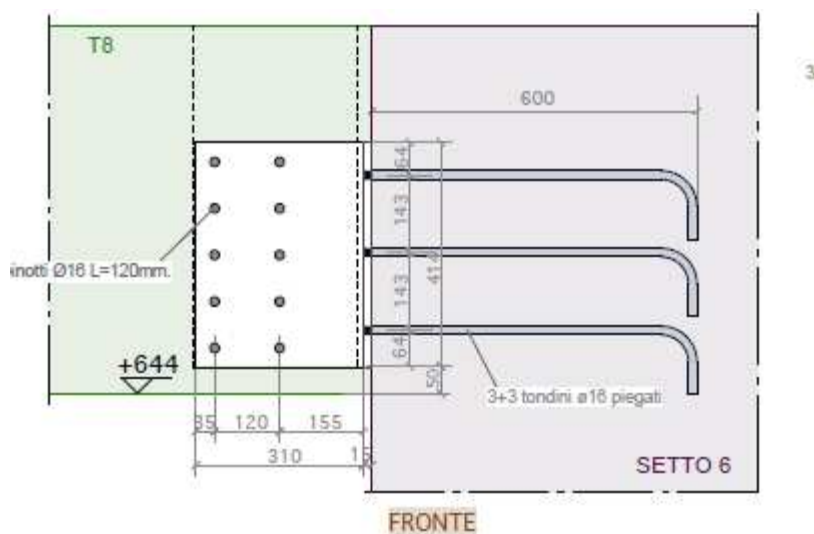
$$\eta = 1 \text{ per barre con } \phi < 32 \text{ mm}$$

$$f_{bk} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1,79 = 4,04 \text{ N/mm}^2 = 40,04 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{bd} = f_{bk} / 1,5 = 26,9 \text{ daN/cm}^2 \quad \gamma_c = 1,5$$

$$R_d = 1,6 \times 3,14 \times 60 \times 26,9 = 8112 \text{ daN} \text{ resistenza per ogni tirafondo}$$

$$R_{dtot} = 6 \times 8112 = 48672 \text{ daN} \quad \text{ratio} = 0,4 < 1 \text{ verificato}$$



particolare 15

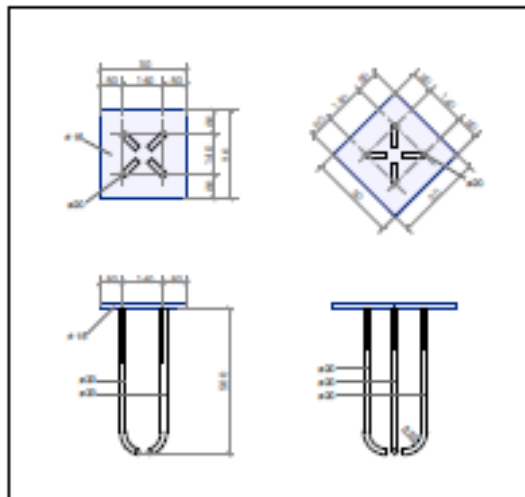
Le altre sezioni di trave T6 e T7 hanno valori del taglio massimo nel nodo 13, $T=9768,9 \text{ daN}$ e $N=770 \text{ daN}$

$R_d = \text{MIN}(I A, I I A, I I I A)$		7304	N
n° piani di taglio		2	
n° righe di spinotti		5	
n° colonne di spinotti		2	
Δa_1		69	mm
$a_{1\text{min}}$		51	mm
a_1: interasse orizzontale		120	mm
n_{eff}		1,73	
$R_{d,conn}$		126713	N
Ratio		0,77	VERIFICATO

tale situazione vale anche per i nodi 11,17,18,18s.

Per quanto riguarda la saldatura delle lamiere verticali sulla lamiera di chiusura dei pilastri in c.a. si considera un cordone di saldatura con lato $0,7 \times 8 = 5,6 \text{ mm}$ e una lunghezza minima di 100mm avremo: $F_{wRd} = f_u / (0,9 \times 3^{0,5}) a L \gamma_{M2}$ (p.to 4,2,77 DM 14/01/2008)
 $a =$ gola saldatura $L =$ lunghezza $f_u =$ R rottura del materiale
 nel nostro caso S355 $f_u = 5100 \text{ daN}$ $\gamma_{M2} = \gamma_{Mw} = 1,25$

$f_d = 5100 / 1,25 = 4080 \text{ daN/cm}^2$ $1,73 =$ radice di 3
 $2a = 0,8 \text{ cm}$ $L = 10 \text{ cm}$
 $F_{wRd} = (4080 / (0,9 \times 1,73)) 0,8 \times 10 = 20963 \text{ daN}$
 valore maggiore dello sforzo massimo sulle travi dell'impalcato pari a 19618 daN.



La resistenza dei pioli verticali annegati nel c.a. dei pilastri vale per il piolo singolo:
 calcestruzzo C25/30 $f_{cd} = 0,85 \cdot 250 / 1,5 = 141 \text{ daN/cm}^2$
 diametro x lunghezza x $f_{cd} = 2 \times 50 \times 141 = 14100 \text{ daN}$
 resistenza totale 56400 daN molto maggiore dello sforzo normale massimo sulle travi 19749 daN.

Per conferire rigidezza al solaio in legno lamellare, si adottano per ogni metro quadrato di solaio 4+4 viti da legno M8x180, passo 250 mm " alla traditora", lungo i bordi di giunzione dei pannelli di solaio.

Avremo, per metro quadrato del solaio del primo impalcato un carico sismico $W = 400 + 0,6 \times 300 = 580 \text{ daN}$

forza sismica $F = 0,44 \times 580 = 255,2 \text{ daN}$

sforzo per ogni vite $255,2 / 4 = 63,8 \text{ daN}$ valore accettabile per le

viti in esame (dal catalogo viti HBS $V=1,09 \text{ KN} > 0,638$)

CALCOLO DEI NODI CARPENTERIA METALLICA

Come specificato in precedenza, per il calcolo dei nodi si fa riferimento ai punti del DM 14/01/2008 per le costruzioni in acciaio, in particolare al paragrafo 4.2, e al paragrafo 11.3. In particolare si adottano i seguenti coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature vedi tab. 4.2.V per le lamiere

S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1,05$
 $f_{yd} = 355/1,05 = 338,09 \text{ N/mm}^2$
 $= 3389 \text{ daN/cm}^2$ ($3447,61 \text{ kg/cm}^2$)

per i profili

S275 $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1,05$
 $f_{yd} = 275/1,05 = 261,9 \text{ N/mm}^2$
 $= 2619 \text{ daN/cm}^2$ (2670 kg/cm^2)

per le bullonature e le saldature $\gamma_{M2} = 1,25$


si utilizzano le tabelle dell'EC3 di seguito riportate per le bullonature a taglio a trazione e i cordoni d'angolo.

6.2.3.2 Shear resistance

- (1) The design shear resistance of a bolt shall be taken as follows

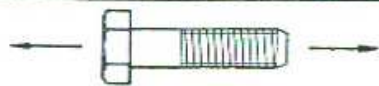
$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_{Mb}} \dots \dots \dots (6.2)$$

$F_{v,Rk}$ see table 6.7

Table 6.7 Shear resistance per bolt and shear plane in [kN]									
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> $F_{v,Rk} = C_1 \cdot f_{ub} \cdot A_s$ <p>where: $C_1 = 0,6$ for strength grades 4.6, 5.6 and 8.8 $C_1 = 0,5$ for strength grades 4.8, 5.8, 6.8 and 10.9</p> </div> </div> <p>shear in thread</p>									
Bolt diameter d [mm]		12	16	20	22	24	27	30	36
Hole diameter d_o [mm] *		13	18	22	24	26	30	33	39
Tensile stress area of bolt A_s [mm ²]		84,3	157	245	303	353	459	561	817
Shear resistance per bolt and shear plane $F_{v,Rk}$ in [kN]	grade								
	4.6	20,2	37,7	58,8	72,7	84,7	110,2	134,6	196,1
	5.6	25,3	47,1	73,5	90,9	105,9	137,7	168,3	245,1
	8.8	40,5	75,4	117,6	145,4	169,4	220,3	269,3	392,2
	10.9	42,2	78,5	122,5	151,5	176,5	229,5	280,5	408,5

* standard clearance holes, for other clearances see EC 3/1

Table 6.8 Tension resistance per bolt in [kN]



$$F_{t,RK} = 0,9f_{ub} A_s$$

bolt diameter d [mm]	grade	12	16	20	22	24	27	30	36
Tension resistance $F_{t,RK}$ [kN]	4.6	30,3	56,5	88,2	109,1	127,1	165,2	202,0	294,1
	5.6	37,9	70,7	110,3	136,4	158,9	206,6	252,5	367,7
	8.8	60,7	113,0	176,4	218,2	254,2	330,5	403,9	588,2
	10.9	75,9	141,3	220,5	272,7	317,7	413,1	504,9	735,3

$$F_{w,Ed} \leq \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{Mw}} \quad \dots \dots \dots (6.6)$$

$F_{w,Rk}$ see table 6.15

Table 6.15 Resistance of a fillet weld									
$F_{w,Rk} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w} a \cdot L$ <p>a - throat thickness L - weld length β_w - correlation factor</p>									
Weld resistance $F_{w,Rk}$ in [kN] for 100 mm weld length									
Throat thickness a [mm]	3	4	5	6	7	8	9	10	12
Fe 350 $\beta_w = 0,8$	77,9	103,9	129,9	155,9	181,9	207,8	233,8	259,8	311,8
Fe 430 $\beta_w = 0,85$	87,6	116,8	146,0	175,2	204,4	233,7	262,9	262,9	350,5
Fe 510 $\beta_w = 0,9$	98,1	130,9	163,6	196,3	229,0	261,7	294,4	327,2	392,6
For different weld lengths L in [mm] multiply the values by $\frac{L}{100}$									

pertanto avremo:

nodo 1 vedi tav. S13

verifica bulloni b1 M16 a taglio $V_{rd} = 75,4/1,25 = 60,32$ KN
 maggiore del valore di progetto 260 daN

(nella nota di calcolo è riportato un valore errato 9040
 riferito al bullone M20 $9408 = 11760/1,25$)

per i bulloni b2 M12 $V_{rd} = 4050/1,25 = 3240$ daN

(nella nota di calcolo è riportato un valore errato 4856)

Lo spessore minimo della piastra p1 è ricavato dalla
 seguente relazione

$W_{plx} = 1 \cdot s^2/4$ momento plastico di una sezione

rettangolare di lamiera rettangolare avente base 1cm

$M^* = 21,5 \times 10^2/8 = 268,75$ daNcm momento flettente massimo

provocato dalla pressione $p=21,5 \text{ daN/cm}^2$ sulla striscia di lamiera vincolata sulle due ali del profilo HEB120 $l=10\text{cm}$ $M^*=p \cdot l^2/8$ ponendo $M_{rd}= M^*/\gamma_{M0}$

$\gamma_{M0} = 1,05$

con $f_{yd}= 355 \times 100 / 9,81 \times 1,05 = 3447 \text{ kg/cm}^2$
 (nella nota di calcolo è riportato un valore errato 3440)
 il valore dello spessore minimo è pari alla radice quadrata di $(p \cdot l^2/8) \cdot 4 / 1 \times 3447 = 268,75 \cdot 4 / 3447 = 0,31 \text{ cm}$.
 Che da un valore di $s_{min}= 0,56 \text{ cm}$

nodo 2 vedi tav. S13

i bulloni M12 hanno una resistenza di $4 \times 4050 / 1,25 = 12960 > 270 \text{ daN}$
 (nella nota di calcolo è riportato un valore errato 4856 corrispondente al valore della trazione di un M12)
 -nella verifica della saldatura F_{wRd} contiene un valore 4160 kg/cm^2 che deriva dal valore $F_u = 510 \times 100 / 9,81 = 5200,5 \text{ kg/cm}^2$ diviso per $\gamma_{M2} = 1,25$ infatti $5200,5 / 1,25 = 4160,44 \text{ kg/cm}^2$
 la F_{wRd} è presa dalla formula della tabella 6.15 ed è la resistenza a trazione del cordone di saldatura s1 avente area pari a $11,8 \text{ cm}^2$
 M^*Ed è il momento della forza 550 per il braccio di 15 cm
 M_{wRd} è il momento resistente del cordone di saldatura s1 pari a $29,7 \times 4160 / (0,9 \times 1,732) = 79267 > 8250 \text{ kgcm}$

nodo 5 vedi tav. S13

piatto p1 viene calcolato con lo spessore minimo dato dal momento unitario $11,93 \times 9^2/2 = 483,16 \text{ daNcm}$ di una striscia a sbalzo (mensola con sezione $1 \times s$ soggetta alla pressione σ) il calcolo corretto da un valore di radice $(483,16 \times 4 / 34440) = 0,75 \text{ cm}$ si adotta uno spessore di 15mm , ottenuto moltiplicato per 4 diviso per 3440 il valore del momento unitario come per il nodo 1
 (nella nota di calcolo è riportato un valore errato di $11,93 \times 9$).
 I bulloni b2 sono calcolati con $\gamma_{M2} = 1,25$
 $4050 / 1,25 = 3240 \text{ daN}$

nodo 9 vedi tav. S13

i bulloni M12 hanno una resistenza su due sezioni per bullone di $V_b, R_d = 2 \times 4 \times 4050 / 1,25 = 25920 \text{ daN}$

$\gamma_{M2} = 1,25$

le azioni di progetto combinano sforzo normale con taglio.

-particolare Q vedi tav. S14

la resistenza delle barre è calcolata col rifollamento del cls, $f_{cd} = 0,85 \cdot 250 / 1,5 = 141 \text{ daN/cm}^2$

(nella nota di calcolo è riportato un valore errato di 144) ma come si può vedere la verifica è soddisfatta ugualmente.

La resistenza della barra M20 di 9408 è presa dalla tabella 6,7 $\gamma_{M2} = 1,25 \quad 11760 / 1,25 = 9408 \text{ daN}$

i bulloni b6 hanno una resistenza pari a $7540 / 1,25 = 6032,5 \text{ daN}$

-colonna scala, vedi tav S14

il momento plastico della colonna viene calcolato con

4.2.13 $f_d = 2670 \text{ kg/cm}^2 \quad W_{plx} = 354 \text{ cm}^4$

$M_{c,Rd} = 354 \times 275 \times 100 / (9,81 \times 1,050) = 9454,22 \text{ kgm}$

il momento resistente della flangia è dato dalla resistenza delle barre filettate M24 per il braccio dei tirafondi $\gamma_{M2} = 1,25 \quad N_{rd} \text{ M24} = 25420 / 1,25 = 20366 \text{ daN}$
Interasse dei tirafondi 300mm = 0,3m.

Lo spessore della piastra di base è calcolato col metodo del momento resistente della sezione sulla nervatura, con base 12cm e spessore s.

Il momento sollecitante è dato da N_{rd} per la distanza dal foro alla nervatura 6cm diviso 2 essendo due le mensole resistenti poste tra loro a 90°.

Uguagliando $M_{ed}/2$ con M_{rd} della striscia larga 12 cm avremo $s_{min} = \text{radice}(20366 \times 6 \times 4 / 2 \times 3440 \times 12) = 2,43$

di seguito si riporta lo schema a rottura delle due mensole. La verifica dell'ancoraggio è condotta considerando la resistenza a strappo di un blocco di cls sul traverso costituito dall'UPN100 avente base 10 e lunghezza 20cm, avremo una resistenza del calcestruzzo C25/30 $f_{cd} = 0,85 \cdot 250 / 1,5 = 141 \text{ daN/cm}^2$

$141 \times 10 \times 20 = 28200 \text{ daN} > 20336$

-colonna tettoia , vedi tav S13 vale quanto riportato nel punto precedente.

-attacco colonnette su muro esistente in c.a.

vedi tav. S13:

lo spessore minimo della piastra di base viene calcolato considerando una mensola ideale tra l'ala e il bordo esterno nella direzione del piano dell'anima, detta mensola viene caricata dalla pressione di contatto

$$p = 830 / 20 \times 25 = 1,66 \text{ daN/cm}^2$$

$$M^* = 1,66 \times 4^2 / 2 = 13,2 \text{ daNcm}$$

$$f_d(S355) = 3380 \text{ daN/cm}^2$$

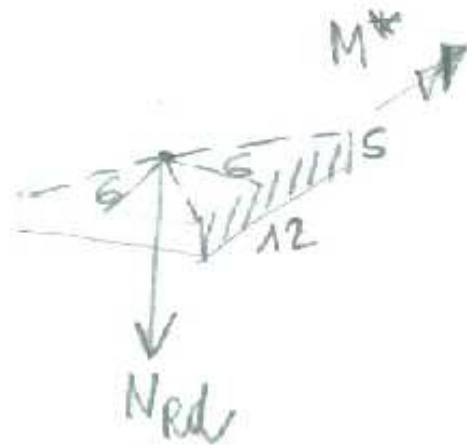
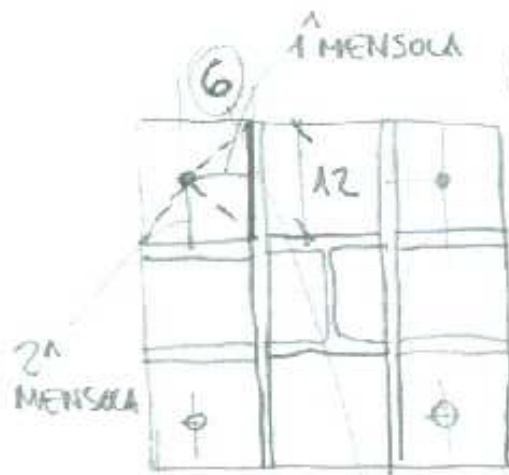
il valore di $f_d = 3447$ è espresso in kg/cm^2

(nel calcolo viene indicato erroneamente come 3440)

$$s_{\min} = \sqrt{13,2 \times 4 / 3380} = 0,12$$

si adotta uno spessore di 20 mm

VEDI TAV. S13 e S14



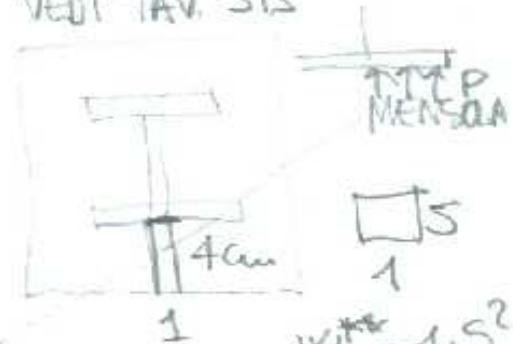
$$M^* = \frac{N_{Rd} \cdot 6}{2}$$

$$W^* = \frac{12 \cdot S^2}{4}$$

$$f_d = \frac{M^*}{W^*} = \frac{M^*}{\frac{12 S^2}{4}}$$

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{M^* \cdot 4}{12 \cdot f_d}}$$

VEDI TAV. S13



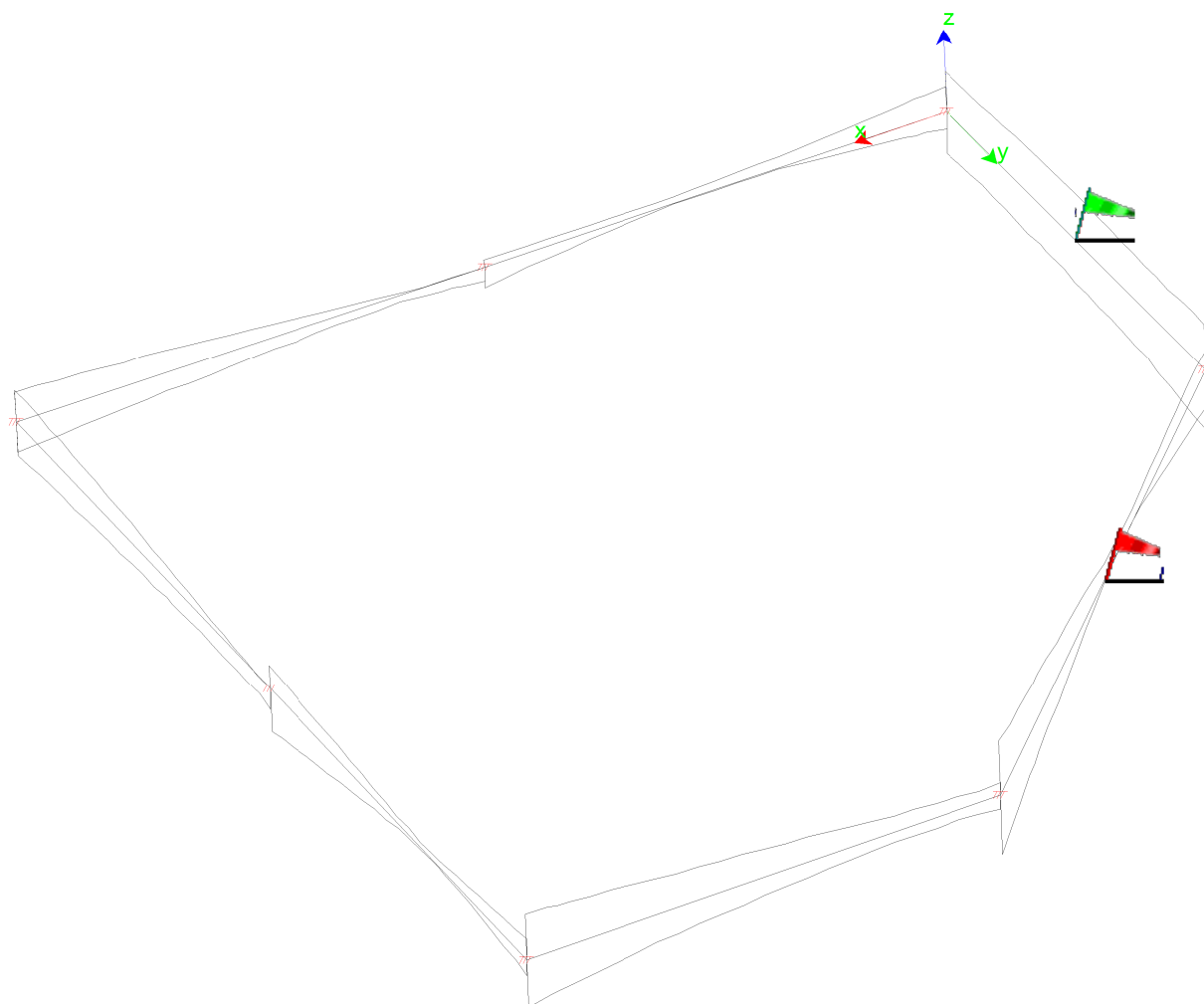
$$M^{**} = p \cdot \frac{4^2}{2}$$

$$S_{\min} = \sqrt{\frac{p \cdot 4^2 \cdot 4}{2 \cdot \frac{1}{1}}}$$

$$W^{**} = \frac{1 \cdot S^2}{4}$$

Per quanto riguarda la sintesi delle verifiche delle fondazioni della tettoia e della scala si riportano di seguito le azioni di calcolo delle travi rovesce studiate con $q=1$.

Le sezioni in entrambi i casi sono verificate e rispettano quanto richiesto dal punto 7.2.5.



involuppo momento flettente fondazioni tettoia

$M_{edmax} = 3940 \text{ daNm}$ $T_{edmax} = 2450 \text{ daN}$

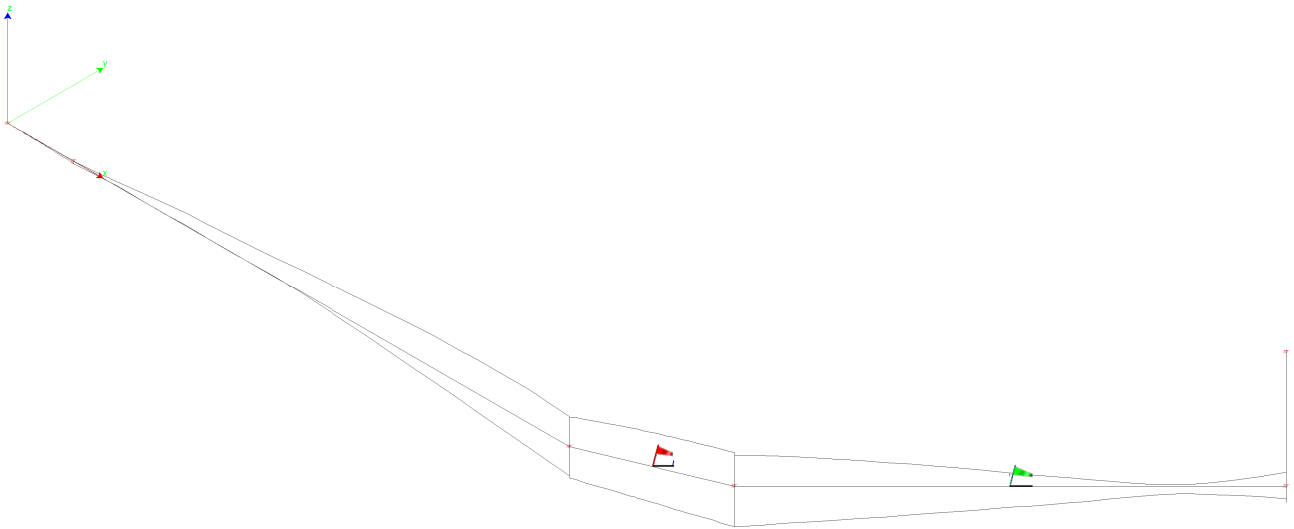
sezione $60 \times 50 \text{ } 3+3\phi 16$

$M_{rd} = 3 \times 2 \times 45 \times 0,9 \times 39,9 = 9696 \text{ daNm}$

$\gamma_s = 1,15$ $f_{sd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,3 \text{ N/mm}^2$

che corrisponde a 3990 kg/cm^2 dividendo per $g = 9,8067$

$T_{rd} = 0,9 \times 45 \times 0,785 \times 2 \times 3990 / 20 = 12685 \text{ daN}$



involuppo momento flettente fondazioni scala

Medmax= 3216 daNm Tedmax= 2243 daN

sezione 60x50 3+3 ϕ 16

Mrd= $3 \times 2 \times 45 \times 0,9 \times 39,9 = 9696$ daNm

$\gamma_s = 1,15$ fsd= $f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,3$ N/mm²

che corrisponde a 3990 kg/cm² dividendo per $g = 9,8067$

Trd= $0,9 \times 45 \times 0,785 \times 2 \times 3990 / 20 = 12685$ daN