



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA  
DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL  
TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

# SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

CONCESSIONARIO		PROGETTISTA					
<p><b>SPV srl</b> Via Invorio, 24/A 10146 Torino</p>	<p style="text-align: center;">Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06 subentrato all'ATI</p> <p style="text-align: center;">Consorzio Stabile fra le Imprese:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div> <p style="font-size: 8px;"> <small>SIS Scpa Via Invorio, 24/A 10146 Torino</small>  <small>Sacyr Construcción S.A.U. INC S.p.A. SIPAL S.p.A.</small>  <small>INFRAESTRUCTURAS S.A. Paseo de la Castellana, 85-85 28046 Madrid</small> </p>	<p style="font-size: 8px;">Your global engineering partner</p> <p><b>SIPAL S.p.A.</b> Via Invorio, 24/A 10146 Torino</p>	<p style="font-size: 8px;">SOCIETA' DI INGEGNERIA PER ASSISTENZA LOGISTICA VIA INVORIO N. 24/A 10146 TORINO</p>				
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE</b>	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>	<b>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI</b>					
<p><b>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO</b> 1211 <i>Dott. Ing. Claudio Dogliani</i></p>							
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>	<b>GEOLOGO</b>	<b>ORDINE INGEGNERI PROVINCIA TARANTO</b>					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Sezione A</b></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">                 Dott. Ing. <b>TURSO Adriano</b> n° 1400             </td> <td style="width: 50%;">                 Settore: Civile Ambientale Industriale Informazione             </td> </tr> </table>		<b>Sezione A</b>		Dott. Ing. <b>TURSO Adriano</b> n° 1400	Settore: Civile Ambientale Industriale Informazione
<b>Sezione A</b>							
Dott. Ing. <b>TURSO Adriano</b> n° 1400	Settore: Civile Ambientale Industriale Informazione						
N. Progr. _____ Carrella N. _____	<h2 style="margin: 0;">PROGETTO DEFINITIVO</h2> <p style="margin: 0;">(C.U.P. H51B03000050009)</p>	LOTTO 3 - TRATTA "C" Dal Km. 74+075 a Km. 75+625					
<b>TITOLO ELABORATO:</b>							
<h3 style="margin: 0;">PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA SEGNALETICA STRADALE SEGNALETICA STRADALE TIPOLOGICI</h3> <p style="margin: 0;">Relazione di calcolo - Portale a cavalletto - Tabella 4,00 x 3,00 m + 4,00 x 2,00 pk 75+420</p>							
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>P V D S C G E G E 3 C 0 0 0 0 - 0 0 5 0 0 0 3 R A 0</span> <span>SCALA: -</span> </div>							
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	INSICO	24/03/2014	SIPAL	26/03/2014	SIS	28/03/2014
<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</b>		<b>IL COMMISSARIO:</b>		<input type="checkbox"/> <b>VALIDAZIONE:</b>			
Ing. Giuseppe FASIOL		Ing. Silvano VERNIZZI		PROTOCOLLO : _____ DEL: _____			

## 1) NORME ADOTTATE

- D.M. 14/01/08 “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circ. Min. II. TT. 02/02/09 n° 617 AA.GG/S.T.C. “Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/08
- CNR 10011/97 Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione
- CNR 10022/85 Profilati formati a freddo: istruzioni per l'impiego nelle costruzioni
- UNI EN 1991-1-4 - Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Azioni del vento
- CNR-DT 207/2008 – Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- UNI EN 1993-1-1 - Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1993-1-3 - Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Regole generali - regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
- UNI EN 1997-1 – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Regole generali
- UNI EN 10025 – Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali

## 1) MATERIALI IMPIEGATI

- Acciaio – struttura

Per la struttura verranno impiegati tubolari in acciaio S275JR-BS.

Le superfici saranno accuratamente decappate, quindi zincate a caldo.

Le saldature saranno realizzate secondo le prescrizioni di cui al punto 2.5.3 delle norme CNR – UNI 10011.

- Bulloni

Verranno impiegati bulloni per le flange di classe 8.8 dotati di opportuni sistemi antisvitamento.

- Calcestruzzo armato

Per le fondazioni si utilizzerà:

Calcestruzzo di classe C20/25 MPa

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C

## 1) Resistenze di calcolo

Vengono adottati i seguenti valori:

- Acciaio S275JR

$f_{d,16} = 275 \text{ Mpa}$  (per spessori minori di 16 mm.)

$f_{d,40} = 265 \text{ Mpa}$  (per spessori minori di 40 mm.)

- Bulloni

$f_{d,N} = 560 \text{ Mpa}$

$f_{d,V} = 396 \text{ Mpa}$  Classe 8.8

## 1) CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Altezza del ritto sx: 6750 mm  
Altezza del ritto dx: 7250 mm  
Luce: 14250 mm  
H min dal piano strad.: 5500 mm.

### Targa 1

B = 4000 mm.  
H = 3000 mm.

Peso Proprio (targa + sostegni)

P = 2.1 KN

Posizione del baricentro rispetto al ritto di sinistra

x = 3500 mm

### Targa 2

B = 4000 mm.  
H = 2000 mm.

Peso Proprio (targa + sostegni)

P = 1.3 KN

Posizione rispetto al ritto di sinistra

x = 8500 mm

## 2) CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI RESISTENTI

Le caratteristiche di resistenza dei profili utilizzati vengono calcolate in base al metodo delineato nelle Norme Tecniche 2008 e relativa circolare.

### Sezione ritto

#### Caratteristiche della sezione lorda

$$a = 291 \text{ mm}$$

$$b = 690 \text{ mm}$$

$$s = 6 \text{ mm}$$

$$r_i = 6 \text{ mm}$$

$$r_e = 12 \text{ mm}$$

$$A = 11540 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 2051580 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1279800 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 707794320 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 186210560 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0.906 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 279 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 47 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 4 x compressione}$$

$$b_p = 678 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 113 \rightarrow \text{Classe 3 per flessione, Classe 4 x compressione} \rightarrow \text{Classe 4}$$

Determinazione dei parametri della sezione efficace

I parametri della sezione efficace vengono determinati con il metodo iterativo delineato nelle Istruzioni, dopo il calcolo dei parametri di sollecitazione.

### Sezione trasverso

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_003\_R\_A\_0

**Caratteristiche della sezione lorda**

$$a = 400 \text{ mm}$$

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$s = 5 \text{ mm}$$

$$r_i = 5 \text{ mm}$$

$$r_e = 10 \text{ mm}$$

$$A = 9840 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 1732910 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1408140 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 519872050 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 281627810 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0.77 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 380.00 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 76.00 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 4 x compressione}$$

$$b_p = 580.00 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 116.00 \rightarrow \text{Classe 3 per flessione, Classe 4 x compressione} \rightarrow \text{Classe 4}$$

Determinazione dei parametri della sezione efficace

I parametri della sezione efficace vengono determinati con il metodo iterativo delineato nelle Istruzioni, dopo il calcolo dei parametri di sollecitazione.

### **Giunto di base**

Il giunto di base è costituito da una flangia di adeguato spessore ancorata al plinto di fondazione mediante tirafondi annegati nel getto. I tirafondi sono saldati a due piastre di posizionamento di cui quella inferiore funge anche da contrasto allo sfilamento del tirafondo stesso

a = 530 mm

b = 930 mm

s = 30 mm

Tirafondi: 20 M30 – S235JR

La resistenza all'estrazione del tirafondo è garantita da una piastra di contrasto saldata all'estremità inferiore del tirafondo stesso.

### **Giunto trasverso**

a = 530 mm

b = 730 mm

s = 20 mm

Bulloni: 16 M18 classe 8.8 accoppiati con dadi anti svitamento.

## AZIONI SULLA STRUTTURA

Il carico da vento è determinato in base al D.M. 14/01/08 e alla Circ. Min. II. TT. 02/02/09 n° 617 AA.GG/S.T.C. Per la determinazione di alcuni coefficienti si è fatto utile riferimento all'Eurocodice 1. I parametri che determinano il valore del carico assunto sono:

- La zona di installazione della struttura
- L'altitudine del luogo di installazione
- Le caratteristiche di rugosità del luogo di installazione
- La distanza dalla costa del luogo di installazione
- L'altezza massima della struttura
- La tipologia della superficie investita

Zona = 1

Altitudine s.l.m.m. = 100 m

Distanza dalla costa = 50 Km

Rugosità = "D"

Categoria di esp. = II

Che determina la curva da utilizzare per il calcolo del coefficiente di esposizione in funzione dell'altezza massima della struttura

Altezza max. = 8000 mm.

$c_e = 2.212$

Il coefficiente di topografia così come quello dinamico viene assunto pari a 1. I coefficienti di forma per la targa e per la struttura possono essere desunti dall'Eurocodice UNI ENV 1991-2-4:

$c_{f,t1} = 1,800$

$c_{f,str} = 1,400$



Per la zona in esame il carico di riferimento è pari a:

$$q_{ref} = 390.625 \text{ N/m}^2$$

Da cui si ricavano i valori assunti nel calcolo

$$Q_{v,t1} = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_{f,t1} \cdot A_{t1} = 18.67 \text{ KN sulla targa 1}$$

$$Q_{v,t1} = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_{f,t1} \cdot A_{t1} = 12.45 \text{ KN sulla targa 2}$$

$$Q_{v,str} = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_{f,str} \cdot A_{str} = 1.210 \text{ KN/m}^2 \text{ sulla struttura}$$

Il carico sulle targhe, assunto come concentrato, è applicato, come previsto dall'Eurocodice, a metà dell'altezza e, in orizzontale a una distanza pari ad un quarto della base dal baricentro della targa stessa, nella direzione più sfavorevole.

Si riassumono di seguito le forze applicate sul portale e le coordinate dei relativi punti di applicazione rispetto al piede del ritto del portale

### Forze orizzontali

N°	Valore (KN)	X (m)	Y (m)	Descrizione
H <sub>1</sub>	3.21	0.00	3.57	Vento sul ritto sx
H <sub>2</sub>	0.73	0.75	6.75	Vento sul traverso
H <sub>3</sub>	18.67	4.00	7.00	Vento sulla targa
H <sub>4</sub>	0.48	7.00	6.75	Vento sul traverso
H <sub>5</sub>	12.45	9.50	6.75	Vento sulla targa
H <sub>6</sub>	2.54	14.13	6.75	Vento sul traverso
H <sub>1</sub>	3.61	16.75	3.52	Vento sul ritto dx

### Forze verticali

N°	Valore (KN)	X (m)	Y (m)	Descrizione
V <sub>1</sub>	6.11	0.0	3.57	Peso proprio ritto sx
V <sub>2</sub>	2.1	3.50	6.75	Peso proprio targa
V <sub>3</sub>	1.3	8.50	6.75	Peso proprio targa
V <sub>4</sub>	12.90	7.13	6.75	Peso proprio traverso
V <sub>5</sub>	7.63	14.25	3.52	Peso proprio ritto dx

## PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE NELLE SEZIONI

I parametri di sollecitazione nelle sezioni vengono determinati mediante un programma ad elementi finiti (SISMICAD della ditta Concrete S.r.l. Di Padova). Ecco dei dati di input ed i risultati dell'elaborazione vengono riportati in allegato.

Si riportano I valori di calcolo (comb. S.L.U.: 1,3 x peso proprio + 1,5 x vento) nelle sezione maggiormente sollecitate:

### Sollecitazioni massime sul traverso

$$M_{x,sd,tr} = 89,34 \text{ KN} * \text{ m}$$

$$M_{y,d,tr} = 16,93 \text{ KN} * \text{ m}$$

$$T_{y,sd,tr} = 17,89 \text{ KN}$$

$$T_{x,sd,tr} = 3,15 \text{ KN}$$

### Sollecitazioni massime sul ritto

$$M_{x,sd,r} = 228,16 \text{ KN} * \text{ m}$$

$$M_{y,sd,r} = 7,82 \text{ KN} * \text{ m}$$

$$M_{t,sd,r} = 20,61 \text{ KN} * \text{ m}$$

$$T_{a,sd,r} = 35,74 \text{ KN}$$

$$T_{b,sd,r} = 3,69 \text{ KN}$$

$$N_{sd,r} = 18,40 \text{ KN}$$

**VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILI**

Verifica di resistenza sez. di base del ritto

Verifica alla presso flessione biassiale

$$A_{\text{eff}} = 10090 \text{ mm}^2; W_{y,\text{eff}} = 1840410 \text{ mm}^3; W_{z,\text{eff}} = 913660 \text{ mm}^3$$

$$N_{a,\text{sd}} / A_{\text{eff}} + (M_{a,\text{sd}} + \varphi M_{a,\text{sd}}) / W_{a,\text{eff}} + (M_{b,\text{sd}} + \varphi M_{b,\text{sd}}) / W_{b,\text{eff}} = 134 \leq f_y / \gamma_{m,0} = 262$$

Verifica al taglio (E.C. 3)

Resistenza plastica al taglio

$$V_{\text{pl,Rd}} = 2 \times h_w \times s \times f_y / 1,732 / 1,05 = 2 \times 678.7 \times 6 \times 275 / 1,732 / 1,05 = 1231.57 \text{ KN}$$

Resistenza all'instabilità per taglio

$$\bullet_w = h_w / s / (86,4 \times \eta) = 678.7 / 6 / (86,4 \times 0,92) = 142$$

$$f_{bV} = 0,48 \times f_y / \bullet_w = 0,48 \times 275 / 0,81 = 90 \text{ Mpa}$$

$$V_{b,Rd} = 2 \times h_w \times s \times f_{bV} / 1,05 = 712.47 \text{ KN}$$

$$T_{a,\text{sd}} = 35,74 \text{ KN} < \min (V_{b,Rd}, V_{\text{pl,Rd}}) \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica in termini tensionali

$$\blacklozenge_v = T_{\text{asd},r} \times S_a / (J_a \times 2s) + T_{\text{bsd},r} \times S_b / (J_b \times 2s) = 6.1 \text{ Mpa}$$

$$\blacklozenge_{\text{tor}} = M_{\text{tsd},r} / (2 \times A_{\text{tor}} \times s) = 8.8 \text{ Mpa}$$

$$\blacklozenge_{\text{tot,ed}} = \blacklozenge_v + \blacklozenge_{\text{tor}} = 14.9 \text{ Mpa}$$

$$(\blacklozenge_{\text{tot,ed}}^2 + 3 \blacklozenge_{\text{tot,ed}}^2)^{1/2} = 136.4 \text{ Mpa} < 262$$

## Verifica di resistenza sez. del traverso

Verifica alla presso flessione biassiale

$$A_{\text{eff}} = 7890 \text{ mm}^2; W_{y,\text{eff}} = 1108820 \text{ mm}^3; W_{z,\text{eff}} = 1098590 \text{ mm}^3$$

$$N_{a,\text{sd}} / A_{\text{eff}} + (M_{a,\text{sd}} + \psi M_{a,\text{sd}}) / W_{a,\text{eff}} + (M_{b,\text{sd}} + \psi M_{b,\text{sd}}) / W_{b,\text{eff}} = 96 \leq f_y / \gamma_{m,0} = 262$$

Verifica al taglio (E.C. 3)

Resistenza plastica al taglio

$$V_{\text{pl,Rd}} = 2 \times h_w \times s \times f_y / 1,732 / 1,05 = 2 \times 589.9 \times 6 \times 275 / 1,732 / 1,05 = 891.99 \text{ KN}$$

Resistenza all'instabilità per taglio

$$\bullet_w = h_w / s / (86,4 \times \eta) = 678.7 / 5 / (86,4 \times 0,92) = 1.48$$

$$f_{bV} = 0,48 \times f_y / \bullet_w = 0,48 \times 275 / 0,81 = 80 \text{ Mpa}$$

$$V_{b,Rd} = 2 \times h_w \times s \times f_{bV} / 1,05 = 474.40 \text{ KN}$$

$$T_{a,\text{sd}} = 17.89 \text{ KN} < \min (V_{b,Rd}, V_{\text{pl,Rd}}) \rightarrow \text{Verificato}$$

**VERIFICA DEL GIUNTO DI BASE**

Si considera reagente la sola sezione costituita dalle sezioni dei tirafondi, trascurando il contributo fornito dal cls.

$$A_{\text{tiraf}} = 561 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{tiraf,tot}} = 561 * 20 = 11220 \text{ mm}^2$$

$$d_{1,\text{max}} = 410 \text{ mm}$$

$$d_{2,\text{max}} = 210 \text{ mm}$$

$$d_{\text{max}} = (d_{1,\text{max}}^2 + d_{2,\text{max}}^2)^{1/2} = 461 \text{ mm}$$

$$\bullet d_1^2 = 2161500 \text{ mm}^2$$

$$\bullet d_2^2 = 661500 \text{ mm}^2$$

$$\bullet d^2 = 2823000 \text{ mm}^2$$

Tirafondo maggiormente sollecitato (angolo)

Azione assiale dovuta allo sforzo normale

$$N_n = N_{\text{sd}} / 20 = 0.92 \text{ kN}$$

Azione assiale dovuta al momento

$$N_m = M_{\text{a,sd}} / \bullet d_1^2 * d_{1,\text{max}} + M_{\text{b,sd}} / \bullet d_2^2 * d_{2,\text{max}} = 45.76 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al momento torcente

$$T_{\text{mt}} = M_t / \bullet d^2 * d_{\text{max}} = 3.36 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al taglio

$$T_t = T_{\text{a,sd}} / 20 = 1.80 \text{ kN}$$

Sforzo Assiale resistente di calcolo

$$N_{\text{r,d}} = 0.9 * 400 * 561 / 1.25 = 161.57 \text{ kN}$$

Azione tagliante resistente di calcolo

$$T_{\text{r,d}} = 0.6 * 400 * 561 / 1.25 = 107.71 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} = 1,25 * (N_m + N_n) = 58.35 \text{ kN (Maggiorazione effetto leva)}$$

$$T_{s,d} = T_{mt} + T_t = 5.16 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} / (1.4 * N_{r,d}) + T_{s,d} / T_{r,d} = 0.306 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

$$N_{s,d} / N_{r,d} = 0.361 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

**VERIFICA DEL GIUNTO SUL TRAVERSO**

Bulloni M18 – Classe 8.8

$$A_{res,bull} = 192 \text{ mm}^2$$

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{t,Rd} = 0.9 \times f_{tb} \times A_{res,bull} / \gamma_{oM2} = 110.59 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 0.6 \times f_{yb} \times A_{res,bull} / \gamma_{oM2} = 73.73 \text{ kN}$$

Flangia

$$t = 20 \text{ mm}$$

Resistenza a punzonamento

$$B_{p,Rd} = 0.6 \times \alpha \times d_m \times t_p \times f_{tk} / \gamma_{oM2}$$

$$d_m = 27 \text{ mm}$$

$$B_{p,Rd} = 223.93 \text{ kN}$$

Asse a-a

$y = 59.5 \text{ mm}$  (Valore che rende uguali il momento statico dell'area compressa e di quella tesa)

$$J = b \cdot y^3 / 3 + \sum A_i \cdot y_i^2 = 495581285 \text{ mm}^4$$

$$y_{max} = 650 \text{ mm}$$

Le sollecitazioni sul giunto vengono assunte a favore della sicurezza pari a quelle massime del traverso

$$N_a = [M_{a,sd,tr} / J \cdot (y_{max} - y)] \cdot A_{res,bull} = 20.44 \text{ kN}$$

$$T_a = T_{a,sd,tr} / n_{bull} = 1.12 \text{ kN}$$

Asse b-b

$$y = 43.2 \text{ mm}$$

$$J = b \cdot y^3 / 3 + \sum A_i \cdot (x_i - y)^2 = 228308443 \text{ mm}^4$$

$$x_{max} = 430 \text{ mm}$$

$$N_b = [M_{b,sd,tr} / J \cdot (y_{max} - y)] \cdot A_{res,bull} = 2.54 \text{ kN}$$

$$T_b = T_{b,sd,tr} / n_{bull} = 0.20 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = T_a + T_b = 2.24 \text{ kN}$$

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_003\_R\_A\_0

$$F_{t,Ed} = N_a + N_b = 23 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} = 0.21 < 1$$

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \times F_{t,Rd}) = 0.179 < 1$$



**VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

Dimensioni: **120 x 600 x 90** cm

Sollecitazioni alla base del ritto:

$$M_x = 152.11 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 6.02 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 23.83 \text{ kN}$$

$$T_x = 2.84 \text{ kN}$$

$$N = 14.15 \text{ kN}$$

Sollecitazioni alla base del plinto:

$$M_x = 173.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 8.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 23.83 \text{ kN}$$

$$T_x = 2.84 \text{ kN}$$

$$N = 176.15 \text{ kN}$$

I parametri geotecnici del terreno vengono assunti dalla relazione geologica relativa al sito di installazione:

Falda freatica:	Assente	
Peso di volume:	$\gamma_{Dk} = 18.5$	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al Taglio:	$\varphi'_k = 33^\circ$	
Coesione:	$C'_k = 0$	kPa

Si assume un angolo di attrito fondazione-terreno pari a:

$$\alpha_k = 0.75 \times \varphi'_k = 24.75^\circ$$

**Verifica allo stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU) (Ribaltamento)**

Ai fini della verifica le azioni verticali sono favorevoli

- Asse x

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 176.15 = 158.54 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times L/2 = 158.54 \times 6.00 / 2 = 475.61 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_{Q} \times M_x = 1,5 \times 173.56 = 260.34 \text{ kNm}$$

$$R_d > E_d \rightarrow \text{Verificato}$$

- Asse y

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 176.15 = 158.54 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times B/2 = 158.54 \times 1.20 / 2 = 95.12 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_{Q} \times M_y = 1,5 \times 6.02 = 12.86 \text{ kNm}$$

$$R_d > E_d \rightarrow \text{Verificato}$$

**Verifica allo stato limite di scorrimento sul piano di posa (GEO)**

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

$$\gamma_{Q} = 1.5 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$E_d = \gamma_{Q} \times T = 1,5 \times 23.83 = 35.74 \text{ KN}$$

Coefficiente d'attrito di progetto:

$$\gamma_{\varphi'} = 1 \text{ (da Tabella 6.2.II colonna M1)}$$

$$\text{tg}(\frac{\varphi}{\gamma})_d = \text{tg}(\frac{\varphi}{\gamma})_k / \gamma_{\varphi'} = 0.461$$

$$\gamma_{G1} = 1 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$\gamma_{R} = 1.1 \text{ (da Tabella 6.4.I colonna R3)}$$

$$R_d = [\gamma_{G1} \times N \times \text{tg}(\frac{\varphi}{\gamma})_d] / \gamma_{R} = [1.0 \times 176.15 \times \text{tg}(\frac{\varphi}{\gamma})] / 1.1 = 73.82$$

$$R_d > E_d \rightarrow \text{Verificato}$$

**Verifica della capacità portante (GEO)**

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_003\_R\_A\_0

$$\gamma_{DG} = 1.3 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$V_d = \gamma_{DG} \times N = 1,3 \times 176.15 = 229.00 \text{ KN}$$

$$\gamma_{DQ} = 1.5 \text{ (da Tabella 6.2.I colonna A1)}$$

$$M_{x,d} = \gamma_{DQ} \times M_x = 1,5 \times 173.56 = 260.34 \text{ KNm}$$

$$e_{x,d} = M_{x,d} / V_d = 260.34 / 229.00 = 1.14 \text{ m}$$

$$L' = L - 2 \times e_{x,d} = 6.00 - 2 \times 1.14 = 3.73 \text{ m}$$

$$M_{y,d} = \gamma_{DG} \times M_y = 1,5 \times 6.02 = 12.86 \text{ KNm}$$

$$e_{y,d} = M_{y,d} / V_d = 12.86 / 229.00 = 0.06 \text{ m}$$

$$B' = B - 2 \times e_{y,d} = 1.20 - 2 \times 0.06 = 1.09 \text{ m}$$

$$A' = B' \times L' = 1.09 \times 3.73 = 4.05 \text{ m}^2$$

$$\gamma_{D\sigma'} = 1 \text{ (da Tabella 6.2.II colonna M1)}$$

$$\sigma'_d = \sigma'_k$$

Pressione latitante la fondazione

$$q = \gamma_b \times D = 18.5 \times 0.9 = 16.65 \text{ kPa}$$

Fattori di cap. portante:	$N_c = 38.64$	$N_q = 26.09$	$N_{\gamma_b} = 32.59$
Fattori di forma:	$s_c = 1.20$	$s_q = 1.19$	$s_{\gamma_b} = 0.88$
Fattori di profondità:	$d_c = 1.23$	$d_q = 1.22$	$d_{\gamma_b} = 1.00$
Fattori di inclinazione:	$i_c = 1.00$	$i_q = 0.77$	$i_{\gamma_b} = 0.66$

Fattori di inclinazione del piano di posa = 1

Fattori di inclinazione del piano di campagna = 1

Capacità portante di progetto:

$$q_{lim,d} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma_b \times \sigma'_d \times N_{\gamma_b} \times s_{\gamma_b} \times d_{\gamma_b} \times i_{\gamma_b} = 675.29 \text{ kPa}$$

$$R_d = q_{lim,d} \times A' / \gamma_{DR} = 675.29 \times 4.05 / 2.3 = 1189.95 \text{ kN}$$

$$E_d = V_d = 229.00 \text{ kN}$$

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_003\_R\_A\_0

**$R_d > E_d \rightarrow$  Verificato**

Verifica armatura longitudinale (STR)

Armatura: 10  $\rightarrow$  12 B450C

$A_s = 942 \text{ mm}^2$

$f_{sd} = 390 \text{ MPa}$

Classe cls 20/25

$b = 1200 \text{ mm}$

$h = 850 \text{ mm}$

$M_{sd} = 1,3 \times N \times 1.06 - pp_p/2 \times L/4 = 139.56 \text{ kN}$

La rottura della sezione avviene per raggiungimento della deformazione limite nell'acciaio

$M_{rd} = 0.968 \times h \times A_s \times f_{sd} = 302 \text{ kNm} > M_{sd} \rightarrow$  verificato

**Allegato: Eco dei dati di input e risultati elaborazione**

DATI GENERALI (valori in daN,cm)

MATERIALI PER I PROFILI IN ACCIAIO

	gamma	E	ni	alfa
S275JR	0.0078500	2060000	0.300	0.0000120

DATI DEL TERRENO

ipotesi di incastro in fondazione

FILI FISSI

filo n0	x	y
1	0.0	0.0
2	375.0	0.0
3	575.0	0.0
4	775.0	0.0
5	875.0	0.0
6	1075.0	0.0
7	1275.0	0.0
8	1425.0	0.0

LIVELLI

fondazione	quota spiccato	0.00	spessore	0.00
piano n0 1	quota di imposta (tos)	50.00	spessore	0.00 flessibile
piano n0 2	quota di imposta (tos)	745.00	spessore	0.00 flessibile

TRONCHI

tronco n0	livello di partenza	livello di arrivo
1	P0	P2
2	P1	P2

VINCOLI ESTERNI DI PIANO

0 = libero -1 = bloccato &gt;0 = costante elastica della molla

vincolo	piano	ins.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
1	1	f8	-1.000E+00	-1.000E+00	-1.000E+00	-1.000E+00	-1.000E+00	-1.000E+00

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

condizione n0		durata	psi0	psi1	psi2
1	Permanenti	Permanente	0.000	0.000	0.000
2	Vento	Media durata	0.600	0.500	0.000
3	delta T	Media durata	0.000	0.000	0.000

CARICHI LINEARI AD AZIONE ORIZZONTALE (KN/m)

carico n.		valore x	valore y
1	Vento ritti	0.0000	0.4900

CARICHI CONCENTRATI (KN, KN\*m)

carico n.		condizione	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	coef.s
1	Targa 1	Permanenti	0	0	-2	0	0	0	0.00
		Vento	0	19	0	0	0	0	0.00
2	Targa 2	Permanenti	0	0	-1	0	0	0	0.00
		Vento	0	12	0	0	0	0	0.00

CARICHI LINEARI AD AZIONE ORIZZONTALE SU PILASTRI E COLONNE

carico n0	filo	quota iniziale	quota finale	tipo di carico
1	8	50	745	1
2	1	0	745	1

CARICHI CONCENTRATI AI PIANI

carico n0	piano	ins.	tipo di carico
1	2	f3	2

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_003\_R\_A\_0

Segnaletica stradale tipologici – Relazione di calcolo - Portale a cavalletto- Tabelle 4,00 x 3,00 + 4,00 x 2,00 pk 75+420

2 2 f6 1

COMBINAZIONI DI CARICO PER STATO LIMITE ULTIMO

n0 cond.1 cond.2 cond.3  
1 1.30 1.50 0.00

Carichi lineari generici riferiti al sistema globale (misure in daN,cm), True

Pr=carico in proiezione

N=carico normale

Pl=carico in proiezione sulla lunghezza

ID	Descrizione	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My
1	Vento traverso	Vento	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00
0.00		tipo	Pr	Pr	Pr	-	-
-							

VALORI STATICI DEI PROFILI IN ACCIAIO (daN,cm)

Wplx	Wply	xg	yg	Area	Jx	Wx	Jy	Wy	Jt	Atx	Aty	imin
TUBO 700*300*6				118.56	75900	2168.56	20537	1369.10	50563.5	36.00	82.56	13.16
2669.0	1483.4	15.00	35.00									
TUBO 600*400*5				99.00	52512	1750.40	28344	1417.20	55794.7	40.00	59.00	16.92
2060.1	1565.1	20.00	30.00									

COLONNE IN ACCIAIO Caratteristiche geometriche (cm)

n0	quota i.	quota f.	profilo	filo	xg	yg	mater.	svincoli ini.	svincoli fin.
1	0.00	745.00	TUBO 700*300*6	1	0.0	0.0	S275JR		
2	50.00	745.00	TUBO 700*300*6	8	0.0	0.0	S275JR		

COLONNE IN ACCIAIO Dati di carico e verifica (cm)

n0	lineare	gen.	delta T	rot.	betax	betay	ct	sov%
1			00C	00	0.70	0.70	0	0
2			00C	00	0.70	0.70	0	0

TRAVI IN ACCIAIO AI PIANI Caratteristiche geometriche (cm)

trave	piano	estr.ini.	estr.fin.	estradosso	profilo	mater.	svincoli ini.	svincoli fin.
1	2	f6	f7	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		
2	2	f7	f8	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		
3	2	f1	f2	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		
4	2	f4	f5	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		
5	2	f5	f6	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		
6	2	f3	f4	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		
7	2	f2	f3	0.0	TUBO 600*400*5	S275JR		

TRAVI IN ACCIAIO AI PIANI Dati di carico e verifica (cm)

trave	piano	schema	car.	lineare	gen.	delta T	rot.	betax	betay	l/f,comb	ct	svergol.	sov%	sisma	z
1	2		0			00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	
2	2		0	Vento traver		00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	
3	2		0	Vento traver		00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	
4	2		0	Vento traver		00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	
5	2		0			00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	
6	2		0			00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	
7	2		0			00C	900	0.70	0.70	300	1	0 estrad.	0	0.00	

STAMPA DELLE REAZIONI NELLE COMBINAZIONI PER STATO LIMITE ULTIMO (daN,cm)

ins.	nodo	x	y	z	combinazione	Fx	Fy	Fz	Mx
My	Mz								
f1	6	0	0	0	1	3.6913E+02	-2.612E+03	1.7969E+03	1.7666E+06
9.6460E+04	-1.868E+05								
f8	8	1425	0	50	1	-3.691E+02	-3.574E+03	1.8400E+03	2.2816E+06
7.815E+04	2.0611E+05								

STAMPA DEGLI SFORZI NELLE TRAVI IN ACCIAIO DI PIANO NELLE COMBINAZIONI PER STATO LIMITE ULTIMO (daN,cm)

Trave a piano 2 filo iniziale 6 filo finale 7

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_003\_R\_A\_0

Segnaletica stradale tipologici – Relazione di calcolo - Portale a cavalletto- Tabelle 4,00 x 3,00 + 4,00 x 2,00 pk 75+420

asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
1	1	10	1075	0	745	-3.6913E+02	2.95277E+03	-6.4552E+02	-8.3563E+05
1.09415E+05		-2.46854E+04							
1	1	11	1275	0	745	-3.6913E+02	2.95277E+03	-8.4758E+02	-2.4508E+05 -
3.9894E+04		-2.46854E+04							
Trave a piano 2 filo iniziale 7 filo finale 8									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
2	1	11	1275	0	745	-3.6913E+02	2.95277E+03	-8.4758E+02	-2.4508E+05 -
3.9894E+04		-2.46854E+04							
1	1	9	1425	0	745	-3.6913E+02	3.06302E+03	-9.9912E+02	2.06105E+05 -
1.7840E+05		-2.46854E+04							
Trave a piano 2 filo iniziale 1 filo finale 2									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
3	1	7	0	0	745	-3.6913E+02	-2.0644E+03	8.95555E+02	1.86808E+05 -
1.7854E+05		-2.46854E+04							
1	1	12	375	0	745	-3.6913E+02	-1.7887E+03	5.16693E+02	-5.3565E+05
8.62531E+04		-2.46854E+04							
Trave a piano 2 filo iniziale 4 filo finale 5									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
4	1	13	775	0	745	-3.6913E+02	7.87690E+01	-6.9426E+01	-8.7764E+05
1.75706E+05		-2.46854E+04							
1	1	14	875	0	745	-3.6913E+02	1.52269E+02	-1.7046E+02	-8.6609E+05
1.63712E+05		-2.46854E+04							
Trave a piano 2 filo iniziale 5 filo finale 6									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
5	1	14	875	0	745	-3.6913E+02	1.52269E+02	-1.7046E+02	-8.6609E+05
1.63712E+05		-2.46854E+04							
1	1	10	1075	0	745	-3.6913E+02	1.52269E+02	-3.7252E+02	-8.3563E+05
1.09415E+05		-2.46854E+04							
Trave a piano 2 filo iniziale 3 filo finale 4									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
6	1	15	575	0	745	-3.6913E+02	7.87690E+01	1.32633E+02	-8.9339E+05
1.69386E+05		-2.46854E+04							
1	1	13	775	0	745	-3.6913E+02	7.87690E+01	-6.9426E+01	-8.7764E+05
1.75706E+05		-2.46854E+04							
Trave a piano 2 filo iniziale 2 filo finale 3									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
7	1	12	375	0	745	-3.6913E+02	-1.7887E+03	5.16693E+02	-5.3565E+05
8.62531E+04		-2.46854E+04							
1	1	15	575	0	745	-3.6913E+02	-1.7887E+03	3.14633E+02	-8.9339E+05
1.69386E+05		-2.46854E+04							

STAMPA DEGLI SFORZI NELLE COLONNE NELLE COMBINAZIONI PER STATO LIMITE ULTIMO (daN, cm)

Colonna a tronco 1 filo 1									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
8	1	6	0	0	0	-1.7969E+03	3.69133E+02	-2.6119E+03	-9.6460E+04
1.76660E+06		1.868078E+05							
1	1	7	0	0	745	-8.9556E+02	3.69133E+02	-2.0644E+03	1.78543E+05
2.46854E+04		1.868078E+05							
Colonna a tronco 2 filo 8									
asta	comb.	nodo	x	y	z	N	T12	T13	M12
M13		Mt							
9	1	8	1425	0	50	-1.8400E+03	-3.6913E+02	-3.5738E+03	7.81508E+04
2.28163E+06		-2.06105E+05							
1	1	9	1425	0	745	-9.9912E+02	-3.6913E+02	-3.0630E+03	-1.7840E+05 -
2.4685E+04		-2.06105E+05							