



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					
 <b>SPV srl</b> Via Invorio, 24/A 10146 Torino		  <b>SIPAL S.p.A.</b> Via Invorio, 24/A 10146 Torino					
Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06 subentrato all'ATI		Consorzio Stabile fra le Imprese:      					
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE</b>	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>	<b>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI</b>					
 <b>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO</b> 1211 <i>Dott. Ing. Claudio Dogliani</i>	 <b>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO</b> Dott. Ing. <b>GEORGIOS KALAMABAS</b> n° 8178 H	 <b>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI POTENZA</b> Dott. Ing. <b>TROCCOLI</b> N° 836					
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>	<b>GEOLOGO</b>	 <b>ORDINE INGEGNERI PROVINCIA TARANTO</b> Dott. Ing. <b>TURSO Adriano</b> n° 1400 Sezione A Settore: Civile Ambientale Industriale Informazione					
 <b>Arch. Roberto BONOMI</b> R. 3101	 <b>ORDINE DEI GEOLOGI DEL PIEMONTE</b> <b>ALESSIO Carlo</b> - N° 255 -						
N. Progr. _____ Cartella N. _____	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> (C.U.P. H51B03000050009)		LOTTO 3 - TRATTA "C" Dal Km. 74+075 a Km. 75+625				
<b>TITOLO ELABORATO:</b>							
<b>PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA SEGNALETICA STRADALE SEGNALETICA STRADALE TIPOLOGICI</b> Relazione di calcolo - Portale Monopalo - Tabella 2,00 x 1,50 m - 2,00 X 2,00 m							
<b>P V D S C G E G E 3 C 0 0 0 - 0 0 5 0 0 0 8 R A 0</b>			<b>SCALA:</b> -				
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 FASIOLO		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

**Si sono qui accorpate due strutture del tutto simili tra loro tranne che per l'altezza della targa. Nella presente verrà verificata solamente la più sollecitata.**

Altezza del ritto: 2800 mm  
Lunghezza traverso: 1800 mm.  
H libera dal piano strad.: 1800 mm.

### Targa 1

B = 2000 mm.  
H = 2000 mm.

Peso Proprio (targa + sostegni)

P = 0.75 KN

## 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

$$a = 150 \text{ mm}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$s = 4 \text{ mm}$$

$$r_i = 4 \text{ mm}$$

$$r_e = 8 \text{ mm}$$

$$A = 2290 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 106600 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 106600 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 7995110 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 7995110 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0.180 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 142 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 36 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 3 x compressione}$$

$$b_p = 142 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 36 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 3 x compressione} \rightarrow \text{Classe 3}$$

Si utilizzano i parametri della sezione lorda (Momento limite elastico).

## Sezione traverso

### Caratteristiche della sezione lorda

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$s = 4 \text{ mm}$$

$$r_i = 4 \text{ mm}$$

$$r_e = 8 \text{ mm}$$

$$A = 2290 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 118840 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 81090 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 11884130 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 4054590 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0.18 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 84.00 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 21.00 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 1 x compressione}$$

$$b_p = 184.00 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 46.00 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione, Classe 4 x compressione} \rightarrow \text{Classe 4}$$

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

$$a = 370 \text{ mm}$$

$$b = 370 \text{ mm}$$

$$s = 30 \text{ mm}$$

Tirafondi: 8 M24 – S235JR

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

### **Giunto trasverso**

$$a = 340 \text{ mm}$$

$$b = 340 \text{ mm}$$

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

Bulloni: 8 M16 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. = 3800 mm.

$C_e = 1.801$

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:

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

Da cui si ricavano i valori assunti nel calcolo

$$Q_{v,t1} = q_{\text{ref}} \cdot C_e \cdot C_{f,t1} \cdot A_{t1} = 5.06 \text{ KN sulla targa 1}$$

$$Q_{v,\text{str}} = q_{\text{ref}} \cdot C_e \cdot C_{f,\text{str}} \cdot A_{\text{str}} = 0.27 \text{ KN sulla parte scoperta del ritto}$$

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 è inoltre considerato che il traverso sia nella posizione di massimo sbraccio, cioè in modo che il bordo della targa sia a 50 cm. Dall'asse del ritto.

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
1	5.06	1.00	2.80	Vento sulla targa
2	0.27	0.00	0.90	Vento sul ritto

### Forze verticali

N°	Valore (KN)	X (m)	Y (m)	Descrizione
1	0.75	0.50	2.80	Peso proprio targa
2	0.32	0.50	2.80	Peso proprio traverso
3	0.50	0.0	0,9	Peso proprio ritto

**PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE NELLE SEZIONI****Sollecitazioni massime sul ritto**

$$M_{a,sd} = 1,5 \times (5.06 \times 2.80 + 0.27 \times 0.90) = \mathbf{21.51 \text{ KN} \cdot \text{m}}$$

$$M_{b,sd} = 1,3 \times (0.75 + 0.32) \times 1.00 = \mathbf{1.40 \text{ KN} \cdot \text{m}}$$

$$M_{t,sd} = 1,5 \times 5.06 \times 1.00 = \mathbf{3.80 \text{ KN} \cdot \text{m}}$$

$$T_{a,sd} = 1,5 \times (5.06 + 0.27) = \mathbf{7.99 \text{ KN}}$$

$$T_{b,sd} = \mathbf{0,00 \text{ KN}}$$

$$N_{sd} = 1,3 \times (0.75 + 0.32 + 0.50) = \mathbf{2.05 \text{ KN}}$$

**VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILI**

Verifica di resistenza sez. di base del ritto

Verifica alla presso flessione biassiale

$$N_{a,sd} / A_{el} + M_{a,sd} / W_{a,el} + M_{b,sd} / W_{b,el} = 215.8 < f_y / \gamma_{m,0} = 262$$

Verifica al taglio (E.C. 3)

Resistenza plastica al taglio

$$V_{pl,Rd} = 2 \times h_w \times s \times f_y / 1,732 / 1,05 = 2 \times 142.5 \times 4 \times 275 / 1,732 / 1,05 = 172.36 \text{ KN}$$

Resistenza all'instabilità per taglio

$$\bullet_w = h_w / s / (86,4 \times \eta_c) = 142.5 / 4 / (86,4 \times 0,92) = 0.45$$

$$f_{bV} = 0,48 \times f_y / \bullet_w = 0,48 \times 275 / 0.45 = 300 \text{ Mpa}$$

$$V_{b,Rd} = 2 \times h_w \times s \times f_{bV} / 1,05 = 321.30 \text{ KN}$$

$$T_{a,sd} = 7.99 \text{ KN} < \min (V_{b,Rd}, V_{pl,Rd}) \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica di resistenza sez. del traverso

Le sollecitazioni sul traverso risultano trascurabili

**VERIFICA DEL GIUNTO DI BASE**

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

$$A_{\text{tiraf}} = 353 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{tiraf,tot}} = 353 * 8 = 2824 \text{ mm}^2$$

$$d_{1,\text{max}} = 145 \text{ mm}$$

$$d_{2,\text{max}} = 145 \text{ mm}$$

$$d_{\text{max}} = (d_{1,\text{max}}^2 + d_{2,\text{max}}^2)^{1/2} = 205 \text{ mm}$$

$$\blacklozenge d_1^2 = 126150 \text{ mm}^2$$

$$\blacklozenge d_2^2 = 126150 \text{ mm}^2$$

$$\blacklozenge d^2 = 252300 \text{ mm}^2$$

Tirafondo maggiormente sollecitato (angolo)

Azione assiale dovuta allo sforzo normale

$$N_n = N_{\text{sd}} / 8 = 0.26 \text{ kN}$$

Azione assiale dovuta al momento

$$N_m = M_{a,\text{sd}} / \blacklozenge d_1^2 * d_{1,\text{max}} + M_{b,\text{sd}} / \blacklozenge d_2^2 * d_{2,\text{max}} = 26.33 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al momento torcente

$$T_{\text{mt}} = M_t / \blacklozenge d^2 * d_{\text{max}} = 3.09 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al taglio

$$T_t = T_{a,\text{sd}} / 8 = 1.00 \text{ kN}$$

Sforzo Assiale resistente di calcolo

$$N_{r,d} = 0.9 * 400 * 353 / 1.25 = 101.66 \text{ kN}$$

Azione tagliante resistente di calcolo

$$T_{r,d} = 0.6 * 400 * 353 / 1.25 = 67.78 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} = 1,25 * (N_m + N_n) = 33.24 \text{ kN (Maggiorazione effetto leva)}$$

$$T_{s,d} = T_{mt} + T_t = 4.09 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} / (1.4 * N_{r,d}) + T_{s,d} / T_{r,d} = 0.294 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

$$N_{s,d} / N_{r,d} = 0.327 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

**VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE**Dimensioni: **100 x 200 x 90** cm

Sollecitazioni alla base del ritto:

$$M_x = 14.34 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 2.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 5.33 \text{ kN}$$

$$T_x = 0.00 \text{ kN}$$

$$N = 1.58 \text{ kN}$$

Sollecitazioni alla base del plinto:

$$M_x = 19.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 2.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 5.33 \text{ KN}$$

$$T_x = 0.00 \text{ KN}$$

$$N = 46.58 \text{ KN}$$

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

Falda freatica:	Assente	
Peso di volume:	$\gamma_{ok} = 18.5$	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

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 46.58 = 41.92 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times L/2 = 41.92 \times 2.00 / 2 = 41.92 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_{Q} \times M_x = 1,5 \times 19.14 = 28.71 \text{ kNm}$$

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

- Asse y

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 46.58 = 41.92 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times B/2 = 41.92 \times 1.00 / 2 = 20.96 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_{Q} \times M_y = 1,5 \times 2.92 = 4.38 \text{ kNm}$$

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

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

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

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

$$E_d = \gamma_{Q} \times T = 1,5 \times 5.33 = 8.00 \text{ KN}$$

Coefficiente d'attrito di progetto:

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

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

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

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

$$R_d = [\gamma_{G1} \times N \times \text{tg}(\varphi)_d] / \gamma_{R} = [1.0 \times 46.58 \times \text{tg}(\varphi)] / 1.1 = 19.52$$

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

**Verifica della capacità portante (GEO)**

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

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

$$V_d = \gamma_{DG} \times N = 1,3 \times 46.58 = 60.55 \text{ KN}$$

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

$$M_{x,d} = \gamma_{DQ} \times M_x = 1,5 \times 19.14 = 28.71 \text{ KNm}$$

$$e_{x,d} = M_{x,d} / V_d = 28.71 / 60.55 = 0.47 \text{ m}$$

$$L' = L - 2 \times e_{x,d} = 2.00 - 2 \times 0.47 = 1.05 \text{ m}$$

$$M_{y,d} = \gamma_{DG} \times M_y = 1,5 \times 2.92 = 4.38 \text{ KNm}$$

$$e_{y,d} = M_{y,d} / V_d = 4.38 / 60.55 = 0.07 \text{ m}$$

$$B' = B - 2 \times e_{y,d} = 1.00 - 2 \times 0.07 = 0.86 \text{ m}$$

$$A' = B' \times L' = 0.86 \times 1.05 = 0.90 \text{ m}^2$$

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

$$\phi'_{d} = \phi'_{k}$$

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:	$s_c = 1.55$	$s_q = 1.53$	$s_{\gamma_b} = 0.67$
-------------------	--------------	--------------	-----------------------

Fattori di profondità:	$d_c = 1.23$	$d_q = 1.22$	$d_{\gamma_b} = 1.00$
------------------------	--------------	--------------	-----------------------

Fattori di inclinazione:	$i_c = 1.00$	$i_q = 0.82$	$i_{\gamma_b} = 0.72$
--------------------------	--------------	--------------	-----------------------

Fattori di inclinazione del piano di posa = 1

Fattori di inclinazione del piano di campagna = 1

Capacità portante di progetto:

$$q_{lim,d} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma_b \times \phi' \times N_{\gamma_b} \times s_{\gamma_b} \times d_{\gamma_b} \times i_{\gamma_b} = 786.34 \text{ kPa}$$

$$R_d = q_{lim,d} \times A' / \gamma_{DR} = 786.34 \times 0.90 / 2.3 = 307.61 \text{ kN}$$

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_C\_000-005\_0\_008\_R\_A\_0



$$E_d = V_d = 60.55 \text{ kN}$$

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

Verifica armatura longitudinale (STR)

Armatura: 6  $\rightarrow$  12 B450C

$$A_s = 679 \text{ mm}^2$$

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

Classe cls 20/25

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 850 \text{ mm}$$

Dato che la lunghezza del plinto è ridotta si adotta uno schema tirante-puntone per la verifica dell'armatura

$$N_{Sd} = 1,5 \times N = 69.87 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = A_s \times f_{sd} / \gamma_{pS} = 679 \times 390 / 1,15 = 230,2 \text{ kN} > N_{Sd} \rightarrow \text{verificato}$$