



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 Inverio, 24/A 10146 Torino	Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06 subentrato all'ATI	 <b>Ingegneria Grandi Opere S.r.l.</b> Via Inverio, 24/A 10146 Torino
	 Consorzio Stabile fra le Imprese:  SACYR S.A.  INC S.p.A.  SPAL S.p.A.  <b>Itinere</b>  INFRAESTRUCTURAS S.A. Paseo de la Castellana, 83-85 28046 Madrid	
<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>	 Dott. Ing. <b>GEORGIOS KALAMARAS</b> n° 8178 H	 ORDINE INGEGNERI DELLA PROV. DI POTENZA Dott. Ing. <b>TROCCOLI NICOLA</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
 Arch. <b>Roberto BONOMI</b> R. 3101	 <b>ORDINE DEI GEOLOGI DEL PIEMONTE</b> <b>ALESSIO Carlo</b> - N° 255 -	

N. Progr. \_\_\_\_\_  
Cartella N. \_\_\_\_\_

**PROGETTO DEFINITIVO**  
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 3 - TRATTA "F"  
dal Km. 54+755 al Km 55+495

TITOLO ELABORATO:

**PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA  
SEGNALETICA STRADALE  
SEGNALETICA STRADALE TIPOLOGICI**  
Relazione di calcolo - Portale Monopalo - Tabella 1,30 x 2,30 m

**P V D S C G E G E 3 F 0 0 0 - 0 0 4 0 0 0 7 R A 0**

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	IGS	05/03/2012	IGO	09/03/2012	SIS	14/03/2012

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Ing. Giuseppe FASIOL

**IL COMMISSARIO:**

Ing. Silvano VERNIZZI

**VALIDAZIONE:**

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

## 2) 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

## 3) 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

#### 4) CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Altezza del ritto: 2950 mm  
Lunghezza traverso: 1100 mm.  
H libera dal piano strad.: 1800 mm.

##### **Targa 1**

B = 1300 mm.  
H = 2300 mm.

Peso Proprio (targa + sostegni)

P = 0.6 KN

## 5) 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. = 4100 mm.

$c_e = 1.815$

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

$$Q_{v,t1} = q_{\text{ref}} \cdot c_e \cdot c_{f,t1} \cdot A_{t1} = 3.81 \text{ KN sulla targa 1}$$

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

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	3.81	0.825	2.95	Vento sulla targa
2	0.27	0.00	0.90	Vento sul ritto

#### Forze verticali

N°	Valore (KN)	X (m)	Y (m)	Descrizione
1	0.6	0.325	2.95	Peso proprio targa
2	0.20	0.325	2.95	Peso proprio traverso
3	0.51	0.0	0,9	Peso proprio ritto

## PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE NELLE SEZIONI

### Sollecitazioni massime sul ritto

$$M_{a,sd} = 1,5 \times (3,81 \times 2,95 + 0,27 \times 0,90) = \mathbf{17,22 \text{ KN} \cdot \text{m}}$$

$$M_{b,sd} = 1,3 \times (0,6 + 0,20) \times 0,825 = \mathbf{0,85 \text{ KN} \cdot \text{m}}$$

$$M_{t,sd} = 1,5 \times 3,81 \times 0,825 = \mathbf{4,71 \text{ KN} \cdot \text{m}}$$

$$T_{a,sd} = 1,5 \times (3,81 + 0,27) = \mathbf{6,12 \text{ KN}}$$

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

$$N_{sd} = 1,3 \times (0,6 + 0,20 + 0,51) = \mathbf{1,71 \text{ KN}}$$

**VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILI**

Verifica di resistenza sez. di base del ritto

Verifica alla presso flessione biassiale

$$N_{a,sd} / A_{el} + M_{a,sd} / W_{a,el} + M_{b,sd} / W_{b,el} = 170.26 < f_y / \gamma_{m,0} = 262$$

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

$$\bar{\lambda}_w = h_w / s / (86,4 \times \varepsilon) = 142.5 / 4 / (86,4 \times 0,92) = 0.45$$

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

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

$$T_{a,sd} = 6.12 \text{ KN} < \min (V_{b,Rd}, V_{pl,Rd}) \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica di resistenza sez. di base 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

Tirafondo maggiormente sollecitato (angolo)

Azione assiale dovuta allo sforzo normale

$$N_n = N_{\text{sd}} / 8 = 0.21 \text{ kN}$$

Azione assiale dovuta al momento

$$N_m = M_{\text{a,sd}} / \Sigma d_1^2 * d_{1,\text{max}} + M_{\text{b,sd}} / \Sigma d_2^2 * d_{2,\text{max}} = 20.77 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al momento torcente

$$T_{\text{mt}} = M_t / \Sigma d^2 * d_{\text{max}} = 3.83 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al taglio

$$T_t = T_{\text{a,sd}} / 8 = 0.77 \text{ kN}$$

Sforzo Assiale resistente di calcolo

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

Azione tagliante resistente di calcolo

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

$$N_{s,d} = 1,25 * (N_m + N_n) = 26.22 \text{ kN (Maggiorazione effetto leva)}$$

$$T_{s,d} = T_{mt} + T_t = 4.6 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} / (1.4 * N_{r,d}) + T_{s,d} / T_{r,d} = 0.252 \leq 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

$$N_{s,d} / N_{r,d} = 0.258 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

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

Sollecitazioni alla base del ritto:

$$M_x = 11.48 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 0.65 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 4.08 \text{ kN}$$

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

$$N = 1.32 \text{ kN}$$

Sollecitazioni alla base del plinto:

$$M_x = 15.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 0.65 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 4.08 \text{ kN}$$

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

$$N = 46.32 \text{ kN}$$

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

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

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

$$\delta_k = 0.75 \times \Phi'_k = 24.75^\circ$$

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

Ai fini della verifica le azioni verticali sono favorevoli

- Asse x

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 46.32 = 41.69 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times L/2 = 41.69 \times 2.00 / 2 = 41.69 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_Q \times M_x = 1,5 \times 15.15 = 22.73 \text{ kNm}$$

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

- Asse y

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 46.32 = 41.69 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times B/2 = 41.69 \times 1.00 / 2 = 20.84 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_Q \times M_y = 1,5 \times 0.65 = 0.98 \text{ kNm}$$

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

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

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

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

$$E_d = \gamma_Q \times T = 1,5 \times 4.08 = 6.12 \text{ KN}$$

Coefficiente d'attrito di progetto:

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

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

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

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

$$R_d = [\gamma_{G1} \times N \times \text{tg}(\delta)_d] / \gamma_R = [1.0 \times 46.32 \times \text{tg}(\delta)] / 1.1 = 19.41$$

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

PV\_D\_SC\_GE\_GE\_3\_F\_000-004\_0\_007\_R\_A\_0

**Verifica della capacità portante (GEO)**

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

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

$$V_d = \gamma_G \times N = 1,3 \times 46.32 = 60.22 \text{ KN}$$

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

$$M_{x,d} = \gamma_Q \times M_x = 1,5 \times 15.15 = 22.73 \text{ KNm}$$

$$e_{x,d} = M_{x,d} / V_d = 22.73 / 60.22 = 0.38 \text{ m}$$

$$L' = L - 2 \times e_{x,d} = 2.00 - 2 \times 0.38 = 1.25 \text{ m}$$

$$M_{y,d} = \gamma_G \times M_y = 1,5 \times 0.65 = 0.98 \text{ KNm}$$

$$e_{y,d} = M_{y,d} / V_d = 0.98 / 60.22 = 0.02 \text{ m}$$

$$B' = B - 2 \times e_{y,d} = 1.00 - 2 \times 0.02 = 0.97 \text{ m}$$

$$A' = B' \times L' = 0.97 \times 1.25 = 1.20 \text{ m}^2$$

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

$$\Phi'_d = \Phi'_k$$

Pressione latitante la fondazione

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

Fattori di cap. portante:	$N_c = 38.64$	$N_q = 26.09$	$N_\gamma = 32.59$
---------------------------	---------------	---------------	--------------------

Fattori di forma:	$s_c = 1.52$	$s_q = 1.50$	$s_\gamma = 0.69$
-------------------	--------------	--------------	-------------------

Fattori di profondità:	$d_c = 1.26$	$d_q = 1.25$	$d_\gamma = 1.00$
------------------------	--------------	--------------	-------------------

Fattori di inclinazione:	$i_c = 1.00$	$i_q = 0.86$	$i_\gamma = 0.78$
--------------------------	--------------	--------------	-------------------

Fattori di inclinazione del piano di posa = 1

Fattori di inclinazione del piano di campagna = 1

Capacità portante di progetto:

$$q_{lim,d} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma = 858.18 \text{ kPa}$$

$$R_d = q_{lim,d} \times A' / \gamma_R = 858.18 \times 1.20 / 2.3 = 449.54 \text{ kN}$$

$$E_d = V_d = 60.22 \text{ kN}$$

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

Verifica armatura longitudinale (STR)

Armatura: 6  $\varnothing$  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

$$N_{Sd} = 1,5 \times N = 69.48 \text{ kN}$$

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