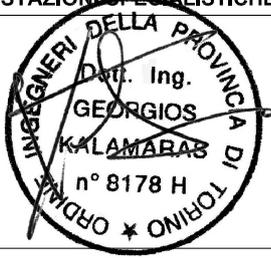




COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA  
DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL  
TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

# 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       Consorzio Stabile fra le Imprese: SIS Scpa Via Inverio, 24/A 10146 Torino SACYR S.A. INC S.p.A. SPAL S.p.A. INFRASTRUCTURAS S.A. Paseo de la Castellana, 83-85 28046 Madrid					
<b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE</b>  <b>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO</b> <b>1211 Dott. Ing. Claudio Dogliani</b>		<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> 					
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> 		<b>SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI</b> 					
N. Progr. _____ CARTELLA N. _____		<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> (C.U.P. H51B03000050009)					
<b>TITOLO ELABORATO:</b>		<b>LOTTO 3 - TRATTA "F"</b> dal Km. 54+755 al Km 55+495					
<b>PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA            SEGNALETICA STRADALE            SEGNALETICA STRADALE TIPOLOGICI</b> Relazione di calcolo - Portale Monopalo - Tabella 1,20 x 3,00 m							
<b>P V D S C G E G E 3 F 0 0 0 - 0 0 4 0 0 0 5 R A 0</b>		<b>SCALA:</b>					
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	IGS	05/03/2012	IGO	09/03/2012	SIS	14/03/2012
<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</b>  Ing. Giuseppe FASIOLO		<b>IL COMMISSARIO:</b>  Ing. Silvano VERNIZZI		<input type="checkbox"/> <b>VALIDAZIONE:</b>  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: 3300 mm  
Lunghezza traverso: 1100 mm.  
H libera dal piano strad.: 1800 mm.

##### **Targa 1**

B = 1200 mm.  
H = 3000 mm.

Peso Proprio (targa + sostegni)

P = 0.54 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

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

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

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

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

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

$$A = 2294 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 106601 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 106601 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 7995111 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 7995111 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0,18 \text{ KN/m}$$

Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 134 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 33,5 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione Classe 2 per compressione}$$

$$b_p = 134 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 33,5 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione Classe 2 per compressione} \rightarrow \text{Classe 2}$$

Si usano i parametri della sezione lorda

## Sezione traverso

### Caratteristiche della sezione lorda

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

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

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

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

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

$$A = 2336 \text{ mm}^2$$

$$W_y = 12403 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 8415 \text{ mm}^3$$

$$J_{yy} = 1240286 \text{ mm}^4$$

$$J_{zz} = 420766 \text{ mm}^4$$

$$\text{Peso Proprio} = A \times 7,85 \times 10^{-5} = 0,18 \text{ KN/m}$$

### Classificazione della sezione

$$a_p = a - 2 \times r_e = 84 \text{ mm}$$

$$a_p/s = 21 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione e compressione}$$

$$b_p = 184 \text{ mm}$$

$$b_p/s = 46 \rightarrow \text{Classe 1 per flessione Classe 4 per compressione} \rightarrow \text{Classe 4}$$

### **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 M 24 – 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 M 16 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. = 50 m

Distanza dalla costa = 70 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. = 4800 mm.

$c_e = 1,91$

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:

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

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

$$q_{ref} = 390,625 \text{ KN/m}^2$$

Da cui si ricavano i valori assunti nel calcolo

$$Q_{v,t1} = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_{f,t1} \cdot A_{t1} = 4,82 \text{ KN sulla targa 1}$$

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 (mm)	Y (mm)	Descrizione
1	4,82	1000	3300	Vento sulla targa

#### Forze verticali

N°	Valore (KN)	X (mm)	Y (mm)	Descrizione
1	0,54	1000	3300	Peso proprio targa
2	0,14	1000	3300	Peso proprio traverso
3	0,59	0	1650	Peso proprio ritto

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

$$M_{a,sd} = 1,5 \times 4,82 \times 3,3 = \mathbf{23,86} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,sd} = 1,3 \times (0,54 + 0,14) \times 1,0 = \mathbf{0,88} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{t,sd} = 1,5 \times 4,82 \times 1,0 = \mathbf{7,23} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{a,sd} = 1,5 \times 4,82 = \mathbf{7,23} \text{ kN}$$

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

$$N_{sd} = 1,3 \times (0,54 + 0,14 + 0,59) = \mathbf{1,65} \text{ kN}$$

**Sollecitazioni massime sul traverso**

$$M_{a,sd} = 1,5 \times 4,82 \times 1,0 = \mathbf{7,2} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,sd} = 1,3 \times (0,54 + 0,14) \times 1,0 = \mathbf{0,88} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{a,sd} = 1,5 \times 4,82 = \mathbf{7,23} \text{ kN}$$

$$T_{b,sd} = 1,3 \times (0,54 + 0,14) = \mathbf{0,88} \text{ kN}$$

**VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILI****Verifica di resistenza sez. di base del ritto**

Verifica alla compressione

$$N_{ed} = 1,65 \text{ KN}$$

$$N_{plRd} = A \times f_{yk} / 1,05 = 601 \text{ KN}$$

$$n = N_{ed} / N_{plRd} = 0,0$$

Verifica alla pressoflessione biassiale

$$M_{NyRd} = M_{NzRd} = W_y \times f_{yk} / 1,05 = 27,92 \text{ KNm}$$

$$(M_{yEd} / M_{NyRd}) + (M_{zEd} / M_{NzRd}) = 0,97 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica al taglio

$$A_v = A \times b / (a + b) = 1147 \text{ mm}^2$$

$$V_{c,Rd} = 1147 \times 275 / 1,73 / 1,05 = 173,6 \text{ KN} > V_{Ed}$$

Verifica in termini tensionali

$$\tau_v = T_{asd,r} \times S_a / (J_a \times 2s) = 7 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{tor} = M_{tsd,r} / (2 \times A_{tor} \times s) = 42 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{tot,ed} = \tau_v + \tau_{tor} = 49 \text{ Mpa}$$

$$(\sigma_{tot,ed}^2 + 3 \tau_{tot,ed}^2)^{1/2} = 258 \text{ Mpa} < 262$$

**Verifica di resistenza trasverso**

Verifica alla flessione biassiale

$$M_{yRd} = W_{yeff} \times f_{yk} / 1,05 = 29,68 \text{ kNm}$$

$$M_{zRd} = W_{yeff} \times f_{yk} / 1,05 = 20,05 \text{ kNm}$$

$$(M_{yEd} / M_{yRd}) + (M_{zEd} / M_{zRd}) = 0,28 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

Verifica al taglio

$$A_v = 1529 \text{ mm}^2$$

$$V_{c,Rd} = 1529 \times 275 / 1,73 / 1,05 = 231 \text{ kN} \gg V_{Ed}$$

**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

$$N_m = M_{\text{a,sd}} / \Sigma d_1^2 * d_{1,\text{max}} + M_{\text{b,sd}} / \Sigma d_2^2 * d_{2,\text{max}} = 28.44 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al momento torcente

$$T_{\text{mt}} = M_t / \Sigma d^2 * d_{\text{max}} = 5.87 \text{ kN}$$

Azione tagliante dovuta al taglio

$$T_t = T_{\text{a,sd}} / 8 = 0.90 \text{ kN}$$

Sforzo Assiale resistente di calcolo

$$N_{\text{r,d}} = 0.9 * 400 * 353 / 1.25 = 101,66 \text{ kN}$$

Azione tagliante resistente di calcolo

$$T_{r,d} = 0.6 * 400 * 353 / 1.25 = 67,8 \text{ kN}$$

$$N_{s,d} = 1,25 * (N_m + N_n) = 17.57 \text{ kN (Maggiorazione effetto leva)}$$

$$T_{s,d} = T_{mt} + T_t = 4.54$$

$$N_{s,d} / N_{r,d} + x T_{s,d} / (T_{r,d} * 1.4) = 0.42 < 1 \rightarrow \text{Verificato}$$

## VERIFICA DEL GIUNTO SUL TRAVERSO

Si verifica il giunto al momento torcente, nei confronti del rifollamento della lamiera sagomata che blocca la posizione del traverso, nell'ipotesi di sbraccio massimo della targa (bordo della targa a 50 cm. dall'asse del ritto). Si considerano solamente i bulloni che esplicano una reazione orientata verso l'interno della flangia.

Bulloni M16 – Classe 8.8

Spessore lamiera presso-piegata = 5 mm.

$$A_{res,bull} = 153 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma d^2 = 61009 \text{ mm}^2$$

$$d_{max} = 198 \text{ mm}$$

$$F_{rif,d} = M_{a,sd,tr} \times d_{max} / \Sigma d^2 = 7.2 \times 198 / 61009 = 23.37 \text{ kN}$$

$$F_{B,Rd} = k \times \alpha \times f_{tk} \times d \times t / \gamma_{M2} = 1.75 \times 0.625 \times 430 \times 16 \times 5 / 1.25 = 30.1 \text{ kN}$$

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

Sollecitazioni alla base del ritto:

$$M_x = 15.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 0.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 4.82 \text{ kN}$$

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

$$N = 0.77 \text{ kN}$$

Sollecitazioni alla base del plinto:

$$M_x = 20.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = 0.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_y = 4.82 \text{ kN}$$

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

$$N = 46.27 \text{ kN}$$

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

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 46.27 = 41.64 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times L/2 = 41.64 \times 1.00 / 2 = 41.64 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_Q \times M_x = 1,5 \times 20.24 = 30.37 \text{ kNm}$$

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

- Asse y

$$V_d = \gamma_{G1} \times N = 0,9 \times 46.27 = 41.64 \text{ kN}$$

$$R_d = V_d \times B/2 = 41.64 \times 2.00 / 2 = 20.82 \text{ kNm}$$

$$E_d = \gamma_Q \times M_y = 1,5 \times 0.68 = 1.02 \text{ kNm}$$

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

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

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

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

$$E_d = \gamma_Q \times T = 1,5 \times 4.82 = 7.23 \text{ KN}$$

Coefficiente d'attrito di progetto:

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

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

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

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

$$R_d = [\gamma_{G1} \times N \times \text{tg}(\delta)_d] / \gamma_R = [1.0 \times 46.27 \times \text{tg}(\delta)] / 1.1 = 19.39$$

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

### Verifica della capacità portante (GEO)

Si utilizza l'Approccio 2 (NT2008)

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

$$V_d = \gamma_G \times N = 1,3 \times 46.27 = 60.15 \text{ KN}$$

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

$$M_{x,d} = \gamma_Q \times M_x = 1,5 \times 20.24 = 30.37 \text{ KNm}$$

$$e_{x,d} = M_{x,d} / V_d = 30.37 / 60.15 = 0.50 \text{ m}$$

$$L' = L - 2 \times e_{x,d} = 1.00 - 2 \times 0.50 = 0.99 \text{ m}$$

$$M_{y,d} = \gamma_G \times M_y = 1,5 \times 0.68 = 1.02 \text{ KNm}$$

$$e_{y,d} = M_{y,d} / V_d = 1.02 / 60.15 = 0.02 \text{ m}$$

$$B' = B - 2 \times e_{y,d} = 2.00 - 2 \times 0.02 = 0.97 \text{ m}$$

$$A' = B' \times L' = 0.97 \times 0.99 = 0.96 \text{ m}^2$$

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

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

Pressione latistante 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:	$s_c = 1.66$	$s_q = 1.63$	$s_\gamma = 0.61$
-------------------	--------------	--------------	-------------------

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

Fattori di inclinazione:	$i_c = 1.00$	$i_q = 0.83$	$i_\gamma = 0.75$
--------------------------	--------------	--------------	-------------------

Fattori di inclinazione del piano di posa = 1

Fattori di inclinazione del piano di campagna = 1

Capacità portante di progetto:

$$q_{lim,d} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma = 871.43 \text{ kPa}$$

$$R_d = q_{lim,d} \times A' / \gamma_R = 871.43 \times 0.96 / 2.3 = 362.50 \text{ kN}$$

$$E_d = V_d = 60.15 \text{ kN}$$

$R_d > E_d \rightarrow$  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 tesa.

$$N_{Sd} = 1,5 \times N = 90.22 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = A_s \times f_{sd} / \gamma_s = 679 \times 390 / 1,15 = 230,27 \text{ kN} > N_{Sd} \rightarrow \text{verificato}$$