

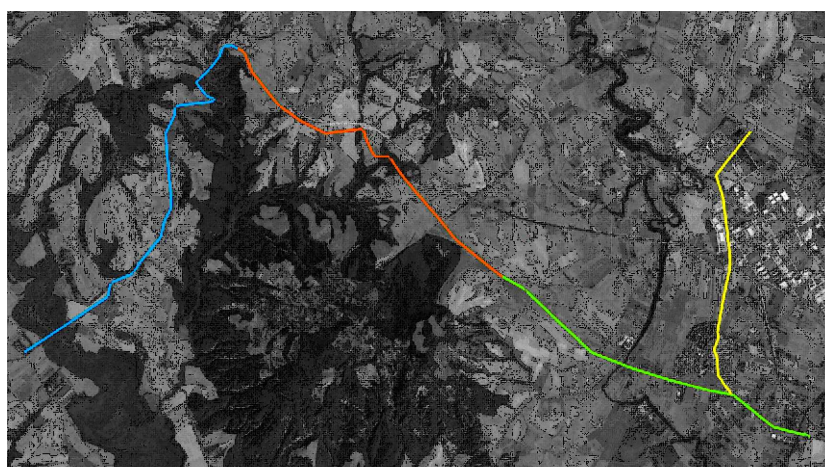


PROVINCIA DI MATERA

Settore Viabilità

Oggetto: D.M. 49 del 16.02.2018. Area 1. Interventi di messa in sicurezza sulla S.P. 8 "Matera-Grassano" e S.P. 83 "Borgo La Martella"

CUP: H77H18002040001 CIG Z693B68595



Il RUP :

Geom Pietro Rinaldi

Il Progettista :

ing. Francesco Antonio Renna

Collaboratori :

ing. Giandomenico RENNA

ing. Giuseppe Santandrea



ELABORATO:

Relazione di Calcolo

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

EMISSIONE:

Agosto- Settembre 2023

ELABORATO

**B
RC**

RELAZIONE di CALCOLO

Interventi di messa in sicurezza sulla S.P. 8 "Matera-Grassano" e S.P. 83 "Borgo La Martella"

PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di dimostrare la verifica strutturale dei dispositivi di appoggio delle barriere stradali di classe H2 di bordo ponte.

Le barriere verranno collocate così come descritto nella relazione tecnico descrittiva degli interventi per il miglioramento della sicurezza della S.P. 8 e della S. P. 83

Per il calcolo è stata considerata l'ipotesi che la barriera omologata, trasferisca al cordolo in calcestruzzo armato una forza massima legata alla resistenza allo sfilamento dei tirafondi utilizzati per vincolare le piastre di ancoraggio delle suddette barriere di sicurezza.

MATERIALI

MATERIALI		
Cls	acciaio	Tirafondi
classe	classe	classe
28/35	B450C	M20-220-8,8

Calcestruzzo

$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ classe di resistenza cls C28/35

$$f_{cd} = \frac{R_{ck}}{\gamma_{mc}} = \frac{0.83 * 0.85 * 35}{1.5} = 16.46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{bd} = 2.25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd} = 2.25 * 1 * 1 * f_{ctd} = 2.91 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{0.66} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.93 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = \frac{1.93}{1.5} = 1.29 \text{ N/mm}^2$$

Si ipotizza l'utilizzo di ancorante chimico con tensione ultima di aderenza di calcolo pari a **6.00 N/mmq**

Acciaio

$$\text{Classe B450 C } f_{y_m} \Rightarrow f_{y_k} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{y_d} = \frac{450}{1,15} = 391 \text{ N/mm}^2$$

Tirafondi

$$\text{Classe M20 – 220 – 8.8 } f_{k_n} = 240 \text{ N/mm}^2 \quad f_{d_n} = 240 \text{ N/mm}^2 \quad f_{d_v} = 170 \text{ N/mm}^2$$

NORMATIVA

- DM 17.01.18 G.U. 29 del 20.02.18 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"
- EC2: Eurocodice n. 2 "Progetto di strutture in calcestruzzo."
- UNI – EN 1370-1 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo. Requisiti minimi."

VERIFICHE

Considerando una piastra avente caratteristiche dimensionali misurate esternamente di 230*230 mm, ed un interasse dei tirafondi di 160 mm, in fori da 20 mm.

Si ipotizzano 4 tirafondi per piantone.

La forza ultima di sfilamento può essere così calcolata:

$$F_{ud} = \pi * 20 * 160 * 6,00 = 60288 \text{ N}$$

$$M_{ud} = 2F_{ud} * 160 = 19.29 * 106 \text{ N*mm} = 1929 \text{ Kgm}$$

Se si considera una barriera stradale con interasse dei piantoni pari a 2,25 ml e una sezione in acciaio di classe S235, avente dimensioni 120*8*6 di può calcolare il momento massimo di plasticizzazione trasferibile al cordolo.

$$M_{pl} = W_{pl} * f_{yd} = 76.25 \text{ cm}^3 * 235 \text{ N/mm}^2 = 17.9 \text{ KN*m}$$

$$M_{\text{cordolo}} = M_{pl} / 2.25 = 7.9 \text{ KN*m/m}$$

Per la normativa di riferimento, (NTC 2018 par.3.6) si considerano gli urti ad 1m di altezza da terra. Quindi si considera un carico pari a $a = 7.9 \text{ KN*ml}$

Assoggettando la barriera ad un carico di 100KN (ancora par 3.6 delle NTC 2018), sempre ad 1m di altezza si ottiene:

$$M_{pl} = 17.9 \text{ KN*m} \text{ momento di plasticizzazione di un montante}$$

$$Q = 100 \text{ KN (forza da NTC 2018 par 3.6.3.3.2)}$$

$$H = 1 \text{ ml}$$

$$\text{Nr. montanti plasticizzati } 100 \text{ KN*1} / M_{pl} = 6 \text{ montanti}$$

$$\text{Interasse montante } 2.25 \text{ ml}$$

$$L = 2.25 * 6 = 13.50 \text{ ml tratto cordolo interessato dall'urto}$$

$$Q_l = 100 \text{ KN} / 13.50 = 7.40 \text{ KN/ml}$$

I risultati risultano comparabili.

Il ribaltamento e lo scorrimento risulteranno evitati con barre diametro 12mm ad interasse di 40/50cm e interasse tra le braccia di 35cm

$$M = 7.90 \cdot (1+0,4) = 11.06 \text{ KN} \cdot \text{m/ml}$$

$$T = 7.9 \text{ KN/ml}$$

$$\sigma = 110600 / (35 \cdot 2.26) = 1398 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau = 790 / (2 \cdot 2.26) = 174 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 1408 \text{ daN / cm}^2 < 3913 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica della profondità di ancoraggio delle barre di solidarizzazione vecchio e nuovo cordolo :

Si ipotizza un valore di resistenza molto basso del cls del cordolo esistente, pari a $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$ a cui corrisponde :

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot f_{ctd} = 1.92 \text{ N/mm}^2$$

$$l_b = \phi \cdot f_{yd} / (4 \cdot f_{bd}) = 12 \cdot 391 / (4 \cdot 1.92) = 588 \text{ mm}$$

$$l_{bnetta} = \alpha_a \cdot l_b \cdot A_{sreq} / A_{sprov} = 1 \cdot 588 \cdot 1408 / 3913 = 211 \text{ mm}$$

Le barre di ancoraggio quindi dovranno essere ammorsate nel cordolo esistente per almeno 211 mm.

Si verifica a torsione un cordolo delle seguenti caratteristiche geometriche, sollecitato dal seguente momento torcente:

$$M_{Tsd} = 1.5 \cdot M_{pl} = 1.5 \cdot 17.9 = 26.9 \text{ KN} \cdot \text{m} = 2690 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

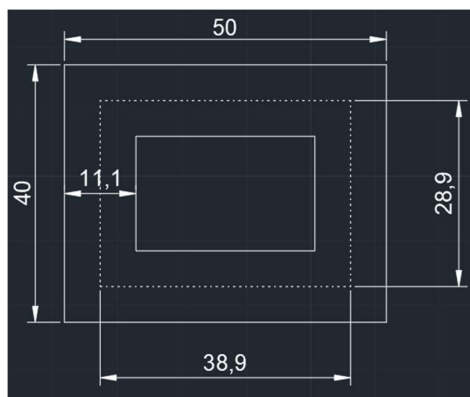


Figura 1: ipotesi cordolo 50*40 cm

$$v = 0,7 * (1 - \frac{f_{ck}}{250}) = 0,7 * (1 - \frac{28}{250}) = 0,70 * 0,888 = 0,62$$

$$A = 40 * 50 = 2000 \text{ cm}^2$$

$$u = (50 + 40) * 2 = 180 \text{ cm}$$

$$t = \frac{A}{u} = \frac{2000}{180} = 11,1 \text{ cm}$$

$$A_k = 28,9 * 38,9 = 1124,21 \text{ cm}^2$$

$$u_k = (28,9 + 38,9) * 2 = 135,6 \text{ cm}$$

Verifica delle bielle compresse $\theta = 45^\circ$

$$\text{Trd}_1 \geq M^x u_d$$

$$\text{Trd}_1 = \frac{2 v * f_{cd} * A_k * t}{\cot \varphi \theta + \tan \theta} = \frac{2 * 0,62 * 158 * 1124,21 * 11,1}{\cot 45^\circ + \tan 45^\circ} = 1.222.188 \text{ Kg cm} = 12.221 \text{ Kgm} \geq 2690 \text{ Kgm}$$

Verifica armatura trasversale e staffe:

$$\text{Trd}_2 \geq M^x u_d$$

$$\text{Trd}_2 = 2 * A_k * f_{ywd} * \frac{A_{sw}}{s} \cot \theta \geq M^x u_d$$

$$\Rightarrow \frac{A_{sw}}{s} = \frac{M^x u_d}{2 * A_k * f_{ywd} * \cot \theta} = \frac{269000}{2 * 1124,21 * 3910 * 1} = 0,031 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

$$\Rightarrow \text{per } s = 20 \text{ cm} \Rightarrow A_{sw} = 0,031 * 20 = 0,62 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \phi 10/20 \quad A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3,95 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Verifica armatura longitudinale

$$A_{sl} * f_{yl} = M^x u_d \frac{u_k}{2 * A_k} \cot \theta = 269000 \frac{135,6}{2 * 1121,21} = 16206$$

$$A_{sl} = \frac{16206}{3910} = 4,14 \text{ cm}^2$$

Verifica armatura trasversale e staffe

$$\text{Trd}_2 \geq M^x u_d$$

$$\text{Trd}_2 = 2 * A_k * f_{ywd} * \frac{A_{sw}}{s} \cot \theta \geq M^x u_d$$

$$\Rightarrow \frac{A_{sw}}{s} = \frac{M^x u_d}{2 * A_k * f_{ywd} * \cot \theta} = \frac{269000}{2 * 1124,21 * 3910 * 1} = 0,031 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

$$\Rightarrow \text{per } s = 20 \text{ cm} \Rightarrow A_{sw} = 0,031 * 20 = 0,62 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \phi 10/20 \quad A_{sw} = 0,79 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3,95 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Verifica per armatura longitudinale

$$A_{sl} * f_{yl} = M^x u_d \frac{u_k}{2 * A_k} \cot \theta = 269000 \frac{135,6}{2 * 1121,21} = 16206$$

$$A_{sl} = \frac{16206}{3910} = 4,14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Per regola costruttiva } A_{sw} \geq 0,3\% A_c = 7,2 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \phi 10$$

$$A_{sw} \geq 2b \text{ mm}^2 / \text{m} = 80 \text{ mm}^2 / \text{m} = 0,8 \text{ cm}^2 / \text{m} < 3,95 \text{ cm}^2 / \text{m} \quad \text{VERIFICATO}$$

VERIFICA CORDOLO 50 x 30

$$v = 0,7 * \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,7 * \left(1 - \frac{28}{250}\right) = 0,70 * 0,888 = 0,62$$

$$A = 30 * 50 = 1500 \text{ cm}^2$$

$$u = (50 + 30) * 2 = 160 \text{ cm}$$

$$t = \frac{A}{u} = \frac{1500}{160} = 9,40 \text{ cm}$$

$$A_k = 20,6 * 40,6 = 836,4 \text{ cm}^2$$

$$u_k = (20,6 + 40,6) * 2 = 122,4 \text{ cm}$$

Verifica delle bielle compresse $\theta = 45^\circ$

$$\text{Trd}_1 \geq M^x u_d$$

$$\text{Trd}_1 = \frac{2 v * f_{cd} * A_k * t}{\cot g \theta + t g \theta} = \frac{2 * 0,62 * 158 * 836,4 * 9,40}{\cot g \theta + t g \theta} = 770.177 \text{ Kg cm} = 7.702 \text{ Kgm} \geq 2690 \text{ kgm}$$

Verifica armatura trasversale e staffe

$$\text{Trd}_2 \geq M^x u_d$$

$$\text{Trd}_2 = 2 * A_k * f_{ywd} * \frac{A_{sw}}{s} \cot g \theta \geq M^x u_d$$

$$\Rightarrow \frac{A_{sw}}{s} = \frac{M^x u_d}{2 * A_k * f_{ywd} * \cot g \theta} = \frac{269000}{2 * 836,4 * 3910 * 1} = 0,041 \text{ cm}^2 / \text{cm}$$

$$\Rightarrow \text{per } s = 20 \text{ cm} \Rightarrow A_{sw} = 0,041 * 20 = 0,82 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \phi 12/20 \quad A_{sw} = 1,13 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5,65 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

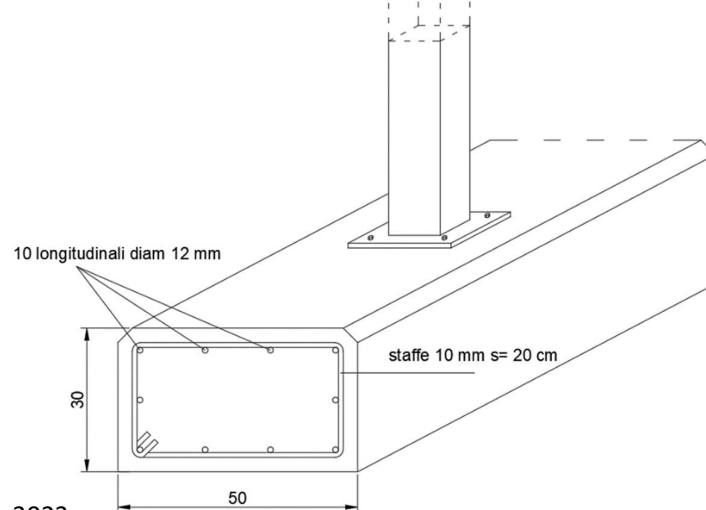
Verifica armatura longitudinale

$$A_{sl} * f_{yld} = M^x u_d \frac{u_k}{2 * A_k} \cot g \theta = 269000 \frac{122,4}{2 * 836,4} 1 = 19683$$

$$A_{sl} = \frac{19683}{3910} = 5,03 \text{ cm}^2$$

Per regola costruttiva $A_{sw} \geq 0,3\% A_c = 7,2 \text{ cm}^2 \Rightarrow 10 \phi 10$

$$A_{sw} \geq 2b \text{ mm}^2 / \text{m} = 80 \text{ mm}^2 / \text{m} = 0,8 \text{ cm}^2 / \text{m} < 3,95 \text{ cm}^2 / \text{m} \quad \text{VERIFICATO}$$



Bernalda, settembre 2023

Il tecnico
Ing. Francesco Renna