

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47I09000030009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO-GENOVA
QUADRUPPLICAMENTO MILANO-ROGOREDO-PAVIA
FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE
FERMATE

Fermata LOCATE DI TRIULZI

Relazione di calcolo platea di varo e muro reggisplinta

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

N M 0 Z 1 0 D 2 6 C L F V 0 1 0 B 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	CONSORZIO INTEGRA	Novembre 2018	F. Coppini/A. Maran	Novembre 2018	S. Borelli	Novembre 2018	F. Borelli	Novembre 2018

File: NM0Z10D26CLFV010B002A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE GENERALE	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
5	GEOMETRIA.....	7
6	AZIONI.....	8
6.1	PESO MONOLITE	8
6.2	RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO	8
6.3	SPINTA AI MARTINETTI	8
7	CALCOLO PLATEA DI VARO	9
8	CALCOLO MURO REGGO-SPINTA.....	11
8.1	VERIFICHE GEOTECNICA	11
8.2	VERIFICHE STRUTTURALE	12

1 PREMESSA

Nell'ambito degli interventi di potenziamento della linea Milano – Genova, si prevede il quadruplicamento della linea ferroviaria nella tratta Milano Rogoredo-Pavia; in prima fase il quadruplicamento interesserà il tratto di linea compreso fra le stazioni di Milano Rogoredo e Pieve Emanuele, per essere esteso in fase successiva fino a Pavia.

Il quadruplicamento in oggetto, a partire dall'uscita della stazione Milano Rogoredo, prosegue in affiancamento alla linea storica e su una nuova sede e si sviluppa a sud di Milano, estendendosi per circa 30 km lungo l'attuale linea ferroviaria tra i nodi di Milano Rogoredo e Pavia.



Figura 1 : Planimetria di progetto

La presente relazione definisce le modalità del calcolo statico *della platea di varo e del muro reggispinga* del sottopasso in oggetto.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE					
Fermata LOCATE DI TRIULZI RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NMOZ	10	D26	CLFV010B002	A	4 di 13

2 DESCRIZIONE GENERALE

Il monolite sarà realizzato al di fuori della sede stradale, sopra un'apposita platea denominata "platea di varo" di larghezza complessiva pari a 6.10m e lunghezza pari a 16.00 m.

Il monolite sarà poi spinto verso il rilevato con un sistema di martinetti oleodinamici, posizionati a contrasto sul muro *reggispinta* avente una larghezza pari a quella della palatea ed un'altezza di 4.00 m.

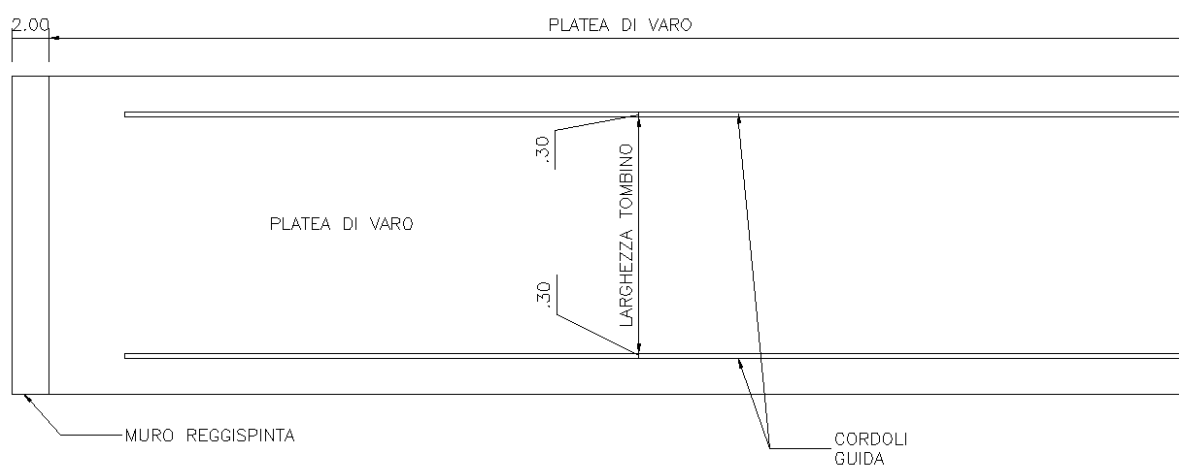


Figura 2 : Planimetria di progetto

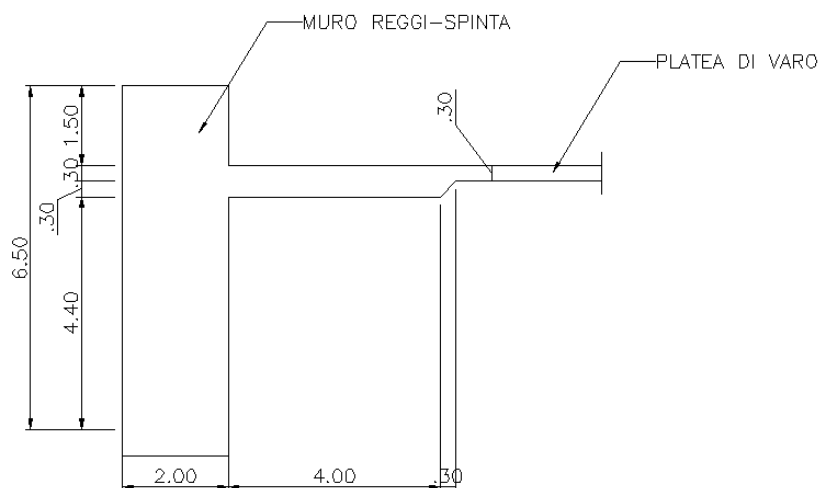


Figura 3: Sezione muro reggispinta

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE					
Fermata LOCATE DI TRIULZI RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM0Z	10	D26	CLFV010B002	A	5 di 13

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- RFI DTC SI MA IFS 001 B: “Manuale di progettazione delle opere civili” del 22/12/2017.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 B: Sezione 2 – Ponti e Strutture

Riferimenti STI:

- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea;
- Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;
- Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “energia” del sistema ferroviario dell’Unione europea;
- Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario dell’Unione europea;
- Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi “controllo-comando e segnalamento” del sistema ferroviario nell’Unione europea.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza calcestruzzo

C25/30

Caratteristiche del calcestruzzo

resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	30	[MPa]
resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24.9	[MPa]
resistenza cilindrica media	f_{cm}	32.9	[MPa]
resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	2.6	[MPa]
resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	f_{ctK}	1.8	[MPa]
modulo elastico istantaneo	E_{cm}	31 447	[MPa]

Resistenze di calcolo

resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14.1	[MPa]
resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1.2	[MPa]
coefficiente di espansione termica lineare	α	1.00E-05	[°C ⁻¹]

COEFFICIENTI

γ_c	=	1.5
α_{cc}	=	0.85

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Tipo di acciaio

B450C

Caratteristiche del calcestruzzo

tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	[MPa]
tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540	[MPa]

Resistenze di calcolo

resistenza di progetto	f_{yd}	391.3	[MPa]
modulo elastico	E_s	200000	[MPa]

COEFFICIENTI

γ_s	=	1.15
------------	---	------

Per il calcestruzzo armato si assume

 γ_{cls} **25** kN/m³

5 GEOMETRIA

Spessore soletta superiore	S_{ss}	0.60	[m]
Lunghezza soletta superiore	L_{ss}	35.19	[m]
Spessore soletta inferiore	S_{si}	0.70	[m]
Lunghezza soletta inferiore	L_{si}	35.19	[m]
Spessore piedritti	S_{pi}	0.60	[m]
Area parete laterale piedritto	A_{pi}	151.32	[m ²]
Larghezza totale	L_{tot}	5.30	[m]
Altezza totale monolite	H_{tot}	4.30	[m]

Rinterro superiore	H_{ri}	1.55	[m]
Lunghezza soletta di varo	L_{sol}	39.00	[m]
Larghezza soletta di varo	D_{sol}	9.50	[m]

Fermata LOCATE DI TRIULZI
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NMOZ	10	D26	CLFV010B002	A	8 di 13

6 AZIONI

6.1 PESO MONOLITE

Soletta Superiore	PP_{SS}	2797.61	[kN]
Soletta Inferiore	PP_{SI}	3263.87	[kN]
Piedritti	PP_{PI}	4539.51	[kN]
Totale	W_{mo}	10600.98	[kN]

6.2 RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO

Peso monolite	W_{tot}	10600.99	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f_c	0.60	[]
Resistenza d'attrito monolite-calcestruzzo	R_1	6360.59	[kN]

Spinta a vuoto (a rilevato stradale demolito)		NO	
Coefficiente di spinta a riposo	k_0	0.61	[]
Pressione terreno in sommità	p_s	17.94	[kN/m ²]
Pressione terreno alla base	p_i	67.69	[kN/m ²]
Coefficiente di attrito cls-terreno	f_c	0.50	[]
Resistenza d'attrito laterale monolite-terreno	R_2	6478.29	[kN]

6.3 SPINTA AI MARTINETTI

Spinta ai martinetti totale	$S=R_1+R_2$	12838.88	[kN]
Rapporto tra coeff. Attrito statico e dinamico	C_s	1.35	[]
Spinta ai martinetti allo spunto	$S_0 = C_s \times S$	17332.49	[kN]

Fermata LOCATE DI TRIULZI
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLFV010B002	A	9 di 13

7 CALCOLO PLATEA DI VARO

Lunghezza soletta interessata da singolo monolite	L_l	39.00	[m]
Larghezza soletta interessata da singolo monolite	L_t	9.50	[m]
Spessore soletta	s_s	0.30	[m]
Peso proprio platea interessata dal singolo monolite	W_p	2778.75	[kN]
Azione risultante sul terreno	$Q = W_{mo} + W_p$	13379.74	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f_t	0.60	[]
Resistenza di primo distacco platea-terreno	R_3	8027.84	[kN]
Trazione massima nella platea	$T_{max} = T_0 - R_3$	9304.65	[kN]
Trazione massima nella platea a metro	$T_{max/metro}$	979.44	[kN/m]

Verifiche di resistenza

Sezione a 0 m dal muro

Distanza da muro di spinta		0.00	[]
	n	ϕ [mm]	A[mm ²]
Armatura superiore	5	20	1570.80
	5	16	1005.31
Armatura inferiore	5	20	1570.80
	5	16	1005.31
Area totale acciaio			5152.21
Resistenza di progetto	f_{yd}	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	T_{ed}	979.44	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	T_{max}	2016.08	[kN]
		VERIFICATO	

Sezione a 10 m dal muro

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Fermata LOCATE DI TRIULZI
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLFV010B002	A	10 di 13

Distanza da muro di spinta

10.00 []

Armatura superiore

n	φ[mm]	A[mm ²]
5	20	1570.80
0	0	0.00

Armatura inferiore

5	20	1570.80
0	0	0.00

Area totale acciaio

3141.59

Resistenza di progetto

f_{yd} 391.30 [MPa]

Trazione agente nella sezione

T_{ed} 728.30 [kN]

Resistenza a trazione della sezione

T_{max} 1229.32 [kN]

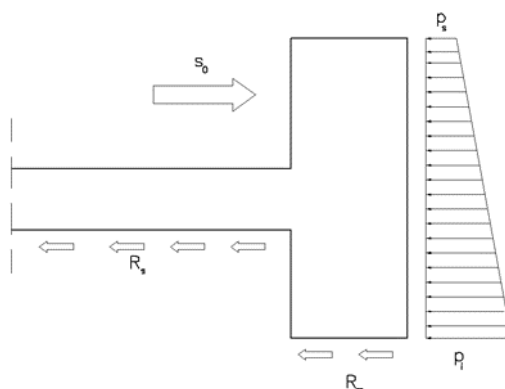
VERIFICATO

8 CALCOLO MURO REGGO-SPINTA

8.1 VERIFICHE GEOTECNICA

Coefficiente di attrito parete-terreno	$\delta = \phi/2$	15.33	[°]
Inclinazione parete	α	90	[°]
Inclinazione superiore terreno	β	0	[°]
Coefficiente di sicurezza	β	1.00	[]
Coefficiente di spinta passiva	k_p	3.53	[]
Altezza terrapieno	h_p	0.00	[m]
Altezza muro reggi-spinta	h_m	6.50	[m]
Spessore muro reggi-spinta	S_m	2.00	[m]

Considerare resistenze di attrito platea		SI	
Peso muro reggi-spinta	W_m	3087.50	[kN]
Resistenza alla base del muro	R_m	1310.57	[kN]
Resistenza alla base della soletta	R_s	1179.51	[kN]



Pressione terreno in sommità del muro	p_s	38.00	[kN/m²]
Pressione terreno alla base del muro	p_i	473.96	[kN/m²]
Capacità resistente totale	P_{tot}	15806.61	[kN]
Pressione totale agente dietro muro	P_a	14842.42	[kN]

Fermata LOCATE DI TRIULZI
RELAZIONE DI CALCOLO PLATEA DI VARO E MURO REGGISPINTA

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NMOZ	10	D26	CLFV010B002	A	12 di 13

Coefficiente di sicurezza

 η 1.06 []

Pressione sul terreno

 σ_t 280.69 [kN/m²]
 0.28 [MPa]

8.2 VERIFICHE STRUTTURALE

Altezza muro fuori terra

 H_m 1.50 [m]

Coefficiente a stato limite ultimo

1.30 []

Momento flettente massimo agente

 M_{max} 410.51 [kNm/m]

Azione tagliante massima

 T_{max} 547.34 [kNm/m]

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	6
2	15.71	194

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN
M xEd 410.51 kNm
M yEd 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

M xRd 1178 kNm

Materiali

B450C C25/30

E_{su} 67.5 %
f_{yd} 391.3 N/mm²
E_s 200 000 N/mm²
E_s/E_c 15
E_{syd} 1.957 %
σ_{s,adm} 255 N/mm²

E_{c2} 2 %
E_{cu} 3.5
f_{cd} 14.17
f_{cc}/f_{cd} 0.8
σ_{c,adm} 9.75
τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 2.181 ‰
ε_s 67.5 ‰
d 194 cm
x 6.073 x/d 0.0313
δ 0.7

Metodo di calcolo
S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

RELAZIONE

V_d = 547.34 [kN] N_d = 0 [kN]

Base "bw" 100 [cm]
Altezza "h" 200 [cm]
Copri ferro "C" 5 [cm]
Spessore "sp" 2 [cm]
Altezza Utile "d" 194.0 [cm]

Armatura Tesa

N° 5 Ø 20
A [cm²] 15.71

ELEMENTI SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Rapporto Geometrico ρ_l 8.098E-4
Coefficiente k 1.32
Tensione Media Di Compressione Nella Sezione σ_{cp} 0.0 [MPa]
Calcestruzzo C25/30
Resistenza Caratteristica Cilindrica f_{ck} 24.9 [MPa]

Taglio Resistente V_{rd} 336.5 [MPa]

V_{rd} < V_d
La sezione necessita di armatura a taglio

ELEMENTI CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Diametro Delle Staffe .. 10 [mm]
Numero Braccia .. 2.5
Passe del staffe .. 40 [cm]
Inclinazione Puntone Compresso .. 21.81 [°]
Inclinazione Staffe .. 90 [°]
Area Armatura Trasversale a Taglio .. 392.7 [mm²]
Coef. maggiorativo .. 1.0
Cotangente di θ Auto (V_{rd}=V_{rd}) 1
f_{yd} .. 391.3 [MPa]
Resistenza a compressione ridotta 0.5 f_{cd} 7.05 [MPa]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio 1970.7 [kN]
Resistenza offerta dai puntoni 2496.0 [kN]
Taglio Resistente V_{rd} 1970.7 [kN]

V_{rd} > V_d
La sezione è verificata a taglio