

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84H17000930009

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

**ID - IN - OPERE IDRAULICHE DI ATTRAVERSAMENTO FERROVIARIO
IN - Tombini e sifoni ferroviari
Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0**

SCALA:

-

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

N M 2 5 0 3 D 2 6 C L I N 0 0 0 3 0 0 5 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Prima Emissione	G. Coppa	Aprile 2020	M. Rigo	Aprile 2020	M. Berlingieri	Aprile 2020	

File: NM2503D26CLIN0003005A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA.....	5
3	UNITÀ DI MISURA	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
4.1	CALCESTRUZZO	7
4.2	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	7
4.3	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	8
4.4	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	8
5	PARAMETRI SISMICI	9
6	PARAMETRI GEOTECNICI	11
7	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	12
8	ANALISI DEI CARICHI	13
8.1	CONDIZIONI DI CARICO	13
	8.1.1 <i>Peso proprio strutturale (PP)</i>	13
	8.1.2 <i>Carichi permanenti portati (PERM)</i>	13
	8.1.3 <i>Spinta del terreno (SPTSX e SPTDX)</i>	13
	8.1.4 <i>Azioni della falda (SPTW)</i>	14
	8.1.5 <i>Azioni termiche (TERM)</i>	15
	8.1.6 <i>Ritiro (RITIRO)</i>	15
	8.1.7 <i>Azioni variabili da traffico</i>	16
	8.1.8 <i>Azioni sismiche</i>	19
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO	22
9	CRITERI DI VERIFICA	26
9.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	26
	9.1.1 <i>Verifiche allo stato limite ultimo</i>	26

9.1.2	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	28
9.2	VERIFICHE GEOTECNICHE	29
10	MODELLAZIONE STRUTTURALE	33
10.1	CODICE DI CALCOLO	33
10.2	MODELLO DI CALCOLO	33
10.2.1	<i>Interazione terreno-struttura</i>	34
11	RISULTATI E ANALISI	36
11.1	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	36
11.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	38
11.2.1	<i>Verifiche a taglio</i>	38
11.2.2	<i>Armature di progetto</i>	41
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	41
11.4	VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE	41
12	ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO	42

1 **PREMESSA**

La presente relazione è relativa al calcolo dei tombini scatolari 2.50x2.00m, previsti nell'ambito della progettazione definitiva del Raddoppio Ferroviario Codogno-Cremona-Mantova, tratta Piadena-Mantova.

I tombini oggetto della presente relazione mostrano la medesima geometria costituita da una struttura scatolare realizzata in conglomerato cementizio gettato in opera, di altezza utile 2.30m e larghezza 2.50 con soletta di copertura di spessore 0.30m, piedritti di spessore 0.30m e soletta di fondazione di spessore 0.40m;

L'opera ricade in zona sismica e sono state pertanto considerate le azioni derivanti dall'analisi sismica, secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/18 e dalla Circolare Applicativa.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le seguenti normative.

- LEGGE n. 1086 05.11.1971: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “*Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»*”, G.U. Serie Generale n.42 del 20.02.2008, Supplemento Ordinario n.8.
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 ” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “*Manuale di progettazione delle opere civili*”.
- RFI DTC SI AM MA IFS 001 B del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 1 - Ambiente”.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Manuale di progettazione delle opere civili – Sezione 2 – Ponti e Strutture”.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili”.
- 1299/2014/UE Specifiche tecniche d'interoperabilità per il sottosistema “Infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea (18/11/2014);
- UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo”;
- UNI EN 206-1-2016: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- • 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

3 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella presente relazione sono:

- lunghezze [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [MPa]

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

Per la realizzazione del tombino, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza 30/37 ($R_{ck} \geq 37.00 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)

$$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza media a compressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ N/mm}^2$$

Modulo elastico

$$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33019 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd} = a_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 17.40 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a trazione media

$$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a trazione

$$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.06 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a trazione di calcolo

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a compressione (comb. Rara)

$$\sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 16.89 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)

$$\sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 12.28 \text{ N/mm}^2$$

Calcestruzzo per magrone

Classe di resistenza = C12/15

4.2 Acciaio per cemento armato

Tipo B450 (controllato in stabilimento)

$f_{yk} =$	450 MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	391.30 MPa	Resistenza di calcolo
$\sigma_s = 0.75 f_{yk} =$	337.50 MPa	Tensione limite in condizione di esercizio (comb. Rara)
$E_s =$	210000 MPa	Modulo elastico

4.3 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Per le opere della presente relazione, in base a quanto prescritto dal Capitolato di Costruzione RFI 2018, si adotta quanto segue:

Fondazione - Elevazione Classe di esposizione XA1

4.4 Copriferro minimo e copriferro nominale

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; definito come la distanza tra la superficie esterna dell'armatura, inclusi collegamenti e staffe, e la superficie di calcestruzzo più vicina.

In riferimento alla Tabella 2.5.2.2.3.2.-1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili Parte II - Sezione 2, per l'elemento strutturale in esame risulta un copriferro minimo $c_{min}=40mm$.

In considerazione delle condizioni ambientali che sono aggressive, i sensi della tab.4.1.III del DM 17.01.2018, il copriferro minimo indicato in tabella è stato aumentato di 10 mm, ottenendo quindi un copriferro nominale pari a $c_{nom} = 50\text{ mm}$ per fondazione ed elevazione.

5 PARAMETRI SISMICI

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato. La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 50 anni. La classe d'uso assunta è la II. Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N \times C_u = 50 \times 1 = 50 \text{ anni.}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR} (SLV)=10\%.$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni vale:

$$T_R (SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 475 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*c :

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*c → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T.C. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (NTC par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con l'incremento dinamico di spinta del terreno calcolato secondo la formula di Wood:

$$\Delta P_d = S a_g / g \gamma h_{tot}^2$$

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per le accelerazioni sismiche massime attese al suolo, considerando la componente verticale agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

Si assumono i parametri sismici più cautelativi corrispondenti al tratto A3, individuato dalla “Relazione geotecnica generale” dal km 82+000 al km 89+731 con il punto P4:

Latitudine = 45.159632

Longitudine = 10.784886

ag = 0.116 g

F0 = 2.565;

T*c = 0.306 s;

S = 1.50

a_{max}(g) = 0.177

Il sottosuolo su cui insiste l’opera ricade in categoria sismica “C” e categoria topografica “T1”. I coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

S_S = 1.50;

S_T = 1.0.

Risulta quindi:

a_{max} = 1.351 m/s²;

k_h = 0.138;

k_v = ±0.069.

6 PARAMETRI GEOTECNICI

Per i tombini in esame si applica la stratigrafia maggiormente rappresentativa, ovvero quella in cui ricade il maggior numero delle opere, corrispondente alla Tratta 3 (dal km 59+200 al km 62+200):

UNITA'		WRa1	WRa2	Rs1	Rma	
Stratigrafia	DA	[m P.C.]	0.0	6.5	22.0	24.0
	A	[m P.C.]	6.5	22.0	24.0	35.0
Parametri di resistenza	γ_n	[kN/m ³]	19.0	19.0	19.0	19.0
	φ'	[°]	27.0	25.0	33.0	25.0
	c'	[kPa]	0	0	0	0
	c_u	[kPa]	100	50	-	100
Parametri di deformabilità	G_0	[MPa]	60.0	50-70	110.0	90.0
	NSPT		14-18	6-16	21	14-37
	E_{op2}	[MPa]	30.0	30.0	47.0	37.0
	OCR	[-]	3.0	2.0	-	1.0
	CR	[-]	0.180	0.160	-	-
	RR	[-]	0.036	0.032	-	-
	C_{ae}	[%]	0.120	0.150	-	-
$k_v^{(*)}$	[m/s]	5.00E-08	1.00E-08	5.00E-07	1.00E-08	

Tabella 1: Caratterizzazione geotecnica

I parametri geotecnici impiegati per il rilevato ferroviario sono:

$$\begin{aligned} \gamma &= 20.00 && \text{kN/m}^3 && \text{peso di volume naturale} \\ \varphi' &= 38 && \text{°} && \text{angolo di resistenza al taglio} \\ c' &= 0.00 && \text{kPa} && \text{coesione drenata} \end{aligned}$$

La falda è posizonata al di sotto del piano di posa della fondazione e non interagisce con l'opera in esame.

7 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

Nel seguito sarà esaminata una striscia di tombino avente lunghezza 1.00m. Si riportano di seguito le dimensioni geometriche della sezione in retto.

Spessore medio del ballast + armamento	$H_b =$	0.80m
Spessore sub-ballast	$H_{sb} =$	0.10m
Spessore supercompattato	$H_{sc} =$	0.30m
Spessore rinterro	$H_r =$	3.00m
Larghezza totale del tombino	$L_{tot} =$	3.10m
Larghezza utile del tombino	$L_{int} =$	2.50m
Spessore della soletta di copertura	$S_s =$	0.30m
Spessore piedritti	$S_p =$	0.30m
Spessore della soletta di fondazione	$S_f =$	0.40m
Altezza libera del tombino	$H_{int} =$	2.30m
Altezza totale del tombino	$H_{tot} =$	3.00m
Quota falda da intradosso fondazione	$H_w =$	0.00m
Larghezza striscia di calcolo	$b =$	1.00m

8 ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono le condizioni di carico elementari assunte per l'analisi delle sollecitazioni e per le verifiche della struttura in esame. Tali condizioni di carico elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

calcestruzzo armato:	$\gamma_{c.a.}$	= 25 kN/m ³ ;
sovrastuttura stradale:	γ_{ril}	= 20 kN/m ³ ;
massicciata + armamento:	γ_b	= 18 kN/m ³ .

8.1 Condizioni di carico

8.1.1 Peso proprio strutturale (PP)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti risulta:

Peso soletta superiore	$P_{ss} = 25.00 \times 0.30 =$	7.50	kN/m
Peso soletta inferiore	$P_{si} = 25.00 \times 0.40 =$	10.00	kN/m
Peso piedritti	$P_p = 25.00 \times 0.30 =$	7.50	kN/m

8.1.2 Carichi permanenti portati (PERM)

8.1.2.1 Soletta superiore

Ballast e armamento	0.80 m	x	18.00 kN/mc =	14.40	kN/mq
Sub-ballast	0.10m	x	20.00 kN/mc =	2.00	kN/mq
Supercompattato	0.30m	x	20.00 kN/mc =	6.00	kN/mq
Rinterro	3.00m	x	20.00 kN/mc =	60.00	kN/mq

Peso totale permanenti portati sulla soletta superiore:

$$P_{ps} = 82.40 \text{ kN/m}$$

8.1.3 Spinta del terreno (SPTSX e SPTDX)

La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo.

$$K_0 = 0.384$$

La pressione del terreno è stata calcolata come:

$$P = (P_b + h_{\text{variabile}} * \gamma_{\text{terreno_piedritto}}) * K_o$$

al di sopra della falda

$$P = [P_b + h_{\text{variabile}} * (\gamma_{\text{terreno_piedritto}} - \gamma_w)] * K_o$$

al di sotto della falda

per cui risulta quanto segue.

Pressione estradosso soletta superiore $P_1 = 31.67 \text{ kN/m}$

Pressione in asse soletta superiore $P_2 = 32.82 \text{ kN/m}$

Pressione in asse soletta inferiore $P_3 = 53.19 \text{ kN/m}$

Pressione intradosso soletta inferiore $P_4 = 54.73 \text{ kN/m}$

Nella figura seguente si riportano i diagrammi di spinta del terreno agenti sui piedritti.

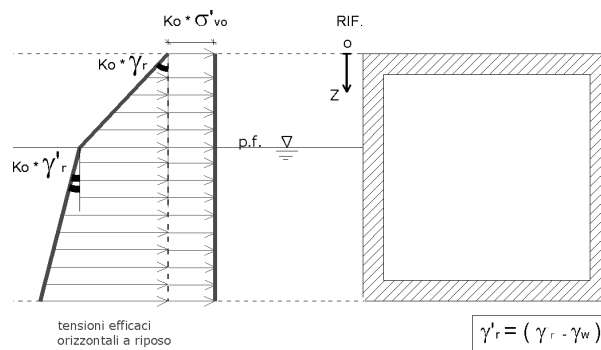


Figura 1 SPTSX

8.1.4 Azioni della falda (SPTW)

La falda è posizonata al di sotto del piano di posa della fondazione e non interagisce con l'opera in esame. I valori delle spinte agenti sui piedritti, sono stati calcolati come:

$$P = z \times \gamma_w$$

per cui risulta:

Pressione in asse soletta inferiore $P_{w1} = 0.00 \text{ kN/m}$

Pressione intradosso soletta inferiore $P_{w2} = 0.00 \text{ kN/m}$

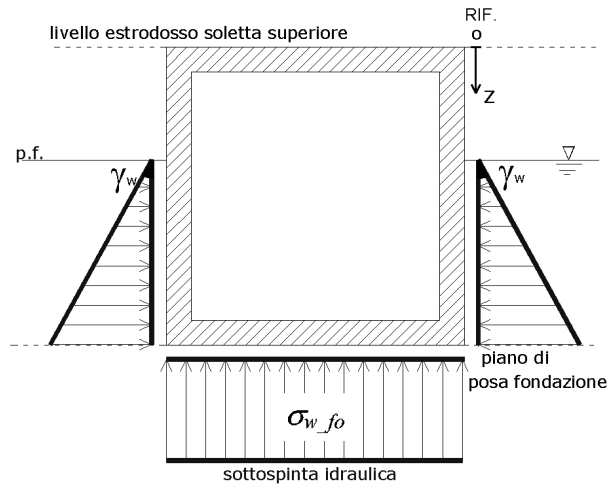


Figura 2 SPTW

8.1.5 Azioni termiche (TERM)

Sono stati considerati gli effetti dovuti alle variazioni termiche. In particolare, è stata considerata sulla soletta superiore una variazione termica uniforme di $\pm 15^\circ\text{C}$ ed una variazione termica nello spessore, tra estradosso ed intradosso, pari a $\Delta T_v = \pm 5^\circ\text{C}$. Il valore applicato della variazione termica uniforme viene ridotto di 1/3 per considerare gli effetti viscosi del calcestruzzo, ed è quindi pari a $\pm 5^\circ\text{C}$. Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

8.1.6 Ritiro (RITIRO)

Il ritiro viene applicato mediante una variazione termica uniforme della copertura, in grado di produrre la stessa deformazione nel calcestruzzo.

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine, attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\epsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\phi(t, t_0)$, come definiti dalle NTC2018 al paragrafo 11.2.10.7.

I fenomeni di ritiro sono stati considerati agenti sulla sola soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente pari a:

$$\Delta T_{\text{ritiro}} = -8.5^\circ\text{C}.$$

Di seguito i risultati delle analisi.

L'analisi delle sollecitazioni viene svolta per una striscia di larghezza unitaria, assumendo la dimensione convenzionale h_0 pari a $2 \times A_c/u$ ed un calcestruzzo 30/37.

Caratteristiche della sezione:

B = 100 cm

H = 0.30 cm

Caratteristiche del cls a tempo zero:

$f_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$

classe del cls

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ N/mm}^2$

resistenza a compressione media

Deformazione da ritiro:

U.R. = 75%

umidità relativa

$\epsilon_{ca}(t=\infty) = -2.5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = -2.5 \times (30.71 - 10) \times 10^{-6} = -5.18E-05$

ritiro autogeno

$\epsilon_{cd}(t=\infty) = k_h \times \epsilon_{c0} = 0.7 \times (-2.68E-04 \times 10^{-4}) = -1.88E-04$

ritiro per essiccazione

$\epsilon_r = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} = -2.39E-04$ Il modulo viscoso a tempo infinito, in considerazione del valore di h_0 , della resistenza del calcestruzzo e della U.R., può cautelativamente essere assunto pari a $\phi(t=\infty) = 1.80$.

Il ritiro viene considerato nel calcolo delle sollecitazioni come un'azione termica applicata alla soletta superiore di intensità pari a:

$$\alpha \times \Delta T \times E_c = \epsilon_r \times E_c / (1 + \phi)$$

$$\Delta T = \epsilon_r / [\alpha \times (1 + \phi)] = -2.39 \times 10^{-4} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 1.8)] = -8.555$$

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura.

8.1.7 Azioni variabili da traffico

8.1.7.1 Coefficiente di incremento dinamico

Per il calcolo del coefficiente dinamico Φ si è fatto riferimento al paragrafo 2.5.1.4.2.5 del MdP RFI DTC SI PS MA IFS 001 C, tenendo conto di quanto riportato nella Tabella 2.5.1.4.2.5.3-1. In particolare, poiché la struttura ha altezza libera < 5.0m e luce libera < 8.0m, considerando la linea con normale standard manutentivo, vale quanto segue:

Lunghezza del trasverso $L_{soletta} = 2.80\text{m}$

Altezza dei piedritti $H_{int} = 2.45\text{m}$

Ricoprimento $h_r = 4.20\text{m}$

Lunghezza media $L_m = 2.57\text{m}$

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	17 di 144

Lunghezza caratteristica $L_{\phi} = 3.34$
 Coeff. incremento dinamico $\phi_3 = 1.00$

In accordo alla normativa tale coefficiente dinamico è stato ridotto in quanto il ricoprimento è superiore ad un metro e risulta pari a 1.

8.1.7.2 Larghezza di diffusione

Il sovraccarico ferroviario è stato distribuito dalla rotaia alla quota del piano medio della soletta di copertura assumendo che detta diffusione avvenga con rapporto 4/1 lungo il ballast ed 1/1 nel massetto delle pendenze e nelle strutture in c.a., con un aumento dell'impronta di carico pari a:

$$\Delta_d = 2.4333\text{m}$$

La diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta dunque pari a:

$$L_d = 2.40 + 2 \Delta_d = 7.25 \text{ m}$$

8.1.7.3 Treno LM71 (ACCM_LM71)

Carichi verticali sulla soletta superiore

Il treno LM71 viene schematizzato da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una larghezza illimitata.

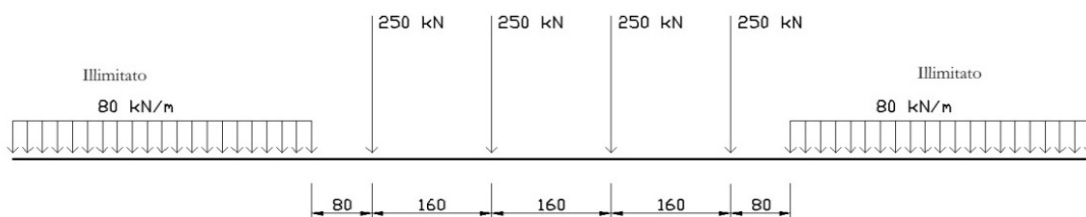


Figura 3 Treno LM71

La larghezza di diffusione in direzione longitudinale, considerando una larghezza della traversina pari a 0.30 m, risulta pari a:

$$L_l = 0.30 + 2 \times \Delta_d = 5.15 \text{ m}$$

Poiché la larghezza è maggiore dell'interasse degli assi di 1.6m, le larghezze di diffusione dei singoli assi si sovrappongono. Si assume, a favore di sicurezza, una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati pari a 6.4m..

Si assume una lunghezza totale di diffusione dei quattro carichi concentrati:

$$L_1 = 6.40 \text{ m.}$$

Pertanto il carico ripartito dovuto al treno LM71 (considerando il coefficiente di adattamento $\alpha=1.1$ ed il coefficiente dinamico Φ) risulta:

$$\text{Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate} \quad P_{V.Q1.cop} = 23.71 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carico ripartito prodotto dal carico distribuito} \quad P_{V.Q2.cop} = 12.14 \text{ kN/m}$$

Considerando che lo scatolare ha una larghezza inferiore a 6.40 m, il carico dovuto al treno LM71 viene distribuito per tutta la

larghezza dello scatolare.

8.1.7.4 Treno SW/2 (ACCM_SW2)

Carichi verticali sulla soletta superiore

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante. Viene schematizzato da un carico lineare uniformemente ripartito di valore pari a 150 kN/m (coefficiente $\alpha = 1,00$):

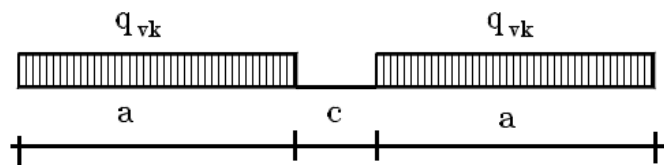


Figura 4 Treno di carico SW

Per la struttura scatolare in oggetto risulta:

$$q = q_{vk} / L_{d1} \times \phi = 20.69 \text{ kN/m}$$

Si considera il treno di carico SW/2 applicato su tutta la soletta superiore.

Nel caso in esame, è stato considerato il carico accidentale LM71 risultando quest'ultimo maggiore di quello dovuto all' SW/2.

8.1.7.5 Frenatura e avviamento (AVV e FREN)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario nella direzione longitudinale.

Treno LM71

$$\text{Avviamento} \quad A_v = 33 \text{ kN/m}$$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v \alpha / L_d = 5.01 \text{ kN/m}$$

Treno SW/2

Frenatura $A_v = 35 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v \alpha / L_d = 4.83 \text{ kN/m}$$

La spinta è applicata da sinistra verso destra per massimizzare gli effetti di sbilanciamento della struttura.

8.1.7.6 Spinta del sovraccarico sul rilevato (SPACCSX e SPACCDX)

Treno LM71

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate.

$$P_{H,Q,ritti} = (P_v \cdot Q_{1,cop} / \Phi) K_0 = 9.11 \text{ kN/m}$$

Treno SW/2

$$P_{H,Q,ritti} = (q_{sw/2} / \Phi) K_0 = 7.95 \text{ kN/m}$$

8.1.7.7 Serpeggio (SERP)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettilineo che in curva. Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a $Q_{sk}=100 \text{ kN}$ e la componente trasversale al tombino risulta:

$$Q_{\perp} = 100 \text{ kN} \cdot \sin(0.00^\circ) = 0.00 \text{ kN}$$

Considerando la diffusione del carico, si avrà:

$$q_{serp} = Q_{\perp} / (L_d \cdot L_{tot}) = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

8.1.8 Azioni sismiche

Forze di inerzia

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudo-statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\begin{aligned} \text{Forza sismica orizzontale} & F_h = k_h \times W \\ \text{Forza sismica verticale} & F_v = k_v \times W \end{aligned}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$\begin{aligned} k_h &= a_{\max}/g \\ k_v &= \pm 0.5 \times k_h \end{aligned}$$

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove nel caso specifico si assumerà, per i carichi dovuti al transito dei convogli ferroviari, $\psi_{2j} = 0.2$. Come massa del treno è stato considerato il carico uniformemente distribuito sulla copertura di intensità maggiore tra LM71 e SW/2.

Pertanto avremo che:

Massa associata al peso proprio copertura	$G_1 =$	7.50	kN/m
Massa associata al carico permanente	$G_2 =$	82.40	kN/m
Massa treno	$Q_k =$	23.71	kN/m
Massa associata al peso proprio piedritti	$G_3 =$	7.50	kN/m

8.1.8.1 Forze sismiche orizzontali (SISMA_H)

Forza orizzontale sulla soletta di copertura (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

$$F'_h = k_h (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 13.06 \quad \text{kN/m}$$

Forza orizzontale sui piedritti (carico orizzontale uniformemente distribuito applicato ai piedritti):

$$F''_h = k_h G_p = 1.04 \quad \text{kN/m}$$

8.1.8.2 Forze sismiche verticali (SISMA_V)

Per la forza sismica verticale avremo analogamente (carico verticale uniformemente distribuito applicato alla soletta di copertura):

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F'_v = k_v (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 6.53 \quad \text{kN/m}$$

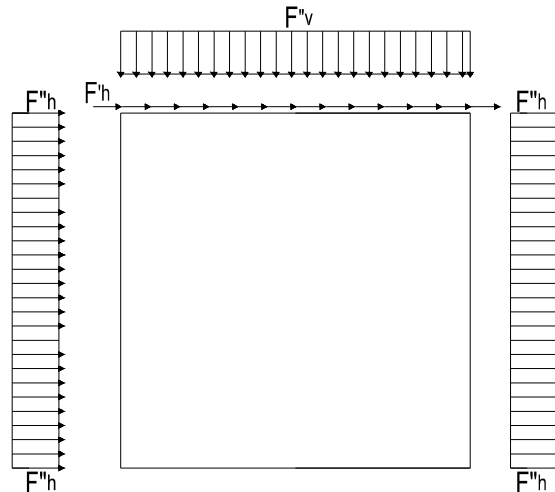


Figura 5 Forze sismiche agenti sulla struttura

8.1.8.3 Spinta delle terre in fase sismica (SPSDX e SPSSX)

Le spinte delle terre sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2 = 99.36 \quad \text{kN/m}$$

con risultante applicata ad un'altezza pari ad H/2.

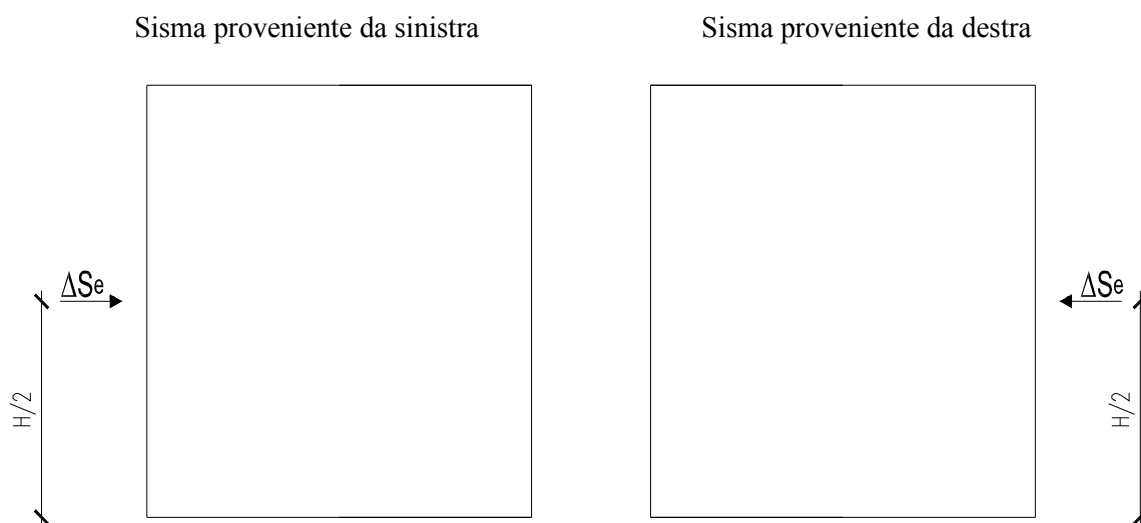



Figura 6 Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA TRATTA PIADENA - MANTOVA					
	Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0	COMMESSA NM25	LOTTO 03 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN 00 03 005	REV. A

Nel modello di calcolo si è applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto, pari a:

$$\Delta s_E = \Delta s_E / H = 33.12 \quad \text{kN/m}^2$$

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Gli effetti dei carichi verticali, dovuti alla presenza dei convogli, vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adotta3

ndo i coefficienti di cui alla Tabella 5.2.IV del DM 17/01/2018 di seguito riportata. In particolare, per ogni gruppo viene individuata una azione dominante che verrà considerata per intero; per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione. Ogni gruppo massimizza una particolare condizione alla quale la struttura dovrà essere verificata.

Tabella 5.2.IV – Valutazione dei carichi da traffico (da DM 17/01/2018)

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			COMMENTI
	Carico Verticale (1)	Treno Scarico	Frenatura ed Avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1.0	-	0.5 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1.0	0.0	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	stabilità laterale

Gruppo 3 (2)	1.0 (0.5)	-	1.0	0.5 (0.0)	0.5 (0.0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0.8 (0.6; 0.4)	-	0.8 (0.6; 0.4)	0.8 (0.6; 0.4)	0.8 (0.6; 0.4)	fessurazione
		Azione dominante				

(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nelle tabelle sopra riportate è indicato un coefficiente per gli effetti a sfavore di sicurezza e, tra parentesi, un coefficiente, minore del precedente, per gli effetti a favore di sicurezza.

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR.

Di seguito viene riportata la Tabella 5.2.III delle NTC18 dove si mostrano i carichi mobili in funzione del numero di binari presenti:

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0)	-	1,0 (LM 71"+SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71"+SW/0)	0,75 (LM 71"+SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71"+SW/0)	0,75 (LM 71"+SW/0)	1,0 (LM 71"+SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71"+SW/0)	-

⁽¹⁾ LM71 "+ SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Si riporta la Tabella 5.2.V delle NTC18 dei coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico SLU:

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 17/01/2018)

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

Si riporta la Tabella 5.2.VI delle NTC18 in cui sono espressi i coefficienti di combinazione delle azioni:

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni (da DM 17/01/2018)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	25 di 144

 Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente $\psi_2 = 0.2$ (paragrafo 5.1.3.12 del DM 17/01/2018) coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Si riportano di seguito le combinazioni delle azioni maggiormente significative per la determinazione delle sollecitazioni più gravose.

Tabella 2 Combinazioni di carico

	SLU01	SLU02	SLV01	SLV02	SLV03	SLV04	SLE_QPERM01	SLE_RARA01	SLE_RARA02	SLE_RARA03	SLE_RARA04
PP	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTW	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ACC_LM71/SW2	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	0	1	0.8	0.8	0.8
AVV/FREN	1.45	1.45	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0.8	1	0.8	0.8
SERP	1	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0	1	1	1	1
TERM	0	±0.9	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	0	±0.6	±0.6	±0.6	±1
RITIRO	0	±1.2	±1	±1	±1	±1	0	±1	±1	±1	±1
SISMA H_DX	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
SISMA H_SX	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
SISMA V	0	0	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0	0	0	0	0

9 CRITERI DI VERIFICA

9.1 Verifiche strutturali

Le verifiche strutturali condotte sono le seguenti:

Verifiche di stato limite di esercizio:

Verifiche di deformabilità

Verifiche a fessurazione

Verifica delle tensioni

Verifiche di stato limite di ultimo

Verifica a flessione

Verifica a taglio

9.1.1 Verifiche allo stato limite ultimo

9.1.1.1 Sollecitazioni flettenti

La verifica agli SLU è stata realizzata attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabola-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{\max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{\max} = f_{yk} / 1.15$)

9.1.1.2 Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con la seguente espressione:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) è soddisfatta se è verificata la seguente relazione:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" dell'armatura trasversale è stata calcolata con la seguente relazione:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" del calcestruzzo d'anima è stata calcolata con la seguente relazione:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due relazioni sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;

- A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;
- S è interasse tra due armature trasversali consecutive;
- α è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- f_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f_{cd}=0.5f_{cd}$);
- α è un coefficiente maggiorativo par ad 1 per membrature non compresse.

9.1.2 Verifiche allo stato limite di esercizio

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tabella 3 Descrizione delle condizioni ambientali (Tab. 4.1.III delle NTC18)

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame, le condizioni ambientali sono sempre "aggressive".

9.1.2.1 Verifica a fessurazione

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è pari a $w_l=0.2\text{mm}$ per la combinazione rara.

9.1.2.2 Verifica delle tensioni

I limiti tensionali considerati per i materiali sono relativi alla combinazione di carico quasi permanente e caratteristica.

Calcestruzzo:

Combinazione di azioni	Limite tensionale
Caratteristica (rara)	$\sigma_c \leq 0.55f_{ck}$
Quasi permanente	$\sigma_c \leq 0.40f_{ck}$

Acciaio:

Combinazione di azioni	Limite tensionale
------------------------	-------------------

Caratteristica (rara)

$$\sigma_a \leq 0.75 f_{yk}$$

9.2 Verifiche geotecniche

La verifica a capacità portante del complesso fondazione – terreno è stata effettuata applicando la combinazione (A1+M1+R3) dell'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I delle NTC2018. I coefficienti γ_R sono riportati nella seguente tabella 6.4.I delle NTC18):

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

La pressione limite puo' essere calcolata in base alla formula generale di Brinch Hansen (1970):

$$q_{lim} = 0.5 \cdot \gamma \cdot B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + q \cdot N_q s_q d_q i_q b_q g_q + c N_c s_c d_c i_c b_c g_c$$

(valida in condizioni drenate)

$$q_{lim} = c_u N_c^* d_c^* i_c^* s_c^* b_c^* g_c^* + q$$

(valida in condizioni non drenate)

essendo

N_q, N_c, N_{γ} i fattori di capacità portante in condizioni drenate;

N_c^* il fattore di capacità portante in condizioni non drenate;

s_{γ}, s_q, s_c i fattori di forma della fondazione;

i_{γ}, i_q, i_c i fattori correttivi per l'inclinazione del carico;

b_{γ}, b_q, b_c i fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione;

g_{γ}, g_q, g_c i fattori correttivi per l'inclinazione del piano campagna;

d_{γ}, d_q, d_c i fattori correttivi per la profondità del piano di posa;

$d_c^*, i_c^*, s_c^*, b_c^*, g_c^*$ i fattori correttivi corrispondenti rispettivamente a quanto sopra esposto ma validi in condizioni non drenate.

In condizioni drenate valgono le seguenti espressioni:

$$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi' / 2) * e^{(\pi * \text{tg} \phi')}$$

$$N_c = (N_q - 1) / \text{tg} \phi'$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) * \text{tg} \phi'$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{N + B' \cdot c \cdot \text{cotg} \phi'} \right]^{m+1}$$

$$i_q = i_c = \left[1 - \frac{H}{N + B' \cdot c \cdot \text{cotg} \phi'} \right]^m$$

$$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \cdot \frac{D}{B'} \quad \text{per } D/B' \leq 1$$

$$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \cdot \text{arctg} \left(\frac{D}{B'} \right) \quad \text{per } D/B' > 1$$

$$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \text{tg} \phi'}$$

$$s_q = 1 + (B / 2) \text{tg} \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4B/4$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{NcL}$$

$$g_\gamma = g_q = (1 - 0.5 \text{tg} \beta)^5$$

$$g_c = 1 - \beta^2 / 147^\circ$$

$$b_q = e^{(-2.7 \text{tg} \phi')}$$

$$b_\gamma = e^{(-2.7 \text{tg} \phi')}$$

ove $\beta + \eta \leq 90^\circ$ e $\beta \leq \phi$

In condizioni non drenate i fattori hanno le seguenti espressioni:

$$N_c^* = (2 + \pi)$$

$$s_c^* = 0.2 + \frac{B}{L}$$

$$i_c^* = \left[1 - \frac{mH}{B'cuNc} \right] m$$

$$d_c^* = 0.4 + \frac{D}{B} \quad \text{per } D/B \leq 1$$

$$d_c^* = 0.4 + \frac{tg^{-1}D}{B} \quad \text{per } D/B > 1$$

$$g_c^* = \beta^\circ / 147^\circ$$

$$b_c^* = \eta^\circ / 147^\circ$$

Si sono indicate con:

$q = \gamma^*D$ = pressione verticale totale agente alla quota di imposta della fondazione;

B' = larghezza efficace equivalente della fondazione;

γ = peso di volume naturale del terreno;

c_u = coesione non drenata;

D = affondamento della fondazione;

H = carico orizzontale agente.

Per valutare gli effetti dell'eccentricità è necessario inserire nell'equazione della capacità due dimensioni L' e B' ridotte secondo le:

$$L' = L - 2e_x$$

$$B' = B - 2e_y$$

dove B e L sono le reali dimensioni della fondazione e e_x e e_y sono le eccentricità.



**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	32 di 144

10 MODELLAZIONE STRUTTURALE

10.1 Codice di calcolo

Il modello di calcolo è stato implementato tramite il software specifico SCAT 14.0 di Aztec Informatica.

10.2 Modello di calcolo

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

La fondazione è schematizzata come una trave su suolo elastico alla Winkler non reagente a trazione, il calcolo della costante di sottofondo è riportata nel paragrafo 10.2.1.

Di seguito si riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico:

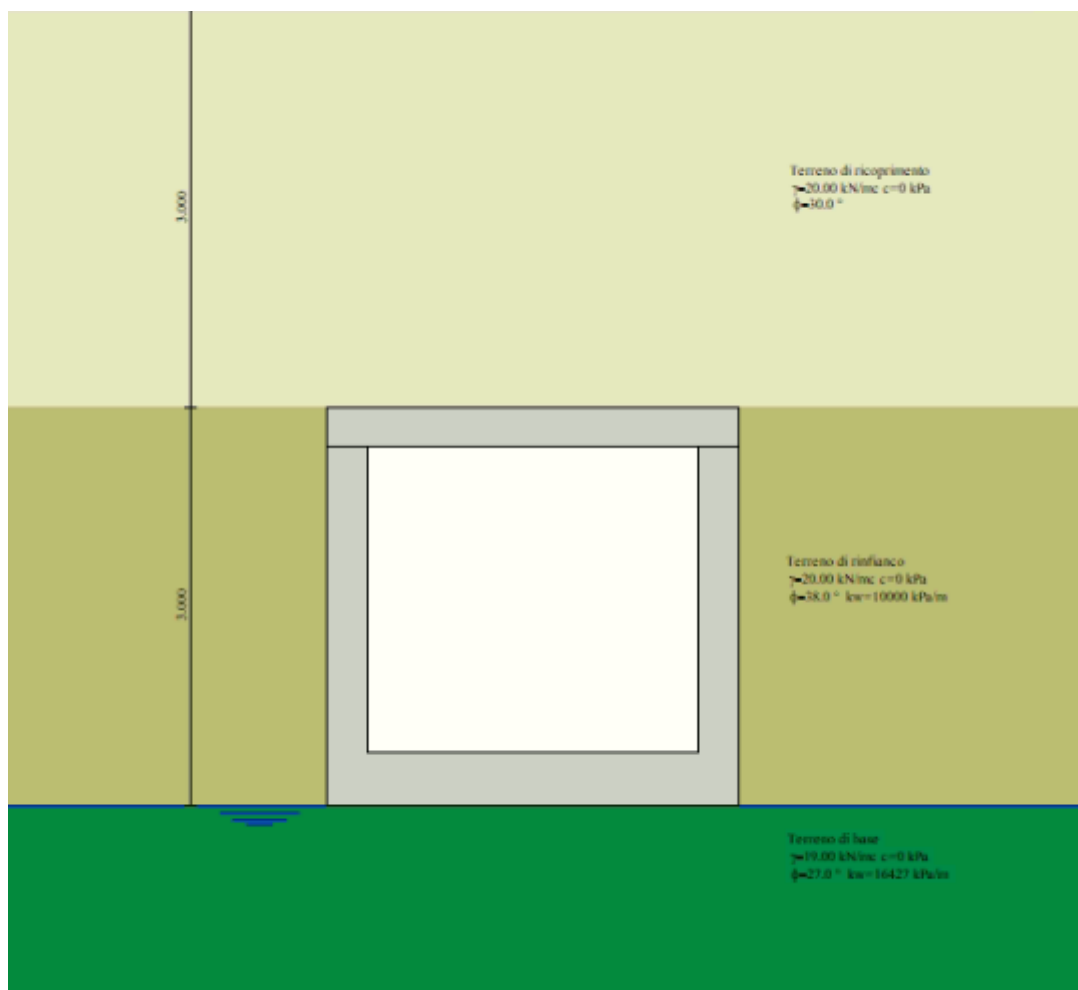


Figura 7 Modello geotecnico

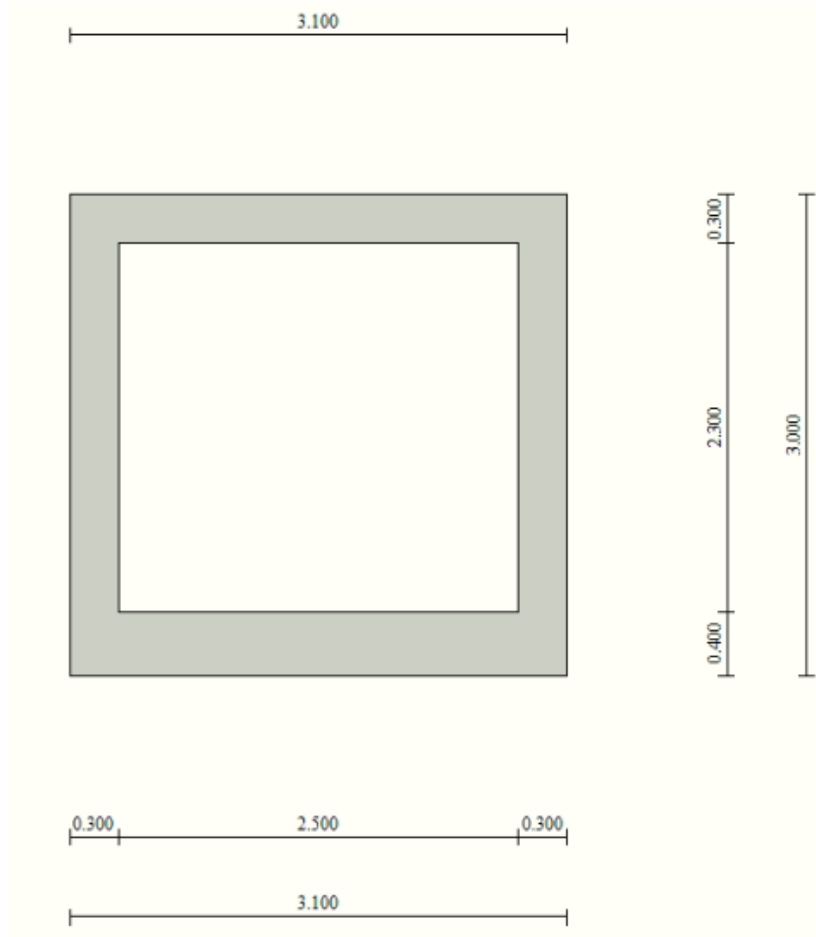


Figura 8 Modello geometrico

10.2.1 Interazione terreno-struttura

Nelle analisi strutturali, per la determinazione del coefficiente di sottofondo alla Winkler si è fatto riferimento alla seguente relazione (Vesic, 1965):

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson;

b = dimensione trasversale;

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	35 di 144

h = altezza;

J = inerzia;

E_c = modulo elastico del calcestruzzo della fondazione.

Nel caso in esame K risulta pari a 15287 kN/mc. Tale rigidità è stata applicata come beam support lungo l'elemento, in particolare considerando la striscia di calcolo pari ad 1m risulta 15287 kPa/m*1m = 15287 kN/m/m.

11 RISULTATI E ANALISI

11.1 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito è riportato l'involuppo delle sollecitazioni flettenti e taglianti dello stato limite ultimo. Le unità di misura adottate nei diagrammi seguenti sono kN-m.

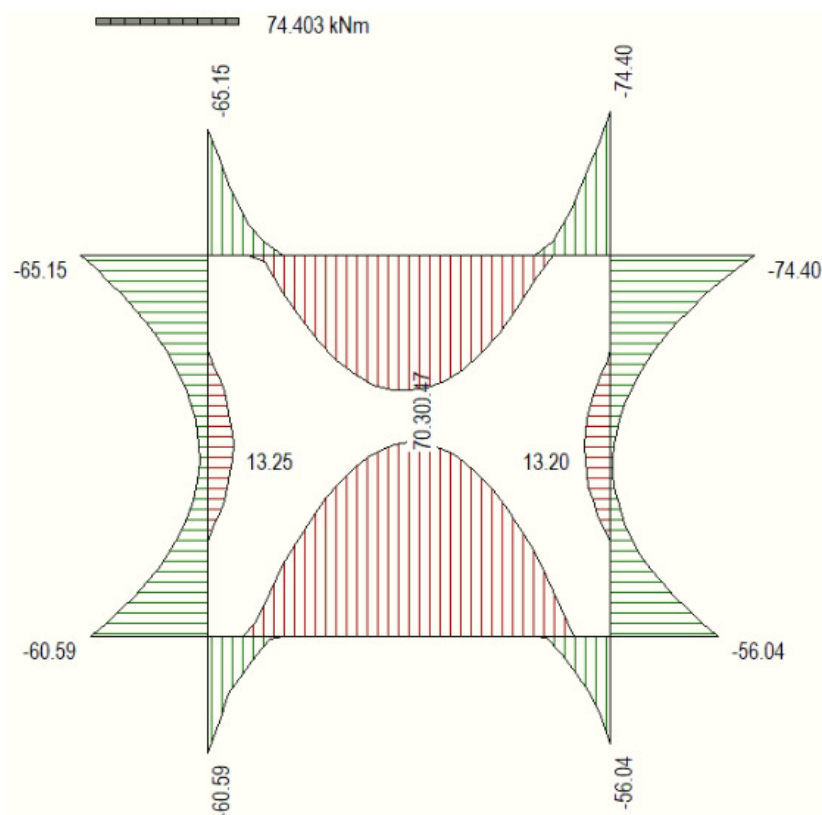


Figura 9 Involuppo SLU/Sisma: Momenti flettenti

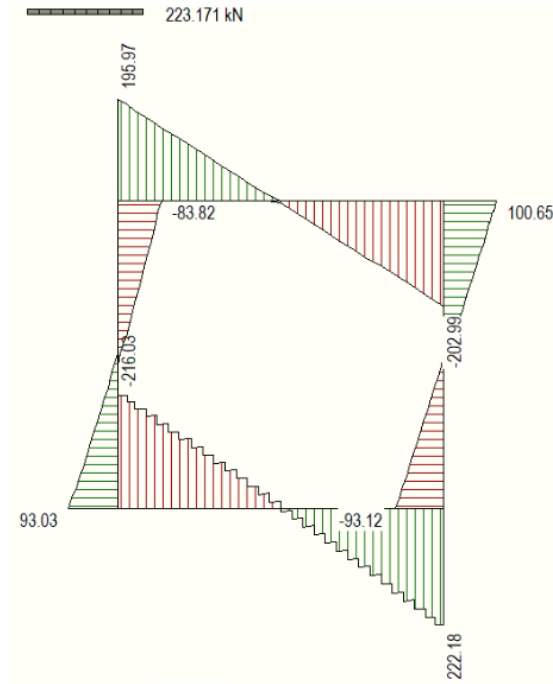


Figura 10 Involuppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti

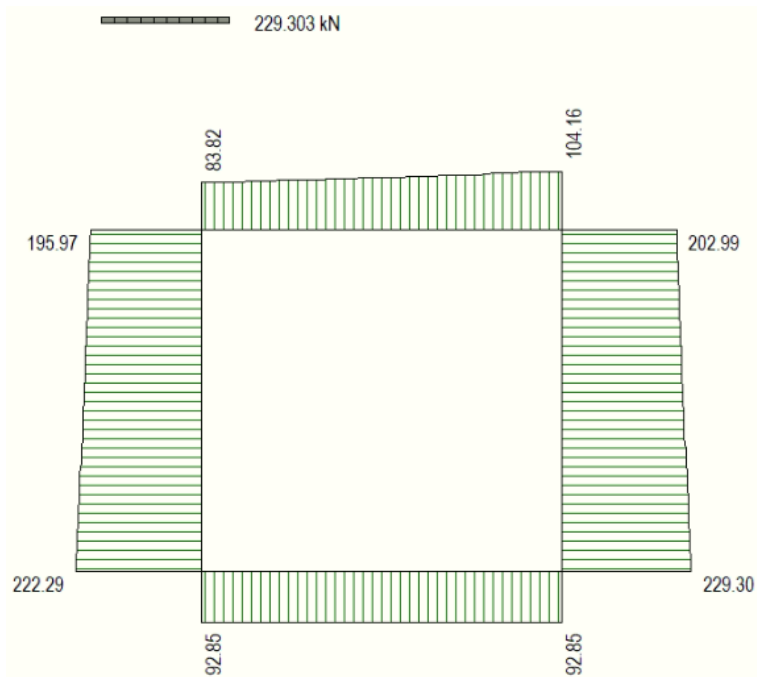


Figura 11 Involuppo SLU/Sisma: sforzo normale

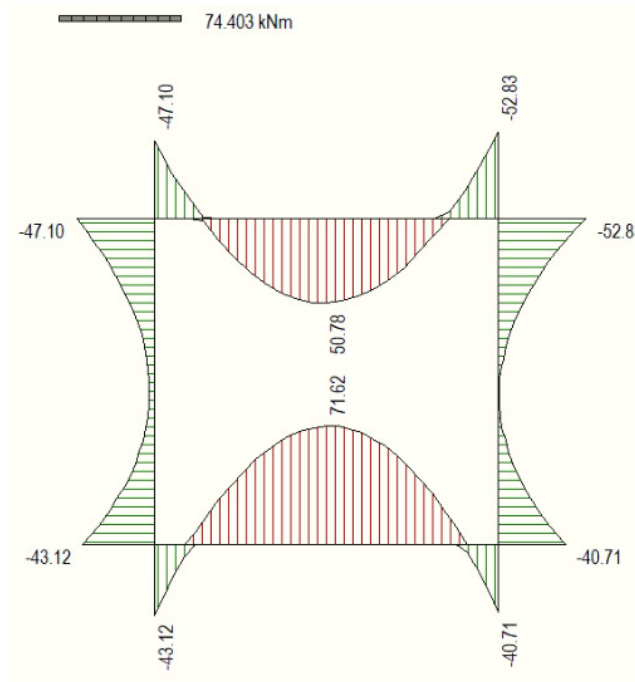


Figura 12 Involuppo SLE Momenti flettenti

11.2 VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Le verifiche strutturali risultano soddisfatte allo stato limite ultimo e in esercizio per tutte le combinazioni di carico.

Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio, sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 9. Per i dettagli si rimanda i tabulati di calcolo in allegato.

11.2.1 Verifiche a taglio

11.2.1.1 Fondazione

SEZIONE

bw	=	100	cm
h	=	40	cm
c	=	8.2	cm
d	=	h-c	= 31.8 cm

MATERIALI

$$f_{ywd} = 391.30 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} = 37 \text{ MPa}$$

$$g_c = 1.5$$

$$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / g_c = 17.40 \text{ MPa}$$

ARMATURE A TAGLIO

$$\varnothing_{st} = 12$$

$$\text{braccia} = 5$$

$$\varnothing_{st2} = 0$$

$$\text{braccia} = 0$$

$$\text{passo} = 40 \text{ cm}$$

$$(A_{sw} / s) = 14.137 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$a = 90^\circ \quad (90^\circ \text{ staffe verticali})$$

Calcolo di $\cot q$

$$\cot(q) = 3.84$$

$$q = 14.60^\circ$$

IPOTESI $1 \leq \cot q \leq 2.5$ Rottura bilanciata $V_{Rsd} = V_{Rcd}$

$$V_{Rsd} = 607.62 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rcd} = 607.62 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rd} = 608 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

11.2.1.2 Soletta e piedritti

SEZIONE

$$\begin{aligned} bw &= 100 \text{ cm} \\ h &= 30 \text{ cm} \\ c &= 8.2 \text{ cm} \\ d &= h - c = 21.8 \text{ cm} \end{aligned}$$

MATERIALI

$$\begin{aligned} f_{ywd} &= 391.30 \text{ MPa} \\ R_{ck} &= 37 \text{ MPa} \\ g_c &= 1.5 \\ f_{ck} &= 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ MPa} \\ f_{cd} &= 0.85 \times f_{ck} / g_c = 17.40 \text{ MPa} \end{aligned}$$

ARMATURE A TAGLIO

$$\begin{aligned} \varnothing_{st} &= 12 \\ braccia &= 5 \\ \varnothing_{st2} &= 0 \\ braccia &= 0 \\ passo &= 40 \text{ cm} \\ (A_{sw} / s) &= 14.137 \text{ cm}^2 / \text{m} \\ a &= 90^\circ \quad (90^\circ \text{ staffe verticali}) \end{aligned}$$

Calcolo di $\cot q$

$$\begin{aligned} \cot(q) &= 3.84 \\ q &= 14.60^\circ \end{aligned}$$

IPOSTESI $1 \leq \cot q \leq 2.5$ Rottura bilanciata $V_{Rsd} = V_{Rcd}$

$$VR_{sd} = 416.55 \text{ (KN)}$$

$$VR_{cd} = 416.55 \text{ (KN)}$$

$$VR_d = 417 \text{ (KN)} \quad \min(VR_{sd}, VR_{cd})$$

11.2.2 Armature di progetto

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio.

Si riporta di seguito l'armatura degli elementi strutturali nelle sezioni di mezzeria e di incastro.

Elemento	Sezione	Dimensioni [cm]			Flessione		Armatura a taglio
		B	x	H	Lato terra	Lato interno	
SOLETTA SUP.	INCASTRO	100	x	30	5Ø16	5Ø16	Ø12/20
	MEZZERIA				5Ø16	5Ø16	
PIEDRITTI	TESTA	100	x	30	5Ø16	5Ø16	Ø12/20
	MEZZERIA				5Ø16	5Ø16	
	PIEDE				5Ø16	5Ø16	
SOLETTA INF.	INCASTRO	100	x	40	5Ø16	5Ø16	Ø12/20
	MEZZERIA				5Ø16	5Ø16	

Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo riportati di seguito.

11.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche di capacità portante risultano soddisfatte per tutte le combinazioni di calcolo. Per i dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

11.4 VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE

Si riportano, di seguito, i risultati ottenuti dalla valutazione delle incidenze degli elementi che costituiscono il sottovia.

Elemento	Spessore [m]	Armatura longitudinale				Armatura trasversale				Spilli				Sommano [kg]	Incidenza di progetto [kg/m³]
		Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Lato	Diametro [mm]	N°	Peso [kg/m]	Diametro [mm]	Maglia [cmxcm]	N°	Peso [kg/m]		
Fondazione	0.40	LATO A	16	5	7.89	LATO A	12	5	4.44	12	20x40	12.5	11.1	35.76	120
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	12	5	4.44						
Soletta superiore	0.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	12	5	4.44	12	20x40	12.5	11.1	35.76	120
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	12	5	4.44						
Piedritti	0.30	LATO A	16	5	7.89	LATO A	12	5	4.44	12	20x40	12.5	11.1	35.76	120
		LATO B	16	5	7.89	LATO B	12	5	4.44						

12 ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	3.00	[m]
Larghezza esterna	3.10	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.30	[m]
Spessore piedritto destro	0.30	[m]
Spessore fondazione	0.40	[m]
Spessore traverso	0.30	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	3.00	[m]
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30.00	[°]
Coesione	0	[kPa]

Strato di rinfilanco

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	43 di 144

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	10000	[kPa/m]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	27.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	27.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	16427	[kPa/m]
Tensione limite	875	[kPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	0.00	[m]
---	------	-----

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	37000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	32532520	[kPa]

Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F _y	componente Y del carico concentrato
F _x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X _i , X _f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y _i , Y _f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V _{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V _{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V _{ti}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V _{tf}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D _e	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	45 di 144

D_i variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n° 7 (LM71)

Distr	Terreno	$X_i = -2.56$	$X_f = 5.32$	$V_{ni} = 35.45$	$V_{nf} = 35.45$
-------	---------	---------------	--------------	------------------	------------------

Condizione di carico n° 8 (AVVIAMENTO)

Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_f = 3.10$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{nf} = 0.00$	$V_{ti} = 5.01$ $V_{tf} = 5.01$
-------	----------	--------------	--------------	-----------------	-----------------	---------------------------------

Condizione di carico n° 9 (SERPEGGIO)

Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_f = 3.10$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{nf} = 0.00$	$V_{ti} = 0.00$ $V_{tf} = 0.00$
-------	----------	--------------	--------------	-----------------	-----------------	---------------------------------

Condizione di carico n° 10 (TERMICA UNIFORME)

Term	Traverso	$D_{te} = 15.00$	$D_{ti} = 15.00$
------	----------	------------------	------------------

Condizione di carico n° 11 (RITIRO)

Term	Traverso	$D_{te} = -8.55$	$D_{ti} = -8.55$
------	----------	------------------	------------------

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha) / (1.0 + \text{ctg}^2 \theta))$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	47 di 144

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) $0.55 f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) $0.40 f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) $0.75 f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0.20$ $w_2=0.20$ $w_3=0.20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 2

Copriferro sezioni 0.0820 [m]

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.50	1.30

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	49 di 144

Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.25
Termici	Favorevole	$\gamma_{e.fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e.sfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qifav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qisfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{e.fav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{e.sfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	50 di 144

Parametri

		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
LM71	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.45	0.69	1.00

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	0.74	1.00
LM71	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.45	1.00	1.45
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.45	0.69	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.50	0.60	0.90
RITIRO	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	52 di 144

LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.20	0.20
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	53 di 144

LM71	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Rara)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	54 di 144

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
TERMICA UNIFORME	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
LM71	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
AVVIAMENTO	Sfavorevole	1.00	0.80	0.80
SERPEGGIO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
RITIRO	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Y ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

ux spostamento direzione X espresso in m

uy spostamento direzione Y espresso in m

σ pressione sul terreno espressa in kPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **valore 0.00**

Metodo di calcolo della portanza

Pressione geostatica

Hansen

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]

a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]

a Riposo [combinazione 4]

a Riposo [combinazione 5]

a Riposo [combinazione 6]

a Riposo [combinazione 7]

a Riposo [combinazione 8]

a Riposo [combinazione 9]

a Riposo [combinazione 10]

a Riposo [combinazione 11]

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	45.159632
Longitudine	10.784886
Comune	
Provincia	
Regione	
Punti di interpolazione del reticolo	13837 - 13615 - 13614 - 13836

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.91 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 13.91$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 6.96$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.39 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	57 di 144

Coefficiente riduzione (β_m)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 5.95$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.98$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	0.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.384	0.000
2	0.384	0.000
3	0.384	0.516
4	0.384	0.516
5	0.384	0.516
6	0.384	0.516
7	0.384	0.000
8	0.384	0.000
9	0.384	0.000
10	0.384	0.000
11	0.384	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	30
Numero elementi trasverso	24
Numero elementi piedritto sinistro	28
Numero elementi piedritto destro	28

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	58 di 144

Numero molle fondazione	31
Numero molle piedritto sinistro	29
Numero molle piedritto destro	29

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00009	0.01017
0.88	-0.00009	0.01025
1.55	-0.00010	0.01046
2.22	-0.00010	0.01091
2.95	-0.00011	0.01157

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00135	0.01022
0.80	0.00134	0.01094
1.55	0.00134	0.01155
2.30	0.00133	0.01168
2.95	0.00132	0.01163

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00009	0.01017
1.53	0.00046	0.01020
2.85	0.00135	0.01022

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	60 di 144

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00011	0.01157
1.53	0.00074	0.01160
2.85	0.00132	0.01163

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00126	0.01015
0.88	0.00126	0.01023
1.55	0.00125	0.01045
2.22	0.00125	0.01092
2.95	0.00124	0.01160

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00269	0.01021
0.80	0.00271	0.01093
1.55	0.00273	0.01155
2.30	0.00275	0.01169
2.95	0.00277	0.01166

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00126	0.01015
1.53	0.00181	0.01018

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	61 di 144

2.85 0.00269 0.01021

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00124	0.01160
1.53	0.00215	0.01163
2.85	0.00277	0.01166

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00240	0.00588
0.88	0.00240	0.00594
1.55	0.00239	0.00604
2.22	0.00239	0.00625
2.95	0.00238	0.00652

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00307	0.00591
0.80	0.00306	0.00621
1.55	0.00305	0.00648
2.30	0.00303	0.00655
2.95	0.00302	0.00656

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	62 di 144

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00240	0.00588
1.53	0.00278	0.00590
2.85	0.00307	0.00591

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00238	0.00652
1.53	0.00266	0.00654
2.85	0.00302	0.00656

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00240	0.00561
0.88	0.00240	0.00568
1.55	0.00239	0.00578
2.22	0.00239	0.00599
2.95	0.00238	0.00626

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00308	0.00564
0.80	0.00306	0.00593
1.55	0.00305	0.00620
2.30	0.00303	0.00627
2.95	0.00302	0.00629

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00240	0.00561
1.53	0.00279	0.00563
2.85	0.00308	0.00564

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00238	0.00626
1.53	0.00266	0.00627
2.85	0.00302	0.00629

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00239	0.00633
0.88	-0.00239	0.00615
1.55	-0.00240	0.00604
2.22	-0.00240	0.00604
2.95	-0.00241	0.00608

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00262	0.00636
0.80	-0.00263	0.00645
1.55	-0.00265	0.00649
2.30	-0.00266	0.00631

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	64 di 144

2.95 -0.00268 0.00611

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.20	-0.00239	0.00633
1.53	-0.00248	0.00635
2.85	-0.00262	0.00636

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.20	-0.00241	0.00608
1.53	-0.00258	0.00610
2.85	-0.00268	0.00611

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.15	-0.00239	0.00606
0.88	-0.00240	0.00589
1.55	-0.00240	0.00578
2.22	-0.00241	0.00577
2.95	-0.00241	0.00581

Spostamenti traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.15	-0.00262	0.00609

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	65 di 144

0.80	-0.00264	0.00617
1.55	-0.00265	0.00621
2.30	-0.00267	0.00604
2.95	-0.00268	0.00584

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00239	0.00606
1.53	-0.00247	0.00608
2.85	-0.00262	0.00609

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00241	0.00581
1.53	-0.00259	0.00583
2.85	-0.00268	0.00584

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00001	0.00567
0.88	0.00000	0.00553
1.55	0.00000	0.00547
2.22	0.00000	0.00553
2.95	-0.00001	0.00567

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	66 di 144

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00001	0.00570
0.80	0.00000	0.00588
1.55	0.00000	0.00600
2.30	0.00000	0.00588
2.95	-0.00001	0.00570

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00001	0.00567
1.53	-0.00006	0.00568
2.85	0.00001	0.00570

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00001	0.00567
1.53	0.00006	0.00568
2.85	-0.00001	0.00570

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00006	0.00751
0.88	-0.00006	0.00750
1.55	-0.00007	0.00759
2.22	-0.00007	0.00786

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	67 di 144

2.95 -0.00007 0.00827

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00072	0.00755
0.80	0.00072	0.00801
1.55	0.00071	0.00838
2.30	0.00071	0.00841
2.95	0.00071	0.00831

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00006	0.00751
1.53	0.00021	0.00753
2.85	0.00072	0.00755

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00007	0.00827
1.53	0.00042	0.00829
2.85	0.00071	0.00831

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00006	0.00696

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	68 di 144

0.88	-0.00006	0.00702
1.55	-0.00007	0.00717
2.22	-0.00007	0.00748
2.95	-0.00007	0.00792

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00092	0.00700
0.80	0.00092	0.00749
1.55	0.00092	0.00790
2.30	0.00092	0.00799
2.95	0.00092	0.00796

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00006	0.00696
1.53	0.00032	0.00698
2.85	0.00092	0.00700

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00007	0.00792
1.53	0.00051	0.00794
2.85	0.00092	0.00796

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00006	0.00706
0.88	-0.00006	0.00707
1.55	-0.00006	0.00717
2.22	-0.00007	0.00743
2.95	-0.00007	0.00782

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00072	0.00710
0.80	0.00072	0.00754
1.55	0.00072	0.00790
2.30	0.00072	0.00794
2.95	0.00072	0.00786

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00006	0.00706
1.53	0.00022	0.00708
2.85	0.00072	0.00710

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00007	0.00782
1.53	0.00042	0.00785
2.85	0.00072	0.00786

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	-0.00007	0.00710
0.88	-0.00007	0.00708
1.55	-0.00008	0.00716
2.22	-0.00008	0.00741
2.95	-0.00008	0.00781

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.15	0.00055	0.00714
0.80	0.00060	0.00755
1.55	0.00065	0.00789
2.30	0.00070	0.00792
2.95	0.00075	0.00785

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00007	0.00710
1.53	0.00013	0.00712
2.85	0.00055	0.00714

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
-------	-----------	-----------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	71 di 144

0.20	-0.00008	0.00781
1.53	0.00042	0.00783
2.85	0.00075	0.00785

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-60.5884	-215.5890	92.8524
0.88	59.9426	-101.5252	92.8524
1.55	98.4057	3.9915	92.8524
2.22	64.8812	113.3743	92.8524
2.95	-56.0439	222.1777	92.8524

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-63.9730	195.5395	82.9234
0.80	33.0601	103.0237	87.6453
1.55	70.2970	-3.7252	93.0937
2.30	27.4723	-110.4741	98.5421
2.95	-74.4035	-202.9898	103.2640

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-60.5884	92.6314	221.8523
1.53	-4.1613	-4.3260	208.6959
2.85	-63.9730	-82.9234	195.5395

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	73 di 144

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-56.0439	-93.1229	229.3027
1.53	-0.6748	8.6823	216.1463
2.85	-74.4035	100.6547	202.9898

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-59.3688	-216.0346	88.4826
0.88	61.5486	-102.1537	88.4826
1.55	100.4659	3.2741	88.4826
2.22	67.4213	112.6978	88.4826
2.95	-53.0800	221.7225	88.4826

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-65.1456	195.9743	83.8181
0.80	32.1701	103.4586	88.5401
1.55	69.7332	-3.2903	93.9884
2.30	27.2346	-110.0392	99.4368
2.95	-74.3585	-202.5549	104.1587

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-59.3688	91.6000	222.2872
1.53	-4.1485	-5.2207	209.1308
2.85	-65.1456	-83.8181	195.9743

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-53.0800	-85.4123	228.8678
1.53	-1.9231	9.5502	215.7114
2.85	-74.3585	98.6908	202.5549

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-47.3323	-121.3879	87.0908
0.88	20.6897	-57.3243	88.0827
1.55	42.5993	1.8814	89.0012
2.22	24.2137	62.8499	89.9197
2.95	-42.6284	122.5440	90.9117

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-41.5504	104.1630	79.6699
0.80	10.3210	55.4411	80.9864
1.55	30.8202	-0.7765	82.5055
2.30	9.1562	-56.9942	84.0246
2.95	-43.7247	-105.7161	85.3411

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	75 di 144

0.20	-47.3323	93.0274	125.0101
1.53	12.7658	-0.0706	114.5866
2.85	-41.5504	-79.6699	104.1630

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.6284	-85.0224	126.5632
1.53	12.0505	3.2185	116.1396
2.85	-43.7247	79.3901	105.7161

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-46.6495	-117.4106	86.9307
0.88	19.1595	-55.5717	87.9227
1.55	40.4127	1.6722	88.8412
2.22	22.6888	60.6757	89.7596
2.95	-41.9364	118.5632	90.7516

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-41.2728	102.7318	79.8227
0.80	9.8845	54.6751	81.1393
1.55	30.0971	-0.7749	82.6584
2.30	8.7222	-56.2249	84.1775
2.95	-43.4425	-104.2816	85.4940

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-46.6495	92.8745	120.8668
1.53	13.2459	-0.2235	111.7993
2.85	-41.2728	-79.8227	102.7318

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-41.9364	-84.8551	122.4166
1.53	12.5232	3.3702	113.3491
2.85	-43.4425	79.5364	104.2816

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-42.9205	-121.6417	90.0537
0.88	23.8824	-53.7616	89.0617
1.55	42.9799	6.4349	88.1433
2.22	21.7870	66.0668	87.2248
2.95	-46.2673	122.2884	86.2328

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-42.0259	104.6932	80.5716
0.80	10.1901	55.9713	80.5576
1.55	31.0869	-0.2464	80.5415
2.30	9.8205	-56.4640	80.5254
2.95	-42.7157	-105.1859	80.5115

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.9205	84.1477	125.5403
1.53	11.0957	-2.8265	115.1168
2.85	-42.0259	-75.4049	104.6932

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-46.2673	-92.1858	126.0330
1.53	12.7156	0.9122	115.6095
2.85	-42.7157	80.5115	105.1859

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-42.2285	-117.6608	89.8936
0.88	22.3575	-52.0017	88.9017
1.55	40.7933	6.2339	87.9832
2.22	20.2568	63.8995	87.0647
2.95	-45.5845	118.3112	86.0728

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-41.7437	103.2587	80.7244
0.80	9.7560	55.2020	80.7105

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	78 di 144

1.55	30.3638	-0.2480	80.6944
2.30	9.3840	-55.6980	80.6783
2.95	-42.4381	-103.7547	80.6644

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-42.2285	83.9804	121.3937
1.53	11.5684	-2.9783	112.3262
2.85	-41.7437	-75.5512	103.2587

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-45.5845	-92.0329	121.8897
1.53	13.1958	1.0651	112.8222
2.85	-42.4381	80.6644	103.7547

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-30.0671	-110.2956	49.6637
0.88	30.8377	-49.7134	49.6637
1.55	48.9981	4.3179	49.6637
2.22	30.8377	58.4438	49.6637
2.95	-30.0671	110.2956	49.6637

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	79 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-32.8037	94.2971	42.7883
0.80	14.2607	50.5163	42.7883
1.55	33.2043	0.0000	42.7883
2.30	14.2607	-50.5163	42.7883
2.95	-32.8037	-94.2971	42.7883

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-30.0671	49.6769	113.7882
1.53	-0.7208	-3.2965	104.0427
2.85	-32.8037	-42.7883	94.2971

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-30.0671	-49.6769	113.7882
1.53	-0.7208	3.2965	104.0427
2.85	-32.8037	42.7883	94.2971

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-43.1181	-156.7457	66.9230
0.88	44.2164	-73.0259	66.9230
1.55	71.6185	3.6935	66.9230
2.22	46.8737	82.5512	66.9230
2.95	-40.7071	160.3738	66.9230

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-47.0979	141.8787	60.6503
0.80	23.4057	75.0554	63.2555
1.55	50.7834	-2.0484	66.2615
2.30	20.3331	-79.1522	69.2675
2.95	-52.8334	-145.9755	71.8727

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-43.1181	66.7764	161.3698
1.53	-2.9331	-3.7673	151.6243
2.85	-47.0979	-60.6503	141.8787

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-40.7071	-67.1051	165.4666
1.53	-0.9732	6.1201	155.7211
2.85	-52.8334	70.4672	145.9755

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-41.3683	-146.6415	64.0707
0.88	40.6453	-69.0644	64.0707

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	81 di 144

1.55	66.8354	2.7242	64.0707
2.22	44.0407	77.1698	64.0707
2.95	-38.2446	151.1736	64.0707

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-43.1848	131.4389	56.2157
0.80	22.0306	69.2240	59.4722
1.55	47.0287	-2.5623	63.2297
2.30	18.1871	-74.3486	66.9872
2.95	-50.3593	-136.5634	70.2437

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-41.3683	63.9194	150.9299
1.53	-2.5039	-2.9433	141.1844
2.85	-43.1848	-56.2157	131.4389

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-38.2446	-64.2561	156.0545
1.53	-0.1064	5.9313	146.3090
2.85	-50.3593	68.4337	136.5634

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	82 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-40.8370	-147.0935	63.6723
0.88	41.1919	-68.6645	63.6723
1.55	67.0207	3.3443	63.6723
2.22	43.8668	77.4891	63.6723
2.95	-38.3998	150.7207	63.6723

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-43.7721	131.9524	56.6422
0.80	21.7771	69.7376	59.2474
1.55	47.1604	-2.0488	62.2534
2.30	18.7040	-73.8351	65.2594
2.95	-49.5086	-136.0499	67.8646

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-40.8370	63.5330	151.4434
1.53	-2.5262	-3.3697	141.6979
2.85	-43.7721	-56.6422	131.9524

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-38.3998	-63.8454	155.5409
1.53	-0.5793	5.7339	145.7954
2.85	-49.5086	66.4463	136.0499

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-38.3086	-147.1642	62.1956
0.88	43.6715	-68.4785	62.1956
1.55	69.3603	3.5495	62.1956
2.22	46.0957	77.5802	62.1956
2.95	-36.1771	150.6391	62.1956

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.15	-45.5916	132.0449	58.3017
0.80	20.0177	69.8300	60.9069
1.55	45.4704	-1.9563	63.9129
2.30	17.0833	-73.7426	66.9189
2.95	-51.0692	-135.9574	69.5241

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-38.3086	62.0188	151.5359
1.53	-2.1469	-5.0292	141.7904
2.85	-45.5916	-58.3017	132.0449

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-36.1771	-62.4054	155.4485

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	84 di 144

1.53	-0.2070	7.1030	145.7029
2.85	-51.0692	68.0444	135.9574

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	167
0.88	168
1.55	172
2.22	179
2.95	190

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	167
0.88	168
1.55	172
2.22	179
2.95	191

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	97
0.88	98
1.55	99
2.22	103
2.95	107

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [kPa]
-------	------------------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	86 di 144

0.15	92
0.88	93
1.55	95
2.22	98
2.95	103

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	104
0.88	101
1.55	99
2.22	99
2.95	100

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	100
0.88	97
1.55	95
2.22	95
2.95	95

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	93
0.88	91
1.55	90
2.22	91
2.95	93

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	123
0.88	123
1.55	125
2.22	129
2.95	136

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	114
0.88	115
1.55	118
2.22	123
2.95	130

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	116
0.88	116
1.55	118
2.22	122
2.95	129

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.15	117

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	88 di 144

0.88	116
1.55	118
2.22	122
2.95	128

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
$V_{r,c,d}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sv}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.15	60.59 (60.59)	92.85	255.40	166.65	0.001005	0.001005	2.75
2	0.88	-59.94 (-89.00)	92.85	185.27	-177.58	0.001005	0.001206	2.00
3	1.55	-98.41 (-98.41)	92.85	142.46	-150.98	0.001005	0.001005	1.53
4	2.22	-64.88 (-97.33)	92.85	167.05	-175.10	0.001005	0.001206	1.80
5	2.95	56.04 (60.59)	92.85	255.40	166.65	0.001005	0.001005	2.75

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	90 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	-215.59	0.00	236.13	1242.77	1.095
2	0.88	0.000000	-101.53	160.72	0.00	0.00	1.583
3	1.55	0.000000	3.99	160.72	0.00	0.00	40.265
4	2.22	0.000000	113.37	160.72	0.00	0.00	1.418
5	2.95	0.000201	222.18	0.00	236.13	1242.77	1.063

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-63.97 (-74.40)	82.92	120.58	-108.19	0.001005	0.001005	1.45
2	0.80	33.06 (53.27)	87.65	210.26	127.80	0.001206	0.001005	2.40
3	1.55	70.30 (70.30)	93.09	146.06	110.30	0.001005	0.001005	1.57
4	2.30	27.47 (49.15)	98.54	265.14	132.24	0.001206	0.001005	2.69
5	2.95	-74.40 (-74.40)	103.26	153.99	-110.95	0.001005	0.001005	1.49

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	195.54	0.00	280.90	854.06	1.437
2	0.80	0.000000	103.02	134.36	0.00	0.00	1.304
3	1.55	0.000000	-3.73	134.96	0.00	0.00	36.228
4	2.30	0.000000	-110.47	135.55	0.00	0.00	1.227
5	2.95	0.000201	-202.99	0.00	280.90	857.27	1.384

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-60.59 (-63.97)	221.85	477.39	-137.66	0.001005	0.001005	2.15
2	1.53	-4.16 (-5.01)	208.70	4690.96	-112.61	0.001005	0.001005	22.48
3	2.85	-63.97 (-63.97)	195.54	401.65	-131.40	0.001005	0.001005	2.05

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	92.63	148.99	0.00	0.00	1.608
2	1.53	0.000000	-4.33	147.56	0.00	0.00	34.109
3	2.85	0.000000	-82.92	146.12	0.00	0.00	1.762

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-56.04 (-74.31)	229.30	406.75	-131.82	0.001005	0.001005	1.77
2	1.53	-0.67 (-2.38)	216.15	4834.67	-53.20	0.001005	0.001005	22.37
3	2.85	-74.40 (-74.40)	202.99	345.95	-126.80	0.001005	0.001005	1.70

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-93.12	149.80	0.00	0.00	1.609
2	1.53	0.000000	8.68	148.37	0.00	0.00	17.089
3	2.85	0.000000	100.65	146.93	0.00	0.00	1.460

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	59.37 (59.37)	88.48	246.55	165.43	0.001005	0.001005	2.79
2	0.88	-61.55 (-90.78)	88.48	171.21	-175.67	0.001005	0.001206	1.93
3	1.55	-100.47 (-100.47)	88.48	131.65	-149.48	0.001005	0.001005	1.49
4	2.22	-67.42 (-99.68)	88.48	153.84	-173.30	0.001005	0.001206	1.74
5	2.95	53.08 (59.37)	88.48	246.55	165.43	0.001005	0.001005	2.79

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	-216.03	0.00	236.13	1242.02	1.093
2	0.88	0.000000	-102.15	160.20	0.00	0.00	1.568
3	1.55	0.000000	3.27	160.20	0.00	0.00	48.928
4	2.22	0.000000	112.70	160.20	0.00	0.00	1.421
5	2.95	0.000201	221.72	0.00	236.13	1242.02	1.065

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-65.15 (-74.36)	83.82	122.10	-108.32	0.001005	0.001005	1.46
2	0.80	32.17 (52.47)	88.54	216.52	128.31	0.001206	0.001005	2.45
3	1.55	69.73 (69.73)	93.99	148.98	110.54	0.001005	0.001005	1.59
4	2.30	27.23 (48.82)	99.44	270.14	132.64	0.001206	0.001005	2.72
5	2.95	-74.36 (-74.36)	104.16	155.60	-111.08	0.001005	0.001005	1.49

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	195.97	0.00	280.90	854.20	1.433
2	0.80	0.000000	103.46	134.46	0.00	0.00	1.300
3	1.55	0.000000	-3.29	135.05	0.00	0.00	41.046
4	2.30	0.000000	-110.04	135.65	0.00	0.00	1.233
5	2.95	0.000201	-202.55	0.00	280.90	857.41	1.387

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	94 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-59.37 (-65.15)	222.29	466.70	-136.78	0.001005	0.001005	2.10
2	1.53	-4.15 (-5.17)	209.13	4683.17	-115.84	0.001005	0.001005	22.39
3	2.85	-65.15 (-65.15)	195.97	393.19	-130.70	0.001005	0.001005	2.01

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	91.60	149.04	0.00	0.00	1.627
2	1.53	0.000000	-5.22	147.60	0.00	0.00	28.273
3	2.85	0.000000	-83.82	146.17	0.00	0.00	1.744

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Approccio 2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-53.08 (-69.84)	228.87	441.38	-134.68	0.001005	0.001005	1.93
2	1.53	-1.92 (-3.80)	215.71	4760.66	-83.80	0.001005	0.001005	22.07
3	2.85	-74.36 (-74.36)	202.55	345.26	-126.75	0.001005	0.001005	1.70

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-85.41	149.76	0.00	0.00	1.753
2	1.53	0.000000	9.55	148.32	0.00	0.00	15.531
3	2.85	0.000000	98.69	146.89	0.00	0.00	1.488

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	47.33 (47.33)	87.09	324.21	176.20	0.001005	0.001005	3.72
2	0.88	-20.69 (-37.10)	88.08	534.53	-225.12	0.001005	0.001206	6.07
3	1.55	-42.60 (-42.60)	89.00	386.07	-184.79	0.001005	0.001005	4.34
4	2.22	-24.21 (-42.20)	89.92	457.25	-214.60	0.001005	0.001206	5.09
5	2.95	42.63 (47.33)	90.91	343.60	178.89	0.001005	0.001005	3.78

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	-121.39	0.00	236.13	1241.78	1.945
2	0.88	0.000000	-57.32	160.15	0.00	0.00	2.794
3	1.55	0.000000	1.88	160.26	0.00	0.00	85.179
4	2.22	0.000000	62.85	160.37	0.00	0.00	2.552
5	2.95	0.000201	122.54	0.00	236.13	1242.44	1.927

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	96 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-41.55 (-43.72)	79.67	210.69	-115.63	0.001005	0.001005	2.64
2	0.80	10.32 (21.20)	80.99	612.44	160.31	0.001206	0.001005	7.56
3	1.55	30.82 (30.82)	82.51	337.61	126.11	0.001005	0.001005	4.09
4	2.30	9.16 (20.34)	84.02	686.58	166.19	0.001206	0.001005	8.17
5	2.95	-43.72 (-43.72)	85.34	228.57	-117.11	0.001005	0.001005	2.68

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	104.16	0.00	280.90	853.55	2.697
2	0.80	0.000000	55.44	133.64	0.00	0.00	2.410
3	1.55	0.000000	-0.78	133.80	0.00	0.00	172.307
4	2.30	0.000000	-56.99	133.97	0.00	0.00	2.351
5	2.95	0.000201	-105.72	0.00	280.90	854.44	2.657

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-47.33 (-47.33)	125.01	331.82	-125.64	0.001005	0.001005	2.65
2	1.53	12.77 (12.77)	114.59	2060.23	229.52	0.001005	0.001005	17.98
3	2.85	-41.55 (-47.33)	104.16	264.19	-120.05	0.001005	0.001005	2.54

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
----	---	-----------------	---	-----------------	------------------	------------------	----

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	97 di 144

1	0.20	0.000000	93.03	138.43	0.00	0.00	1.488
2	1.53	0.000000	-0.07	137.30	0.00	0.00	1944.724
3	2.85	0.000000	-79.67	136.16	0.00	0.00	1.709

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-42.63 (-43.72)	126.56	373.66	-129.09	0.001005	0.001005	2.95
2	1.53	12.05 (12.05)	116.14	2214.83	229.81	0.001005	0.001005	19.07
3	2.85	-43.72 (-43.72)	105.72	296.76	-122.74	0.001005	0.001005	2.81

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-85.02	138.60	0.00	0.00	1.630
2	1.53	0.000000	3.22	137.47	0.00	0.00	42.712
3	2.85	0.000000	79.39	136.33	0.00	0.00	1.717

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	98 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	46.65 (46.65)	86.93	329.80	176.98	0.001005	0.001005	3.79
2	0.88	-19.16 (-35.06)	87.92	579.99	-231.30	0.001005	0.001206	6.60
3	1.55	-40.41 (-40.41)	88.84	415.08	-188.81	0.001005	0.001005	4.67
4	2.22	-22.69 (-40.05)	89.76	491.29	-219.23	0.001005	0.001206	5.47
5	2.95	41.94 (46.65)	90.75	349.65	179.73	0.001005	0.001005	3.85

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	-117.41	0.00	236.13	1241.75	2.011
2	0.88	0.000000	-55.57	160.13	0.00	0.00	2.881
3	1.55	0.000000	1.67	160.24	0.00	0.00	95.825
4	2.22	0.000000	60.68	160.35	0.00	0.00	2.643
5	2.95	0.000201	118.56	0.00	236.13	1242.41	1.992

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-41.27 (-43.44)	79.82	212.79	-115.81	0.001005	0.001005	2.67
2	0.80	9.88 (20.61)	81.14	639.75	162.52	0.001206	0.001005	7.88
3	1.55	30.10 (30.10)	82.66	348.93	127.05	0.001005	0.001005	4.22
4	2.30	8.72 (19.75)	84.18	717.96	168.48	0.001206	0.001005	8.53
5	2.95	-43.44 (-43.44)	85.49	230.84	-117.30	0.001005	0.001005	2.70

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	99 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	102.73	0.00	280.90	853.57	2.734
2	0.80	0.000000	54.68	133.65	0.00	0.00	2.444
3	1.55	0.000000	-0.77	133.82	0.00	0.00	172.693
4	2.30	0.000000	-56.22	133.98	0.00	0.00	2.383
5	2.95	0.000201	-104.28	0.00	280.90	854.47	2.694

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-46.65 (-46.65)	120.87	323.80	-124.97	0.001005	0.001005	2.68
2	1.53	13.25 (13.25)	111.80	1916.32	227.04	0.001005	0.001005	17.14
3	2.85	-41.27 (-46.65)	102.73	264.42	-120.07	0.001005	0.001005	2.57

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	92.87	137.98	0.00	0.00	1.486
2	1.53	0.000000	-0.22	136.99	0.00	0.00	612.988
3	2.85	0.000000	-79.82	136.01	0.00	0.00	1.704

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	100 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-41.94 (-43.44)	122.42	360.77	-128.03	0.001005	0.001005	2.95
2	1.53	12.52 (12.52)	113.35	2077.75	229.56	0.001005	0.001005	18.33
3	2.85	-43.44 (-43.44)	104.28	294.11	-122.52	0.001005	0.001005	2.82

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-84.86	138.15	0.00	0.00	1.628
2	1.53	0.000000	3.37	137.16	0.00	0.00	40.699
3	2.85	0.000000	79.54	136.18	0.00	0.00	1.712

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	42.92 (46.27)	90.05	349.90	179.77	0.001005	0.001005	3.89
2	0.88	-23.88 (-39.27)	89.06	499.86	-220.40	0.001005	0.001206	5.61
3	1.55	-42.98 (-42.98)	88.14	376.13	-183.41	0.001005	0.001005	4.27
4	2.22	-21.79 (-40.70)	87.22	461.08	-215.12	0.001005	0.001206	5.29
5	2.95	46.27 (46.27)	86.23	329.87	176.99	0.001005	0.001005	3.83

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	-121.64	0.00	236.13	1242.29	1.941
2	0.88	0.000000	-53.76	160.27	0.00	0.00	2.981
3	1.55	0.000000	6.43	160.16	0.00	0.00	24.889
4	2.22	0.000000	66.07	160.05	0.00	0.00	2.422
5	2.95	0.000201	122.29	0.00	236.13	1241.63	1.931

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-42.03 (-42.72)	80.57	219.48	-116.36	0.001005	0.001005	2.72
2	0.80	10.19 (21.17)	80.56	608.87	160.02	0.001206	0.001005	7.56
3	1.55	31.09 (31.09)	80.54	323.79	124.97	0.001005	0.001005	4.02
4	2.30	9.82 (20.90)	80.53	620.06	160.92	0.001206	0.001005	7.70
5	2.95	-42.72 (-42.72)	80.51	219.28	-116.34	0.001005	0.001005	2.72

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	104.69	0.00	280.90	853.69	2.683
2	0.80	0.000000	55.97	133.59	0.00	0.00	2.387
3	1.55	0.000000	-0.25	133.59	0.00	0.00	542.257
4	2.30	0.000000	-56.46	133.59	0.00	0.00	2.366
5	2.95	0.000201	-105.19	0.00	280.90	853.68	2.671

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-42.92 (-42.92)	125.54	378.84	-129.52	0.001005	0.001005	3.02
2	1.53	11.10 (11.10)	115.12	2383.66	229.75	0.001005	0.001005	20.71
3	2.85	-42.03 (-42.92)	104.69	300.06	-123.01	0.001005	0.001005	2.87

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	84.15	138.49	0.00	0.00	1.646
2	1.53	0.000000	-2.83	137.36	0.00	0.00	48.595
3	2.85	0.000000	-75.40	136.22	0.00	0.00	1.807

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-46.27 (-46.27)	126.03	345.26	-126.75	0.001005	0.001005	2.74
2	1.53	12.72 (12.72)	115.61	2087.27	229.57	0.001005	0.001005	18.05
3	2.85	-42.72 (-46.27)	105.19	274.95	-120.94	0.001005	0.001005	2.61

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-92.19	138.55	0.00	0.00	1.503
2	1.53	0.000000	0.91	137.41	0.00	0.00	150.631
3	2.85	0.000000	80.51	136.27	0.00	0.00	1.693

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	42.23 (45.58)	89.89	356.24	180.65	0.001005	0.001005	3.96
2	0.88	-22.36 (-37.24)	88.90	538.79	-225.70	0.001005	0.001206	6.06
3	1.55	-40.79 (-40.79)	87.98	403.88	-187.26	0.001005	0.001005	4.59
4	2.22	-20.26 (-38.54)	87.06	496.93	-220.00	0.001005	0.001206	5.71
5	2.95	45.58 (45.58)	86.07	335.72	177.80	0.001005	0.001005	3.90

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	-117.66	0.00	236.13	1242.26	2.007
2	0.88	0.000000	-52.00	160.25	0.00	0.00	3.082
3	1.55	0.000000	6.23	160.14	0.00	0.00	25.688
4	2.22	0.000000	63.90	160.03	0.00	0.00	2.504
5	2.95	0.000201	118.31	0.00	236.13	1241.60	1.996

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.15	-41.74 (-42.44)	80.72	221.68	-116.54	0.001005	0.001005	2.75
2	0.80	9.76 (20.59)	80.71	635.94	162.21	0.001206	0.001005	7.88
3	1.55	30.36 (30.36)	80.69	334.47	125.86	0.001005	0.001005	4.14
4	2.30	9.38 (20.31)	80.68	648.22	163.20	0.001206	0.001005	8.03
5	2.95	-42.44 (-42.44)	80.66	221.48	-116.52	0.001005	0.001005	2.75

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.15	0.000201	103.26	0.00	280.90	853.71	2.720
2	0.80	0.000000	55.20	133.61	0.00	0.00	2.420
3	1.55	0.000000	-0.25	133.60	0.00	0.00	538.740
4	2.30	0.000000	-55.70	133.60	0.00	0.00	2.399
5	2.95	0.000201	-103.75	0.00	280.90	853.70	2.707

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	105 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-42.23 (-42.23)	121.39	370.30	-128.81	0.001005	0.001005	3.05
2	1.53	11.57 (11.57)	112.33	2231.68	229.84	0.001005	0.001005	19.87
3	2.85	-41.74 (-42.23)	103.26	300.98	-123.09	0.001005	0.001005	2.91

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	83.98	138.04	0.00	0.00	1.644
2	1.53	0.000000	-2.98	137.05	0.00	0.00	46.017
3	2.85	0.000000	-75.55	136.06	0.00	0.00	1.801

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-45.58 (-45.58)	121.89	337.11	-126.07	0.001005	0.001005	2.77
2	1.53	13.20 (13.20)	112.82	1951.38	228.23	0.001005	0.001005	17.30
3	2.85	-42.44 (-45.58)	103.75	275.34	-120.97	0.001005	0.001005	2.65

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000000	-92.03	138.09	0.00	0.00	1.500
2	1.53	0.000000	1.07	137.11	0.00	0.00	128.724
3	2.85	0.000000	80.66	136.12	0.00	0.00	1.687



**RADDOPPIO LINEA CODOGNO – CREMONA – MANTOVA
TRATTA PIADENA - MANTOVA**

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	106 di 144

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in mq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in mq
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in mq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione $H = 0.4000 \text{ m}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.15	30.07	49.66	0.001005	0.001005	6705	77401	2395
2	0.88	-30.84	49.66	0.001005	0.001206	67717	8113	2297
3	1.55	-49.00	49.66	0.001005	0.001005	142179	7372	3956
4	2.22	-30.84	49.66	0.001005	0.001206	67717	8113	2297
5	2.95	30.07	49.66	0.001005	0.001005	6705	77401	2395

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
-----------	-----	----------	-----	----------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	108 di 144

1	0.15	0.000201	-110.30	-408
2	0.88	0.000000	-49.71	-184
3	1.55	0.000000	4.32	16
4	2.22	0.000000	58.44	216
5	2.95	0.000201	110.30	408

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-32.80	42.79	0.001005	0.001005	140052	5964	4992
2	0.80	14.26	42.79	0.001206	0.001005	2928	41052	1963
3	1.55	33.20	42.79	0.001005	0.001005	6128	142044	5055
4	2.30	14.26	42.79	0.001206	0.001005	2928	41052	1963
5	2.95	-32.80	42.79	0.001005	0.001005	140052	5964	4992

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	94.30	509
2	0.80	0.000000	50.52	273
3	1.55	0.000000	0.00	0
4	2.30	0.000000	-50.52	-273
5	2.95	0.000201	-94.30	-509

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-30.07	113.79	0.001005	0.001005	89207	6692	4301
2	1.53	-0.72	104.04	0.001005	0.001005	4419	5035	360
3	2.85	-32.80	94.30	0.001005	0.001005	112673	2660	4813

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	49.68	268
2	1.53	0.000000	-3.30	-18
3	2.85	0.000000	-42.79	-231

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-30.07	113.79	0.001005	0.001005	89207	6692	4301
2	1.53	-0.72	104.04	0.001005	0.001005	4419	5035	360
3	2.85	-32.80	94.30	0.001005	0.001005	112673	2660	4813

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	-49.68	-268
2	1.53	0.000000	3.30	18
3	2.85	0.000000	42.79	231

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	43.12	66.92	0.001005	0.001005	9141	113183	3443
2	0.88	-44.22	66.92	0.001005	0.001206	98904	11225	3299
3	1.55	-71.62	66.92	0.001005	0.001005	210758	10106	5790
4	2.22	-46.87	66.92	0.001005	0.001206	106549	11512	3502
5	2.95	40.71	66.92	0.001005	0.001005	9043	104952	3243

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	-156.75	-580
2	0.88	0.000000	-73.03	-270
3	1.55	0.000000	3.69	14
4	2.22	0.000000	82.55	305
5	2.95	0.000201	160.37	593

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	111 di 144

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-47.10	60.65	0.001005	0.001005	201502	8700	7170
2	0.80	23.41	63.26	0.001206	0.001005	3849	70417	3242
3	1.55	50.78	66.26	0.001005	0.001005	9230	216802	7728
4	2.30	20.33	69.27	0.001206	0.001005	5282	54972	2774
5	2.95	-52.83	71.87	0.001005	0.001005	223969	9091	8031

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	141.88	766
2	0.80	0.000000	75.06	405
3	1.55	0.000000	-2.05	-11
4	2.30	0.000000	-79.15	-427
5	2.95	0.000201	-145.98	-788

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-43.12	161.37	0.001005	0.001005	128845	9323	6175

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	112 di 144

2	1.53	-2.93	151.62	0.001005	0.001005	5637	8141	643
3	2.85	-47.10	141.88	0.001005	0.001005	158391	4855	6886

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.20	0.000000	66.78	360
2	1.53	0.000000	-3.77	-20
3	2.85	0.000000	-60.65	-327

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	-40.71	165.47	0.001005	0.001005	115032	10759	5774
2	1.53	-0.97	155.72	0.001005	0.001005	6659	7490	533
3	2.85	-52.83	145.98	0.001005	0.001005	184551	3336	7775

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.20	0.000000	-67.11	-362
2	1.53	0.000000	6.12	33
3	2.85	0.000000	70.47	380

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	41.37	64.07	0.001005	0.001005	8755	108660	3303
2	0.88	-40.65	64.07	0.001005	0.001206	89839	10562	3030
3	1.55	-66.84	64.07	0.001005	0.001005	195842	9622	5401
4	2.22	-44.04	64.07	0.001005	0.001206	99604	10931	3289
5	2.95	38.24	64.07	0.001005	0.001005	8627	97997	3045

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	-146.64	-543
2	0.88	0.000000	-69.06	-256
3	1.55	0.000000	2.72	10
4	2.22	0.000000	77.17	285
5	2.95	0.000201	151.17	559

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-43.18	56.22	0.001005	0.001005	184434	7871	6572

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	114 di 144

2	0.80	22.03	59.47	0.001206	0.001005	3613	66309	3051
3	1.55	47.03	63.23	0.001005	0.001005	8222	199765	7151
4	2.30	18.19	66.99	0.001206	0.001005	5383	47026	2466
5	2.95	-50.36	70.24	0.001005	0.001005	212544	8364	7650

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	131.44	709
2	0.80	0.000000	69.22	374
3	1.55	0.000000	-2.56	-14
4	2.30	0.000000	-74.35	-401
5	2.95	0.000201	-136.56	-737

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-41.37	150.93	0.001005	0.001005	125593	8355	5941
2	1.53	-2.50	141.18	0.001005	0.001005	5346	7483	585
3	2.85	-43.18	131.44	0.001005	0.001005	144532	4665	6308

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	63.92	345
2	1.53	0.000000	-2.94	-16

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	115 di 144

3 2.85 0.000000 -56.22 -303

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-38.24	156.05	0.001005	0.001005	107774	10196	5422
2	1.53	-0.11	146.31	0.001005	0.001005	6602	6693	450
3	2.85	-50.36	136.56	0.001005	0.001005	177257	2764	7420

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	-64.26	-347
2	1.53	0.000000	5.93	32
3	2.85	0.000000	68.43	369

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	40.84	63.67	0.001005	0.001005	8690	107048	3260

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	116 di 144

2	0.88	-41.19	63.67	0.001005	0.001206	91578	10584	3072
3	1.55	-67.02	63.67	0.001005	0.001005	196684	9581	5417
4	2.22	-43.87	63.67	0.001005	0.001206	99272	10874	3276
5	2.95	38.40	63.67	0.001005	0.001005	8590	98728	3059

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	-147.09	-544
2	0.88	0.000000	-68.66	-254
3	1.55	0.000000	3.34	12
4	2.22	0.000000	77.49	287
5	2.95	0.000201	150.72	558

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-43.77	56.64	0.001005	0.001005	187125	8037	6663
2	0.80	21.78	59.25	0.001206	0.001005	3635	65345	3015
3	1.55	47.16	62.25	0.001005	0.001005	8446	200947	7175
4	2.30	18.70	65.26	0.001206	0.001005	5062	49908	2547
5	2.95	-49.51	67.86	0.001005	0.001005	209597	8430	7524

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
----	---	-----------------	---	----------------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	117 di 144

1	0.15	0.000201	131.95	712
2	0.80	0.000000	69.74	376
3	1.55	0.000000	-2.05	-11
4	2.30	0.000000	-73.84	-398
5	2.95	0.000201	-136.05	-734

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-40.84	151.44	0.001005	0.001005	122734	8620	5855
2	1.53	-2.53	141.70	0.001005	0.001005	5359	7516	588
3	2.85	-43.77	131.95	0.001005	0.001005	147159	4527	6399

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	63.53	343
2	1.53	0.000000	-3.37	-18
3	2.85	0.000000	-56.64	-306

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-38.40	155.54	0.001005	0.001005	108785	10068	5449
2	1.53	-0.58	145.80	0.001005	0.001005	6377	6871	478
3	2.85	-49.51	136.05	0.001005	0.001005	173324	3007	7288

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	-63.85	-345
2	1.53	0.000000	5.73	31
3	2.85	0.000000	66.45	359

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	38.31	62.20	0.001005	0.001005	8424	99167	3054
2	0.88	-43.67	62.20	0.001005	0.001206	99336	10711	3263
3	1.55	-69.36	62.20	0.001005	0.001005	205472	9476	5611
4	2.22	-46.10	62.20	0.001005	0.001206	106315	10969	3448
5	2.95	36.18	62.20	0.001005	0.001005	8334	91894	2877

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
----	---	-----------------	---	----------------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	119 di 144

1	0.15	0.000201	-147.16	-544
2	0.88	0.000000	-68.48	-253
3	1.55	0.000000	3.55	13
4	2.22	0.000000	77.58	287
5	2.95	0.000201	150.64	557

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.15	-45.59	58.30	0.001005	0.001005	195279	8493	6942
2	0.80	20.02	60.91	0.001206	0.001005	4224	57258	2753
3	1.55	45.47	63.91	0.001005	0.001005	7468	191646	6905
4	2.30	17.08	66.92	0.001206	0.001005	5570	42485	2303
5	2.95	-51.07	69.52	0.001005	0.001005	216463	8779	7763

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.15	0.000201	132.04	713
2	0.80	0.000000	69.83	377
3	1.55	0.000000	-1.96	-11
4	2.30	0.000000	-73.74	-398
5	2.95	0.000201	-135.96	-734

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-38.31	151.54	0.001005	0.001005	110351	9506	5452
2	1.53	-2.15	141.79	0.001005	0.001005	5525	7358	564
3	2.85	-45.59	132.04	0.001005	0.001005	156081	3855	6686

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000000	62.02	335
2	1.53	0.000000	-5.03	-27
3	2.85	0.000000	-58.30	-315

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	-36.18	155.45	0.001005	0.001005	98050	10786	5094
2	1.53	-0.21	145.70	0.001005	0.001005	6531	6708	454
3	2.85	-51.07	135.96	0.001005	0.001005	181083	2393	7535

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	121 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.20	0.000000	-62.41	-337
2	1.53	0.000000	7.10	38
3	2.85	0.000000	68.04	367

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_t	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	30.07	0.00	0.20	0.00	0.000
2	0.88	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-30.84	0.00	0.20	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	-49.00	0.00	0.20	0.00	0.000
4	2.22	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-30.84	0.00	0.20	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	30.07	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-32.80	0.00	0.20	0.00	0.000
2	0.80	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	14.26	0.00	0.20	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	33.20	0.00	0.20	0.00	0.000
4	2.30	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	14.26	0.00	0.20	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-32.80	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-30.07	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-0.72	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-32.80	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-30.07	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-0.72	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-32.80	0.00	0.20	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	43.12	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.88	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-44.22	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	-71.62	0.00	100.00	0.00	0.000
4	2.22	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-46.87	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	40.71	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-47.10	0.27	100.00	376.27	0.042
2	0.80	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	23.41	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	50.78	0.35	100.00	376.27	0.053
4	2.30	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	20.33	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-52.83	0.38	100.00	376.27	0.058

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-43.12	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-2.93	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-47.10	0.04	100.00	376.27	0.007

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-40.71	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-0.97	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-52.83	0.19	100.00	376.27	0.029

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	125 di 144

1	0.15	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	41.37	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.88	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-40.65	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	-66.84	0.00	100.00	0.00	0.000
4	2.22	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-44.04	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	38.24	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-43.18	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	22.03	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	47.03	0.27	100.00	376.27	0.041
4	2.30	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	18.19	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-50.36	0.33	100.00	376.27	0.050

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-41.37	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-2.50	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-43.18	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-38.24	0.00	100.00	0.00	0.000

2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-0.11	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-50.36	0.15	100.00	376.27	0.023

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	40.84	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.88	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-41.19	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	-67.02	0.00	100.00	0.00	0.000
4	2.22	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-43.87	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	38.40	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-43.77	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	21.78	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	47.16	0.27	100.00	376.27	0.042
4	2.30	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	18.70	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-49.51	0.31	100.00	376.27	0.048

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-40.84	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-2.53	0.00	100.00	0.00	0.000

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	127 di 144

3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-43.77	0.00	100.00	0.00	0.000
---	------	----------	----------	-------	--------	--------	------	--------	------	-------

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-38.40	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-0.58	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-49.51	0.13	100.00	376.27	0.020

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	38.31	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.88	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-43.67	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	-69.36	0.00	100.00	0.00	0.000
4	2.22	0.001005	0.001206	82.37	-83.11	-46.10	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	82.30	-82.30	36.18	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.15	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-45.59	0.00	100.00	0.00	0.000
2	0.80	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	20.02	0.00	100.00	0.00	0.000
3	1.55	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	45.47	0.00	100.00	0.00	0.000
4	2.30	0.001206	0.001005	46.43	-46.01	17.08	0.00	100.00	0.00	0.000
5	2.95	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-51.07	0.35	100.00	376.27	0.053

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-38.31	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-2.15	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-45.59	0.00	100.00	0.00	0.000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	W _{lim}	S _m	ε _{sm}
1	0.20	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-36.18	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.52	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-0.21	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.85	0.001005	0.001005	46.00	-46.00	-51.07	0.17	100.00	376.27	0.026

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.15	-0.002391	0.002403	0.005611	0.010168
0.88	-0.002396	0.002398	0.005527	0.010246
1.55	-0.002400	0.002394	0.005467	0.010459
2.22	-0.002405	0.002389	0.005527	0.010922
2.88	-0.002410	0.002384	0.005670	0.011599

Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.15	-0.002622	0.003078	0.005641	0.010224
0.80	-0.002635	0.003065	0.005880	0.010944
1.55	-0.002651	0.003049	0.005995	0.011555
2.30	-0.002667	0.003033	0.005880	0.011693
2.95	-0.002680	0.003019	0.005698	0.011658

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.20	-0.002391	0.002403	0.005611	0.010168
1.53	-0.002477	0.002785	0.005626	0.010197
2.85	-0.002622	0.003078	0.005641	0.010224

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u _{Xmin} [m]	u _{Xmax} [m]	u _{Ymin} [m]	u _{Ymax} [m]
0.20	-0.002410	0.002384	0.005670	0.011599
1.53	-0.002589	0.002665	0.005684	0.011629
2.85	-0.002680	0.003019	0.005698	0.011658

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.15	-60.59	-30.07	-216.03	-110.30	49.66	92.85
0.88	19.16	61.55	-102.15	-49.71	49.66	92.85
1.55	40.41	100.47	1.67	6.43	49.66	92.85
2.22	20.26	67.42	58.44	113.37	49.66	92.85
2.95	-56.04	-30.07	110.30	222.18	49.66	92.85

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.15	-65.15	-32.80	94.30	195.97	42.79	83.82
0.80	9.76	33.06	50.52	103.46	42.79	88.54
1.55	30.10	70.30	-3.73	0.00	42.79	93.99
2.30	8.72	27.47	-110.47	-50.52	42.79	99.44
2.95	-74.40	-32.80	-202.99	-94.30	42.79	104.16

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.20	-60.59	-30.07	49.68	93.03	113.79	222.29
1.53	-4.16	13.25	-5.22	-0.07	104.04	209.13
2.85	-65.15	-32.80	-83.82	-42.79	94.30	195.97

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.20	-56.04	-30.07	-93.12	-49.68	113.79	229.30
1.53	-1.92	13.20	0.91	9.55	104.04	216.15
2.85	-74.40	-32.80	42.79	100.65	94.30	202.99

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.15	92	167
0.88	91	168
1.55	90	172
2.22	91	179
2.95	93	191

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	132 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

X	A _n	A _{fs}	CS
0.15	0.001005	0.001005	2.75
0.88	0.001005	0.001206	1.93
1.55	0.001005	0.001005	1.49
2.22	0.001005	0.001206	1.74
2.95	0.001005	0.001005	2.75

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.15	0.00	236.13	1242.77	0.000201
0.88	160.72	0.00	0.00	0.000000
1.55	160.72	0.00	0.00	0.000000
2.22	160.72	0.00	0.00	0.000000
2.95	0.00	236.13	1242.77	0.000201

Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

X	A _n	A _{fs}	CS
0.15	0.001005	0.001005	1.45
0.80	0.001206	0.001005	2.40
1.55	0.001005	0.001005	1.57
2.30	0.001206	0.001005	2.69
2.95	0.001005	0.001005	1.49

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.15	0.00	280.90	854.06	0.000201
0.80	134.36	0.00	0.00	0.000000
1.55	134.96	0.00	0.00	0.000000
2.30	135.55	0.00	0.00	0.000000
2.95	0.00	280.90	857.27	0.000201

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.20	0.001005	0.001005	2.10
1.53	0.001005	0.001005	17.14
2.85	0.001005	0.001005	2.01

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	148.99	0.00	0.00	0.000000
1.53	147.56	0.00	0.00	0.000000
2.85	146.12	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.20	0.001005	0.001005	1.77
1.53	0.001005	0.001005	17.30
2.85	0.001005	0.001005	1.70

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	149.80	0.00	0.00	0.000000
1.53	148.37	0.00	0.00	0.000000
2.85	146.93	0.00	0.00	0.000000

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

X	A _{ri}	A _{fs}	σ _c	σ _{ri}	σ _{fs}
0.15	0.001005	0.001005	3443	113183	9141
0.88	0.001005	0.001206	3299	11225	99336
1.55	0.001005	0.001005	5790	10106	210758
2.22	0.001005	0.001206	3502	11512	106549
2.95	0.001005	0.001005	3243	104952	9043

X	τ _c	A _{sw}

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	135 di 144

0.15	-580	0.000201
0.88	-270	0.000000
1.55	16	0.000000
2.22	305	0.000000
2.95	593	0.000201

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.15	0.001005	0.001005	7170	8700	201502
0.80	0.001206	0.001005	3242	70417	4224
1.55	0.001005	0.001005	7728	216802	9230
2.30	0.001206	0.001005	2774	54972	5570
2.95	0.001005	0.001005	8031	9091	223969

X	τ_c	A_{sv}
0.15	766	0.000201
0.80	405	0.000000
1.55	-14	0.000000
2.30	-427	0.000000
2.95	-788	0.000201

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	136 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	0.001005	0.001005	6175	9506	128845
1.53	0.001005	0.001005	643	8141	5637
2.85	0.001005	0.001005	6886	4855	158391

Y	τ_c	A_{sw}
0.20	360	0.000000
1.53	-27	0.000000
2.85	-327	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.3000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.20	0.001005	0.001005	5774	10786	115032
1.53	0.001005	0.001005	533	7490	6659
2.85	0.001005	0.001005	7775	3336	184551

Y	τ_c	A_{sw}
0.20	-362	0.000000
1.53	38	0.000000
2.85	380	0.000000

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]
<i>Q_U</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
<i>Q_Y</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _U	Q _Y	FS
1	23.94	13.20	9.32	30.70	15.83	8.04	2094	6491.37	488.22	13.30
2	23.94	13.20	9.32	23.43	12.40	5.67	1621	5024.55	488.22	10.29
3	23.94	13.20	9.32	13.32	7.62	2.77	980	3039.31	280.94	10.82
4	23.94	13.20	9.32	12.67	7.31	2.60	939	2909.60	268.83	10.82
5	23.94	13.20	9.32	14.29	8.08	3.02	1052	3262.73	280.94	11.61
6	23.94	13.20	9.32	13.66	7.78	2.86	1011	3135.05	268.83	11.66

Schema Strutturale

Area ed Inerzia elementi

Destinazione	Area [mq]	Inerzia [m ⁴]
Fondazione	0.400000	0.0053333333
Piedritto sinistro	0.300000	0.0022500000
Piedritto destro	0.300000	0.0022500000
Traverso	0.300000	0.0022500000

Simbologia adottata ed unità di misura

N	indice elemento
N_i	indice nodo iniziale elemento
N_j	indice nodo finale elemento
(X_i, Y_i)	coordinate nodo iniziale, espresse in m
(X_j, Y_j)	coordinate nodo finale, espresse in m
$Dest$	appartenenza elemento

N	N_i	N_j	X_i	Y_i	X_j	Y_j	Dest
1	1	2	0.1500	0.2000	0.2250	0.2000	Fond
2	2	3	0.2250	0.2000	0.3000	0.2000	Fond
3	3	4	0.3000	0.2000	0.3962	0.2000	Fond
4	4	5	0.3962	0.2000	0.4923	0.2000	Fond
5	5	6	0.4923	0.2000	0.5885	0.2000	Fond
6	6	7	0.5885	0.2000	0.6846	0.2000	Fond
7	7	8	0.6846	0.2000	0.7808	0.2000	Fond
8	8	9	0.7808	0.2000	0.8769	0.2000	Fond
9	9	10	0.8769	0.2000	0.9731	0.2000	Fond
10	10	11	0.9731	0.2000	1.0692	0.2000	Fond
11	11	12	1.0692	0.2000	1.1654	0.2000	Fond

12	12	13	1.1654	0.2000	1.2615	0.2000	Fond
13	13	14	1.2615	0.2000	1.3577	0.2000	Fond
14	14	15	1.3577	0.2000	1.4538	0.2000	Fond
15	15	16	1.4538	0.2000	1.5500	0.2000	Fond
16	16	17	1.5500	0.2000	1.6462	0.2000	Fond
17	17	18	1.6462	0.2000	1.7423	0.2000	Fond
18	18	19	1.7423	0.2000	1.8385	0.2000	Fond
19	19	20	1.8385	0.2000	1.9346	0.2000	Fond
20	20	21	1.9346	0.2000	2.0308	0.2000	Fond
21	21	22	2.0308	0.2000	2.1269	0.2000	Fond
22	22	23	2.1269	0.2000	2.2231	0.2000	Fond
23	23	24	2.2231	0.2000	2.3192	0.2000	Fond
24	24	25	2.3192	0.2000	2.4154	0.2000	Fond
25	25	26	2.4154	0.2000	2.5115	0.2000	Fond
26	26	27	2.5115	0.2000	2.6077	0.2000	Fond
27	27	28	2.6077	0.2000	2.7038	0.2000	Fond
28	28	29	2.7038	0.2000	2.8000	0.2000	Fond
29	29	30	2.8000	0.2000	2.8750	0.2000	Fond
30	30	31	2.8750	0.2000	2.9500	0.2000	Fond
31	1	65	0.1500	0.2000	0.1500	0.2946	PiedL
32	65	66	0.1500	0.2946	0.1500	0.3893	PiedL
33	66	67	0.1500	0.3893	0.1500	0.4839	PiedL
34	67	68	0.1500	0.4839	0.1500	0.5786	PiedL
35	68	69	0.1500	0.5786	0.1500	0.6732	PiedL
36	69	70	0.1500	0.6732	0.1500	0.7679	PiedL
37	70	71	0.1500	0.7679	0.1500	0.8625	PiedL
38	71	72	0.1500	0.8625	0.1500	0.9571	PiedL
39	72	73	0.1500	0.9571	0.1500	1.0518	PiedL
40	73	74	0.1500	1.0518	0.1500	1.1464	PiedL
41	74	75	0.1500	1.1464	0.1500	1.2411	PiedL
42	75	76	0.1500	1.2411	0.1500	1.3357	PiedL
43	76	77	0.1500	1.3357	0.1500	1.4304	PiedL

44	77	78	0.1500	1.4304	0.1500	1.5250	PiedL
45	78	79	0.1500	1.5250	0.1500	1.6196	PiedL
46	79	80	0.1500	1.6196	0.1500	1.7143	PiedL
47	80	81	0.1500	1.7143	0.1500	1.8089	PiedL
48	81	82	0.1500	1.8089	0.1500	1.9036	PiedL
49	82	83	0.1500	1.9036	0.1500	1.9982	PiedL
50	83	84	0.1500	1.9982	0.1500	2.0929	PiedL
51	84	85	0.1500	2.0929	0.1500	2.1875	PiedL
52	85	86	0.1500	2.1875	0.1500	2.2821	PiedL
53	86	87	0.1500	2.2821	0.1500	2.3768	PiedL
54	87	88	0.1500	2.3768	0.1500	2.4714	PiedL
55	88	89	0.1500	2.4714	0.1500	2.5661	PiedL
56	89	90	0.1500	2.5661	0.1500	2.6607	PiedL
57	90	91	0.1500	2.6607	0.1500	2.7554	PiedL
58	91	173	0.1500	2.7554	0.1500	2.8500	PiedL
59	31	119	2.9500	0.2000	2.9500	0.2946	PiedR
60	119	120	2.9500	0.2946	2.9500	0.3893	PiedR
61	120	121	2.9500	0.3893	2.9500	0.4839	PiedR
62	121	122	2.9500	0.4839	2.9500	0.5786	PiedR
63	122	123	2.9500	0.5786	2.9500	0.6732	PiedR
64	123	124	2.9500	0.6732	2.9500	0.7679	PiedR
65	124	125	2.9500	0.7679	2.9500	0.8625	PiedR
66	125	126	2.9500	0.8625	2.9500	0.9571	PiedR
67	126	127	2.9500	0.9571	2.9500	1.0518	PiedR
68	127	128	2.9500	1.0518	2.9500	1.1464	PiedR
69	128	129	2.9500	1.1464	2.9500	1.2411	PiedR
70	129	130	2.9500	1.2411	2.9500	1.3357	PiedR
71	130	131	2.9500	1.3357	2.9500	1.4304	PiedR
72	131	132	2.9500	1.4304	2.9500	1.5250	PiedR
73	132	133	2.9500	1.5250	2.9500	1.6196	PiedR
74	133	134	2.9500	1.6196	2.9500	1.7143	PiedR
75	134	135	2.9500	1.7143	2.9500	1.8089	PiedR

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	141 di 144

76	135	136	2.9500	1.8089	2.9500	1.9036	PiedR
77	136	137	2.9500	1.9036	2.9500	1.9982	PiedR
78	137	138	2.9500	1.9982	2.9500	2.0929	PiedR
79	138	139	2.9500	2.0929	2.9500	2.1875	PiedR
80	139	140	2.9500	2.1875	2.9500	2.2821	PiedR
81	140	141	2.9500	2.2821	2.9500	2.3768	PiedR
82	141	142	2.9500	2.3768	2.9500	2.4714	PiedR
83	142	143	2.9500	2.4714	2.9500	2.5661	PiedR
84	143	144	2.9500	2.5661	2.9500	2.6607	PiedR
85	144	145	2.9500	2.6607	2.9500	2.7554	PiedR
86	145	197	2.9500	2.7554	2.9500	2.8500	PiedR
87	173	174	0.1500	2.8500	0.2250	2.8500	Trav
88	174	175	0.2250	2.8500	0.3000	2.8500	Trav
89	175	176	0.3000	2.8500	0.4250	2.8500	Trav
90	176	177	0.4250	2.8500	0.5500	2.8500	Trav
91	177	178	0.5500	2.8500	0.6750	2.8500	Trav
92	178	179	0.6750	2.8500	0.8000	2.8500	Trav
93	179	180	0.8000	2.8500	0.9250	2.8500	Trav
94	180	181	0.9250	2.8500	1.0500	2.8500	Trav
95	181	182	1.0500	2.8500	1.1750	2.8500	Trav
96	182	183	1.1750	2.8500	1.3000	2.8500	Trav
97	183	184	1.3000	2.8500	1.4250	2.8500	Trav
98	184	185	1.4250	2.8500	1.5500	2.8500	Trav
99	185	186	1.5500	2.8500	1.6750	2.8500	Trav
100	186	187	1.6750	2.8500	1.8000	2.8500	Trav
101	187	188	1.8000	2.8500	1.9250	2.8500	Trav
102	188	189	1.9250	2.8500	2.0500	2.8500	Trav
103	189	190	2.0500	2.8500	2.1750	2.8500	Trav
104	190	191	2.1750	2.8500	2.3000	2.8500	Trav
105	191	192	2.3000	2.8500	2.4250	2.8500	Trav
106	192	193	2.4250	2.8500	2.5500	2.8500	Trav
107	193	194	2.5500	2.8500	2.6750	2.8500	Trav

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	142 di 144

108	194	195	2.6750	2.8500	2.8000	2.8500	Trav
109	195	196	2.8000	2.8500	2.8750	2.8500	Trav
110	196	197	2.8750	2.8500	2.9500	2.8500	Trav
111	1	32	0.1500	0.2000	0.1500	-0.8000	MollaF
112	2	33	0.2250	0.2000	0.2250	-0.8000	MollaF
113	3	34	0.3000	0.2000	0.3000	-0.8000	MollaF
114	4	35	0.3962	0.2000	0.3962	-0.8000	MollaF
115	5	36	0.4923	0.2000	0.4923	-0.8000	MollaF
116	6	37	0.5885	0.2000	0.5885	-0.8000	MollaF
117	7	38	0.6846	0.2000	0.6846	-0.8000	MollaF
118	8	39	0.7808	0.2000	0.7808	-0.8000	MollaF
119	9	40	0.8769	0.2000	0.8769	-0.8000	MollaF
120	10	41	0.9731	0.2000	0.9731	-0.8000	MollaF
121	11	42	1.0692	0.2000	1.0692	-0.8000	MollaF
122	12	43	1.1654	0.2000	1.1654	-0.8000	MollaF
123	13	44	1.2615	0.2000	1.2615	-0.8000	MollaF
124	14	45	1.3577	0.2000	1.3577	-0.8000	MollaF
125	15	46	1.4538	0.2000	1.4538	-0.8000	MollaF
126	16	47	1.5500	0.2000	1.5500	-0.8000	MollaF
127	17	48	1.6462	0.2000	1.6462	-0.8000	MollaF
128	18	49	1.7423	0.2000	1.7423	-0.8000	MollaF
129	19	50	1.8385	0.2000	1.8385	-0.8000	MollaF
130	20	51	1.9346	0.2000	1.9346	-0.8000	MollaF
131	21	52	2.0308	0.2000	2.0308	-0.8000	MollaF
132	22	53	2.1269	0.2000	2.1269	-0.8000	MollaF
133	23	54	2.2231	0.2000	2.2231	-0.8000	MollaF
134	24	55	2.3192	0.2000	2.3192	-0.8000	MollaF
135	25	56	2.4154	0.2000	2.4154	-0.8000	MollaF
136	26	57	2.5115	0.2000	2.5115	-0.8000	MollaF
137	27	58	2.6077	0.2000	2.6077	-0.8000	MollaF
138	28	59	2.7038	0.2000	2.7038	-0.8000	MollaF
139	29	60	2.8000	0.2000	2.8000	-0.8000	MollaF

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	143 di 144

140	30	61	2.8750	0.2000	2.8750	-0.8000	MollaF
141	31	62	2.9500	0.2000	2.9500	-0.8000	MollaF
142	1	63	0.1500	0.2000	-0.8500	0.2000	MollaPL
143	65	92	0.1500	0.2946	-0.8500	0.2946	MollaPL
144	66	93	0.1500	0.3893	-0.8500	0.3893	MollaPL
145	67	94	0.1500	0.4839	-0.8500	0.4839	MollaPL
146	68	95	0.1500	0.5786	-0.8500	0.5786	MollaPL
147	69	96	0.1500	0.6732	-0.8500	0.6732	MollaPL
148	70	97	0.1500	0.7679	-0.8500	0.7679	MollaPL
149	71	98	0.1500	0.8625	-0.8500	0.8625	MollaPL
150	72	99	0.1500	0.9571	-0.8500	0.9571	MollaPL
151	73	100	0.1500	1.0518	-0.8500	1.0518	MollaPL
152	74	101	0.1500	1.1464	-0.8500	1.1464	MollaPL
153	75	102	0.1500	1.2411	-0.8500	1.2411	MollaPL
154	76	103	0.1500	1.3357	-0.8500	1.3357	MollaPL
155	77	104	0.1500	1.4304	-0.8500	1.4304	MollaPL
156	78	105	0.1500	1.5250	-0.8500	1.5250	MollaPL
157	79	106	0.1500	1.6196	-0.8500	1.6196	MollaPL
158	80	107	0.1500	1.7143	-0.8500	1.7143	MollaPL
159	81	108	0.1500	1.8089	-0.8500	1.8089	MollaPL
160	82	109	0.1500	1.9036	-0.8500	1.9036	MollaPL
161	83	110	0.1500	1.9982	-0.8500	1.9982	MollaPL
162	84	111	0.1500	2.0929	-0.8500	2.0929	MollaPL
163	85	112	0.1500	2.1875	-0.8500	2.1875	MollaPL
164	86	113	0.1500	2.2821	-0.8500	2.2821	MollaPL
165	87	114	0.1500	2.3768	-0.8500	2.3768	MollaPL
166	88	115	0.1500	2.4714	-0.8500	2.4714	MollaPL
167	89	116	0.1500	2.5661	-0.8500	2.5661	MollaPL
168	90	117	0.1500	2.6607	-0.8500	2.6607	MollaPL
169	91	118	0.1500	2.7554	-0.8500	2.7554	MollaPL
170	173	198	0.1500	2.8500	-0.8500	2.8500	MollaPL
171	31	64	2.9500	0.2000	3.9500	0.2000	MollaPR

Relazione di calcolo tombini ferroviari 2,5x2,0

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 005	A	144 di 144

172	119	146	2.9500	0.2946	3.9500	0.2946	MollaPR
173	120	147	2.9500	0.3893	3.9500	0.3893	MollaPR
174	121	148	2.9500	0.4839	3.9500	0.4839	MollaPR
175	122	149	2.9500	0.5786	3.9500	0.5786	MollaPR
176	123	150	2.9500	0.6732	3.9500	0.6732	MollaPR
177	124	151	2.9500	0.7679	3.9500	0.7679	MollaPR
178	125	152	2.9500	0.8625	3.9500	0.8625	MollaPR
179	126	153	2.9500	0.9571	3.9500	0.9571	MollaPR
180	127	154	2.9500	1.0518	3.9500	1.0518	MollaPR
181	128	155	2.9500	1.1464	3.9500	1.1464	MollaPR
182	129	156	2.9500	1.2411	3.9500	1.2411	MollaPR
183	130	157	2.9500	1.3357	3.9500	1.3357	MollaPR
184	131	158	2.9500	1.4304	3.9500	1.4304	MollaPR
185	132	159	2.9500	1.5250	3.9500	1.5250	MollaPR
186	133	160	2.9500	1.6196	3.9500	1.6196	MollaPR
187	134	161	2.9500	1.7143	3.9500	1.7143	MollaPR
188	135	162	2.9500	1.8089	3.9500	1.8089	MollaPR
189	136	163	2.9500	1.9036	3.9500	1.9036	MollaPR
190	137	164	2.9500	1.9982	3.9500	1.9982	MollaPR
191	138	165	2.9500	2.0929	3.9500	2.0929	MollaPR
192	139	166	2.9500	2.1875	3.9500	2.1875	MollaPR
193	140	167	2.9500	2.2821	3.9500	2.2821	MollaPR
194	141	168	2.9500	2.3768	3.9500	2.3768	MollaPR
195	142	169	2.9500	2.4714	3.9500	2.4714	MollaPR
196	143	170	2.9500	2.5661	3.9500	2.5661	MollaPR
197	144	171	2.9500	2.6607	3.9500	2.6607	MollaPR
198	145	172	2.9500	2.7554	3.9500	2.7554	MollaPR
199	197	199	2.9500	2.8500	3.9500	2.8500	MollaPR