

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 4,0x2,5

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 6 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	A. Peregò



File: NM2503D26CLIN0003006A.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	32
10.1	CODICE DI CALCOLO	32
10.2	MODELLO DI CALCOLO	32
10.2.1	<i>Interazione terreno-struttura</i>	33
11	RISULTATI E ANALISI	35
11.1	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI	35
11.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	37
11.2.1	<i>Verifiche a taglio</i>	37
11.2.2	<i>Armature di progetto</i>	38
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	39
11.4	VALUTAZIONE DELLE INCIDENZE	39
12	ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO	40

1 *PREMESSA*

La presente relazione è relativa al calcolo dei tombini scatolari 4.00x2.50m, 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 2.50m e larghezza 4.00 con soletta di copertura di spessore 0.40m, piedritti di spessore 0.40m e soletta di fondazione di spessore 0.50m;

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)

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 18 (dal km 81+200 al km 82+200):

UNITA'		WS1	WRs2	Rs2	
Stratigrafia	DA	[m P.C.]	0.0	4.0	5.5
	A	[m P.C.]	4.0	5.5	10.0
Parametri di resistenza	γ_n	[kN/m ³]	19.0	19.0	19.0
	φ'	[°]	34.0	33.0	34.0
	c'	[kPa]	0	0	0
	c_u	[kPa]	-	12	-
Parametri di deformabilità	G_0	[MPa]	50-70	60.0	80-110
	NSPT		21.0	12-20	13-37
	E_{op2}	[MPa]	20.0	30.0	40.0
	OCR	[-]	-	-	-
	CR	[-]	-	-	-
	RR	[-]	-	-	-
	C_{ae}	[%]	-	-	-
	$k_v^{(*)}$	[m/s]	2.00E-07	5.00E-07	1.00E-06

Tabella 1: Caratterizzazione geotecnica

I parametri geotecnici impiegati per il rilevato ferroviario sono:

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

La falda è posiziona 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	$L_{tot} =$	4.80m
Larghezza utile del tombino	$L_{int} =$	4.00m
Spessore della soletta di copertura	$S_s =$	0.40m
Spessore piedritti	$S_p =$	0.40m
Spessore della soletta di fondazione	$S_f =$	0.50m
Altezza libera del tombino	$H_{int} =$	2.50m
Altezza totale del tombino	$H_{tot} =$	3.40m
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	$P_{ss} = 25.00 \times 0.40 =$	10.00 kN/m
Peso soletta inferiore	$P_{si} = 25.00 \times 0.50 =$	12.50 kN/m
Peso piedritti	$P_p = 25.00 \times 0.40 =$	10.00 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 $P_2 = 33.21 \text{ kN/m}$

Pressione in asse soletta inferiore $P_3 = 55.88 \text{ kN/m}$

Pressione intradosso soletta inferiore $P_4 = 57.80 \text{ kN/m}$

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

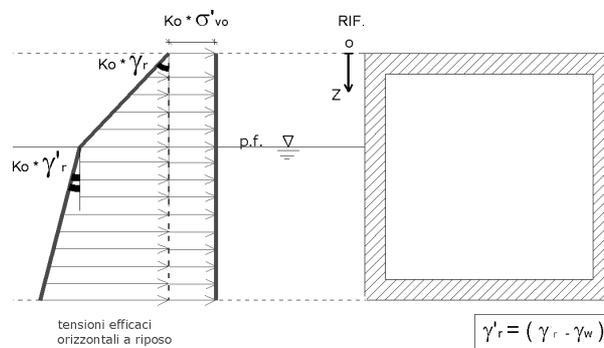


Figura 1 SPTSX

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 $P_{w2} = 0.00 \text{ kN/m}$

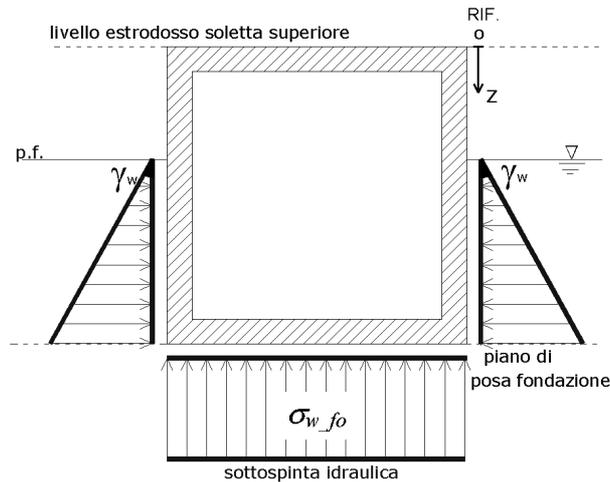


Figura 2 SPTW

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 = 0.40 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 essiccamento

$\epsilon_r = \epsilon_{ca} + \epsilon_{cd} = -2.39E-04$ 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:

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

$$\Delta T = \epsilon_r / [\alpha \times (1 + \phi)] = -2.39 \times 10^{-4} / [10 \times 10^{-6} \times (1 + 1.8)] = -8.55$$

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 $L_{soletta} = 4.40\text{m}$

Altezza dei piedritti $H_{int} = 2.70\text{m}$

Ricoprimento $h_r = 4.20\text{m}$

Lunghezza media $L_m = 3.27\text{m}$

Lunghezza caratteristica $L_{\phi} = 4.25$
 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:

$$\Delta_d = 2.488\text{m}$$

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

$$L_d = 2.40 + 2 \Delta_d = 7.35 \text{ m}$$

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.

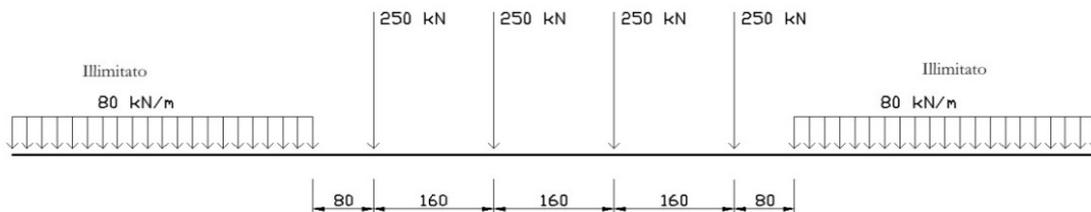


Figura 3 Treno LM71

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

$$L_l = 0.30 + 2 \times \Delta_d = 5.25 \text{ m}$$

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:

$$\text{Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate} \quad P_{V.Q1.cop} = 23.38 \text{ kN/m}$$

$$\text{Carico ripartito prodotto dal carico distribuito} \quad P_{V.Q2.cop} = 11.97 \text{ kN/m}$$

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 $\alpha = 1,00$):

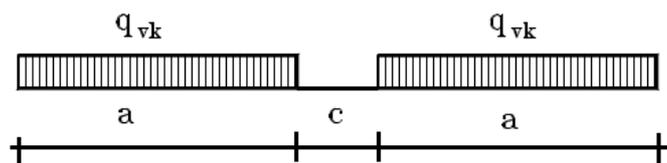


Figura 4 Treno di carico SW

Per la struttura scatolare in oggetto risulta:

$$q = q_{vk} / L_{d1} \times \phi = 20.41 \text{ kN/m}$$

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 :

$$q_{Av} = A_v \alpha / L_d = 4.94 \text{ kN/m}$$

Treno SW/2

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

Carico distribuito su L_d :

$$q_{Av} = A_v \alpha / L_d = 4.76 \text{ kN/m}$$

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.

$$P_{H,Q,ritti} = (P_v \cdot Q_{1,cop} / \Phi) K_0 = 8.99 \text{ kN/m}$$

Treno SW/2

$$P_{H,Q,ritti} = (q_{sw/2} / \Phi) K_0 = 7.84 \text{ kN/m}$$

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	$G_1 =$	10.00	kN/m
Massa associata al carico permanente	$G_2 =$	82.40	kN/m
Massa treno	$Q_k =$	23.38	kN/m
Massa associata al peso proprio piedritti	$G_3 =$	10.00	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):

$$F'_h = k_h (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 13.40 \quad \text{kN/m}$$

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

$$F''_h = k_h G_p = 1.38 \quad \text{kN/m}$$

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:

$$F'_v = k_v (G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}) = 6.70 \quad \text{kN/m}$$

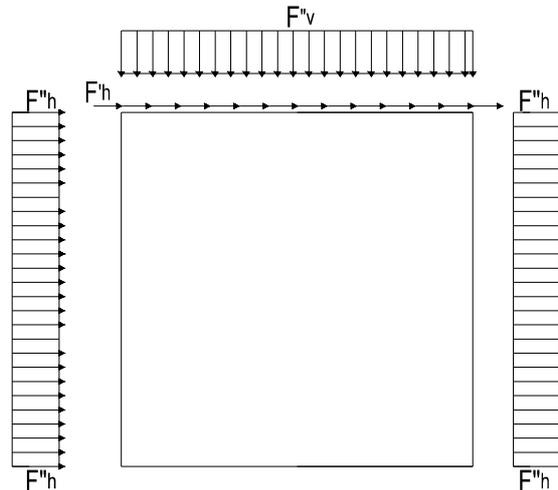


Figura 5 Forze sismiche agenti sulla struttura

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:

$$\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2 = 113.05 \quad \text{kN/m}$$

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

Sisma proveniente da sinistra

Sisma proveniente da destra

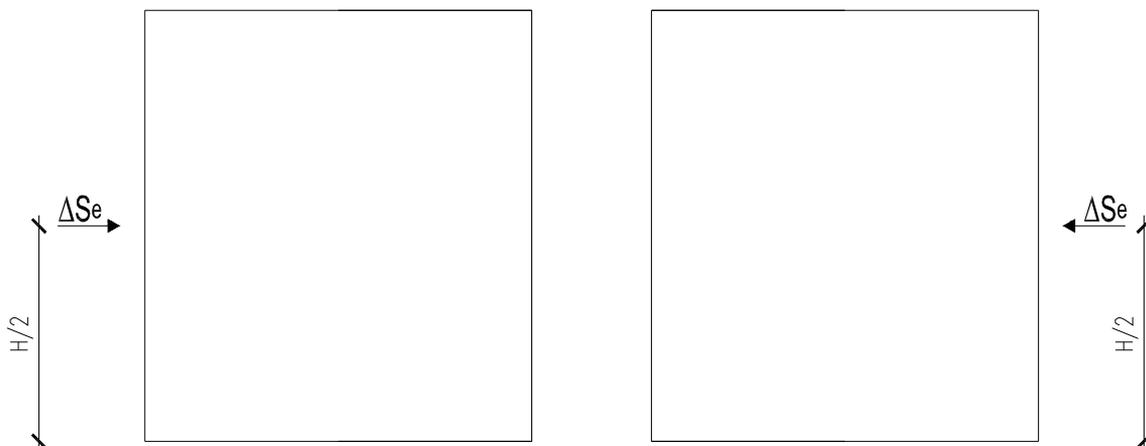


Figura 6 Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood

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

$$\Delta s_E = \Delta s_E / H = 33.25 \quad \text{kN/m}^2$$

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, adotta

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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	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 plateaux 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.

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:

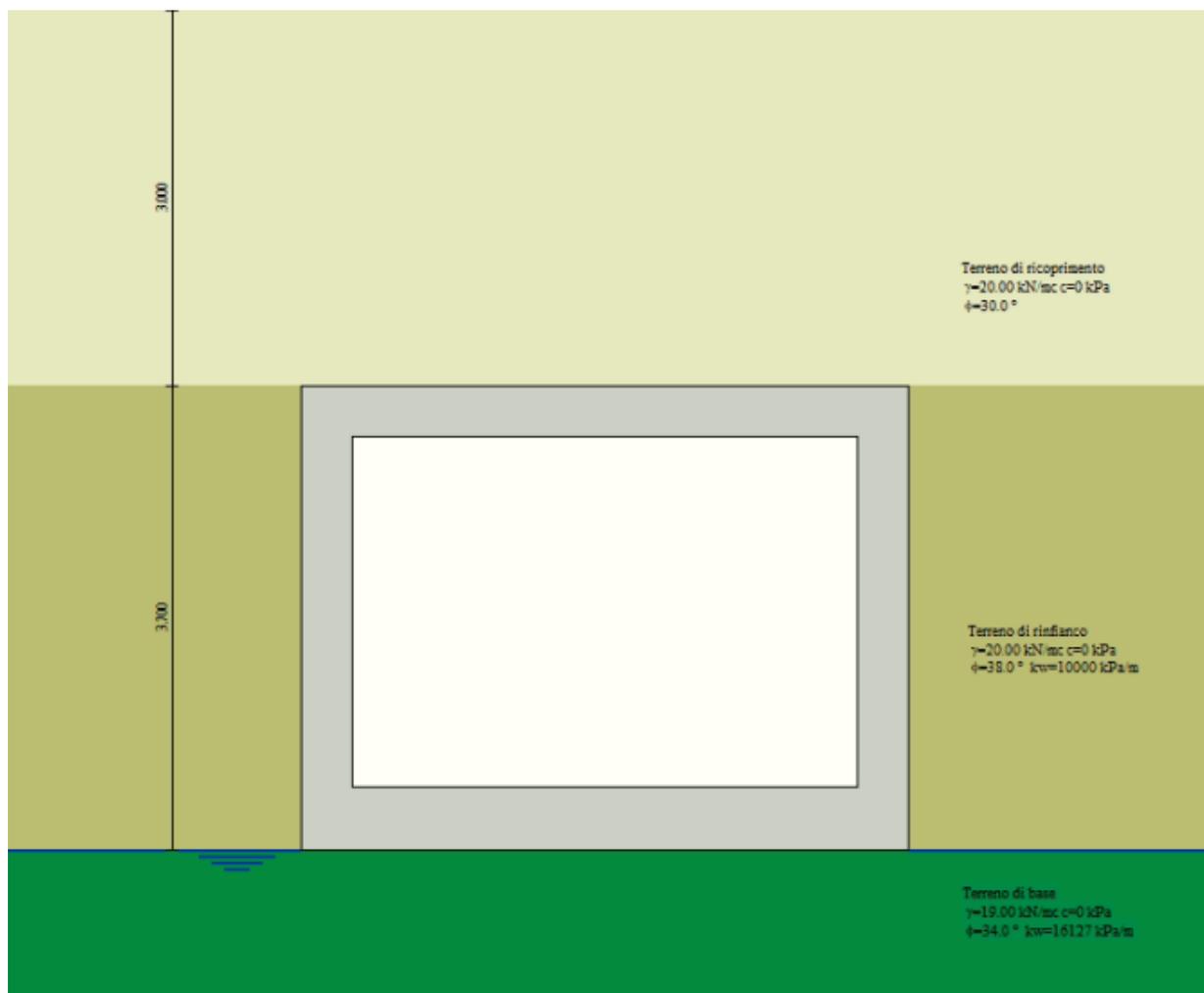


Figura 7 Modello geotecnico

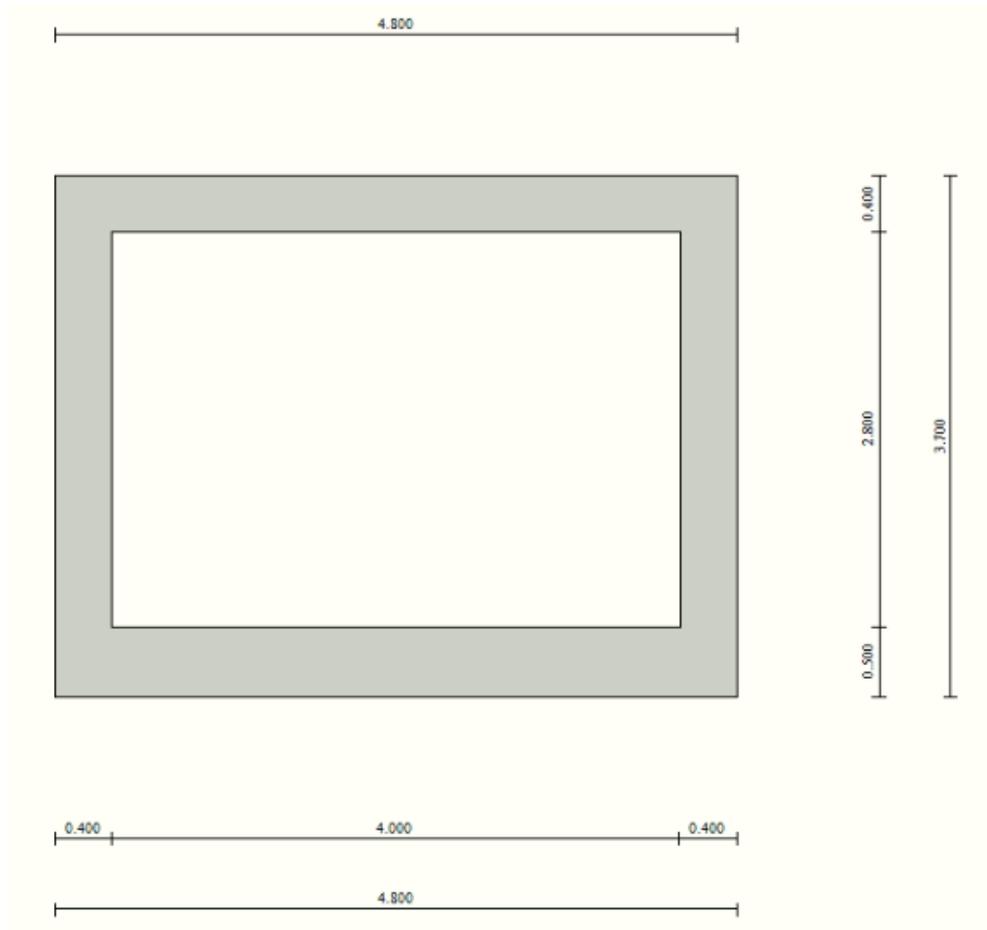


Figura 8 Modello geometrico

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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	34 di 144

h = altezza;

J = inerzia;

E_c = modulo elastico del calcestruzzo della fondazione.

Nel caso in esame K risulta pari a 16127 kN/mc. Tale rigidità è stata applicata come beam support lungo l'elemento, in particolare considerando la striscia di calcolo pari ad 1m risulta $16127 \text{ kPa/m} \cdot 1\text{m} = 16127 \text{ kN/m/m}$.

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.

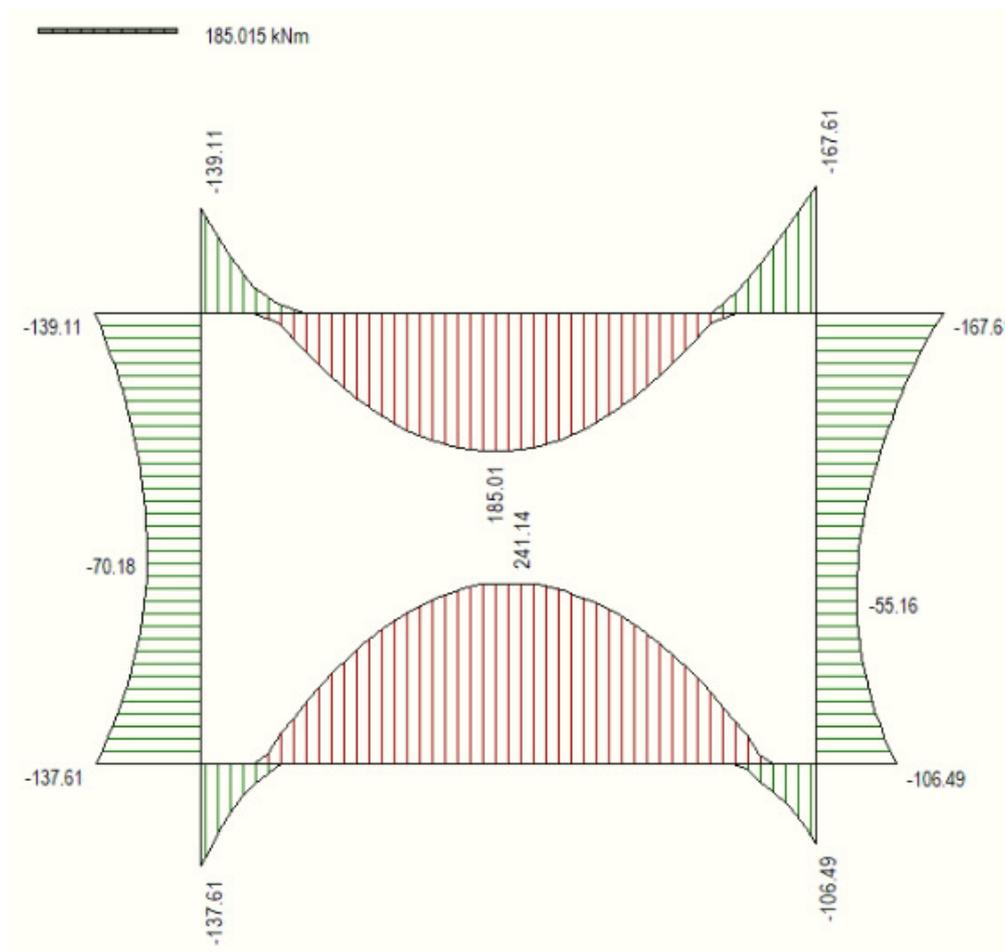


Figura 9 Involuppo SLU/Sisma: Momenti flettenti

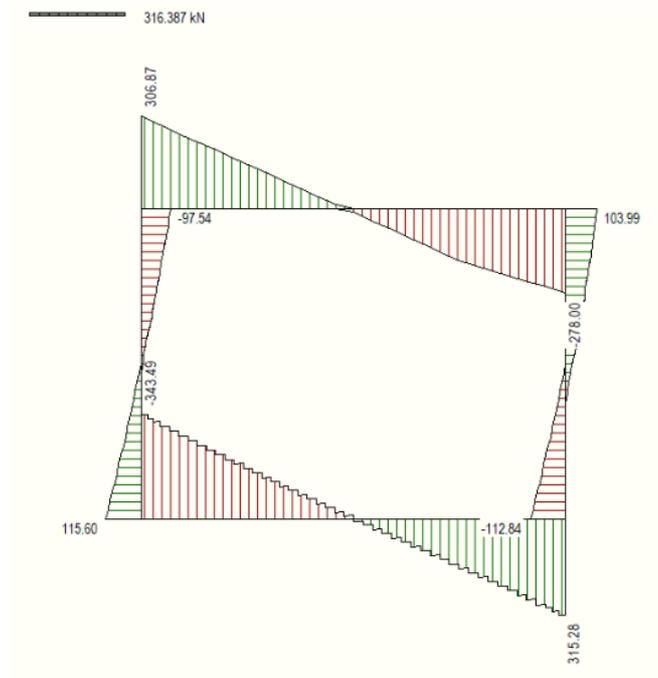


Figura 10 Involuppo SLU/Sisma: sollecitazioni taglianti

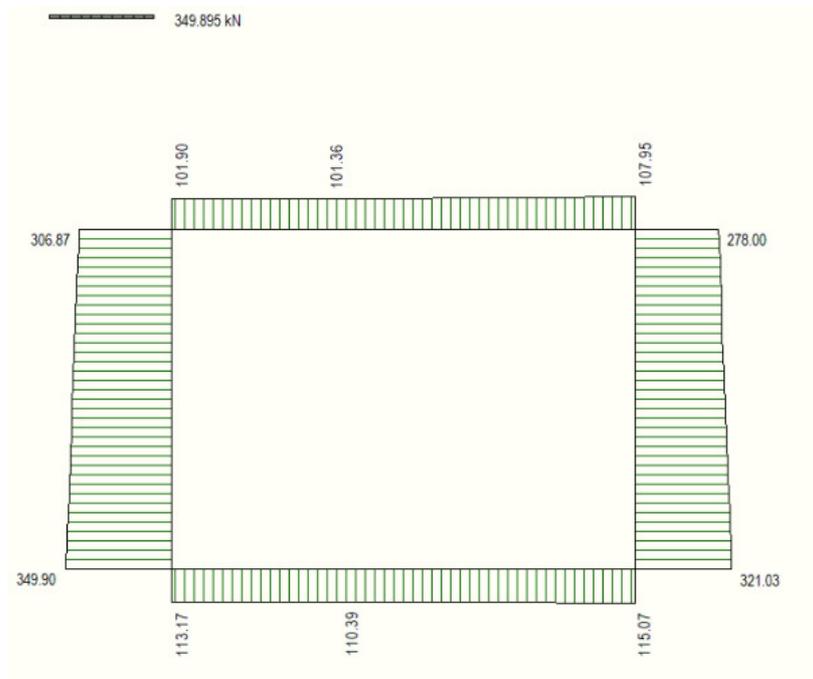


Figura 11 Involuppo SLU/Sisma: sforzo normale

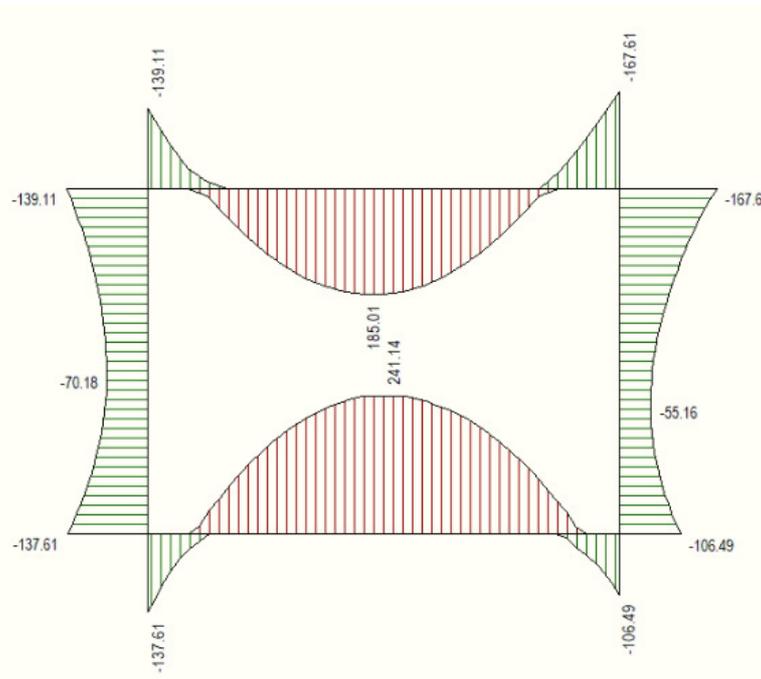


Figura 12 Involuppo SLE Momenti flettenti

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

SEZIONE

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

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

$$c = 8.4 \text{ cm}$$

$$d = h - c = 31.6 \text{ cm}$$

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 $V_{Rsd} = V_{Rcd}$

$$V_{Rsd} = 603.80 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rcd} = 603.80 \text{ (KN)}$$

$$V_{Rd} = 604 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

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 mezzera e di incastro.

Elemento	Sezione	Dimensioni [cm]		Flessione		Armatura a taglio
		B	H	Lato terra	Lato interno	
SOLETTA SUP.	INCASTRO MEZZERIA	100	x 40	10Ø20	10Ø20	Ø 12/20x40
				10Ø20	10Ø20	
PIEDRITTI	TESTA	100	x 40	10Ø20	5Ø20	Ø 12/20x40
	MEZZERIA			10Ø20	5Ø20	
	PIEDE			10Ø20	5Ø20	
SOLETTA INF.	INCASTRO MEZZERIA	100	x 50	10Ø20	10Ø20	Ø 12/20x40
				10Ø20	10Ø20	

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	0.50	LATO A	20	10	24.66	LATO A	12	10	8.88	12	20x40	12.5	11.1	78.18	160
		LATO B	20	10	24.66	LATO B	12	10	8.88						
Soletta superiore	0.40	LATO A	20	10	24.66	LATO A	12	10	8.88	12	20x40	12.5	11.1	78.18	200
		LATO B	20	10	24.66	LATO B	12	10	8.88						
Piedritti	0.40	LATO A	20	10	24.66	LATO A	12	10	8.88	12	20x40	12.5	11.1	61.41	155
		LATO B	20	5	12.33	LATO B	12	5	4.44						

12 ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO

Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	3.70	[m]
Larghezza esterna	4.80	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.40	[m]
Spessore piedritto destro	0.40	[m]
Spessore fondazione	0.50	[m]
Spessore trasverso	0.40	[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

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	34.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	34.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	16127	[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

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	$X_i = -2.56$	$X_i = 5.32$	$V_{ni} = 35.45$	$V_{ni} = 35.45$
-------	---------	---------------	--------------	------------------	------------------

Condizione di carico n° 8 (AVVIAMENTO)

Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_i = 4.80$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{ti} = 5.01$ $V_{ti} = 5.01$
-------	----------	--------------	--------------	-----------------	-----------------	---------------------------------

Condizione di carico n° 9 (SERPEGGIO)

Distr	Traverso	$X_i = 0.00$	$X_i = 4.80$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{ni} = 0.00$	$V_{ti} = 0.00$ $V_{ti} = 0.00$
-------	----------	--------------	--------------	-----------------	-----------------	---------------------------------

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/mmq]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mmq]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

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

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

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

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 0.0840 [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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	47 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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	48 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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	50 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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	51 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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	52 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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	55 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	47
Numero elementi trasverso	24
Numero elementi piedritto sinistro	34
Numero elementi piedritto destro	34

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	56 di 144

Numero molle fondazione	48
Numero molle piedritto sinistro	35
Numero molle piedritto destro	35

Spostamenti

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00097	0.01130
1.26	0.00096	0.01082
2.40	0.00095	0.01077
3.50	0.00094	0.01156
4.60	0.00094	0.01288

Spostamenti traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00236	0.01139
1.31	0.00235	0.01300
2.40	0.00234	0.01396
3.49	0.00233	0.01374
4.60	0.00231	0.01296

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00097	0.01130
1.88	0.00109	0.01135
3.50	0.00236	0.01139

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00094	0.01288
1.88	0.00216	0.01292
3.50	0.00231	0.01296

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00215	0.01135
1.26	0.00214	0.01083
2.40	0.00213	0.01076
3.50	0.00212	0.01155
4.60	0.00212	0.01287

Spostamenti traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00339	0.01143
1.31	0.00343	0.01301
2.40	0.00346	0.01396
3.49	0.00349	0.01373
4.60	0.00352	0.01295

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00215	0.01135
1.88	0.00220	0.01139

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	59 di 144

3.50 0.00339 0.01143

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00212	0.01287
1.88	0.00336	0.01291
3.50	0.00352	0.01295

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00288	0.00667
1.26	0.00287	0.00641
2.40	0.00287	0.00634
3.50	0.00286	0.00669
4.60	0.00285	0.00726

Spostamenti traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00343	0.00671
1.31	0.00340	0.00741
2.40	0.00338	0.00784
3.49	0.00336	0.00769
4.60	0.00333	0.00730

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	60 di 144

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00288	0.00667
1.88	0.00300	0.00669
3.50	0.00343	0.00671

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00285	0.00726
1.88	0.00325	0.00728
3.50	0.00333	0.00730

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00289	0.00633
1.26	0.00288	0.00610
2.40	0.00287	0.00604
3.50	0.00287	0.00637
4.60	0.00286	0.00692

Spostamenti traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00343	0.00638
1.31	0.00341	0.00706
2.40	0.00339	0.00748
3.49	0.00337	0.00734
4.60	0.00334	0.00697

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00289	0.00633
1.88	0.00302	0.00636
3.50	0.00343	0.00638

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00286	0.00692
1.88	0.00325	0.00695
3.50	0.00334	0.00697

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00240	0.00703
1.26	-0.00241	0.00659
2.40	-0.00242	0.00634
3.50	-0.00243	0.00652
4.60	-0.00243	0.00691

Spostamenti traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	-0.00248	0.00708
1.31	-0.00250	0.00761
2.40	-0.00252	0.00786
3.49	-0.00255	0.00754

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	62 di 144

4.60 -0.00257 0.00696

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.25	-0.00240	0.00703
1.88	-0.00262	0.00706
3.50	-0.00248	0.00708

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.25	-0.00243	0.00691
1.88	-0.00233	0.00693
3.50	-0.00257	0.00696

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.20	-0.00241	0.00670
1.26	-0.00242	0.00628
2.40	-0.00242	0.00603
3.50	-0.00243	0.00620
4.60	-0.00244	0.00658

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 6)

X [m]	u _x [m]	u _y [m]
0.20	-0.00249	0.00675

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	63 di 144

1.31	-0.00251	0.00725
2.40	-0.00253	0.00751
3.49	-0.00255	0.00719
4.60	-0.00258	0.00662

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	-0.00241	0.00670
1.88	-0.00262	0.00672
3.50	-0.00249	0.00675

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	-0.00244	0.00658
1.88	-0.00235	0.00660
3.50	-0.00258	0.00662

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00001	0.00639
1.26	0.00000	0.00596
2.40	0.00000	0.00574
3.50	0.00000	0.00594
4.60	-0.00001	0.00639

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 7)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	64 di 144

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00001	0.00644
1.31	0.00000	0.00700
2.40	0.00000	0.00729
3.49	0.00000	0.00700
4.60	-0.00001	0.00644

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00001	0.00639
1.88	-0.00025	0.00642
3.50	0.00001	0.00644

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	-0.00001	0.00639
1.88	0.00025	0.00642
3.50	-0.00001	0.00644

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00062	0.00834
1.26	0.00062	0.00792
2.40	0.00061	0.00782
3.50	0.00061	0.00833

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	65 di 144

4.60 0.00060 0.00922

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 8)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00139	0.00841
1.31	0.00138	0.00950
2.40	0.00138	0.01013
3.49	0.00138	0.00991
4.60	0.00138	0.00928

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00062	0.00834
1.88	0.00059	0.00838
3.50	0.00139	0.00841

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00060	0.00922
1.88	0.00138	0.00925
3.50	0.00138	0.00928

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00053	0.00777

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	66 di 144

1.26	0.00052	0.00744
2.40	0.00052	0.00740
3.50	0.00051	0.00794
4.60	0.00051	0.00883

Spostamenti traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00145	0.00783
1.31	0.00145	0.00891
2.40	0.00145	0.00956
3.49	0.00145	0.00941
4.60	0.00145	0.00889

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00053	0.00777
1.88	0.00061	0.00780
3.50	0.00145	0.00783

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00051	0.00883
1.88	0.00134	0.00886
3.50	0.00145	0.00889

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 10)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	67 di 144

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00050	0.00788
1.26	0.00049	0.00749
2.40	0.00049	0.00740
3.50	0.00048	0.00789
4.60	0.00048	0.00873

Spostamenti trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00124	0.00793
1.31	0.00124	0.00896
2.40	0.00124	0.00956
3.49	0.00124	0.00937
4.60	0.00124	0.00879

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00050	0.00788
1.88	0.00049	0.00791
3.50	0.00124	0.00793

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00048	0.00873
1.88	0.00122	0.00876
3.50	0.00124	0.00879

Spostamenti fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00045	0.00793
1.26	0.00045	0.00751
2.40	0.00044	0.00739
3.50	0.00044	0.00788
4.60	0.00043	0.00872

Spostamenti traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.20	0.00099	0.00799
1.31	0.00107	0.00896
2.40	0.00114	0.00954
3.49	0.00122	0.00934
4.60	0.00130	0.00878

Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	u_x [m]	u_y [m]
0.25	0.00045	0.00793
1.88	0.00034	0.00796
3.50	0.00099	0.00799

Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 11)

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	69 di 144

0.25	0.00043	0.00872
1.88	0.00122	0.00876
3.50	0.00130	0.00878

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-149.1180	-351.8991	118.2873
1.26	138.1506	-178.6387	118.2873
2.40	249.5560	0.4870	118.2873
3.50	161.6143	179.8257	118.2873
4.60	-132.8637	361.9801	118.2873

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-153.7514	314.9483	105.7710
1.31	105.9792	153.4184	113.8280
2.40	186.6820	-5.4634	121.7529
3.49	94.0591	-164.3453	129.6779
4.60	-177.7904	-325.8751	137.7348

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-149.1180	121.1673	357.9757
1.88	-59.2391	-6.0029	336.4620
3.50	-153.7514	-105.7710	314.9483

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	71 di 144

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-132.8637	-115.5025	368.9025
1.88	-53.0193	17.4507	347.3888
3.50	-177.7904	131.9996	325.8751

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-146.2273	-352.4362	113.0758
1.26	141.3450	-178.7299	113.0758
2.40	252.8139	0.4064	113.0758
3.50	165.0653	179.5121	113.0758
4.60	-128.9318	361.4261	113.0758

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-156.3924	315.5084	107.4731
1.31	103.9594	153.9785	115.5301
2.40	185.2732	-4.9033	123.4550
3.49	93.2612	-163.7852	131.3799
4.60	-177.9671	-325.3151	139.4369

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-146.2273	119.4653	358.5357
1.88	-59.1142	-7.7050	337.0221
3.50	-156.3924	-107.4731	315.5084

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-128.9318	-106.7775	368.3424
1.88	-54.7280	18.0560	346.8287
3.50	-177.9671	130.7044	325.3151

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-102.0848	-199.7353	114.6405
1.26	60.8131	-100.6947	116.4437
2.40	123.1198	1.4651	118.3932
3.50	72.3830	102.3370	120.2695
4.60	-93.3958	202.3066	122.1458

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-94.0396	169.2298	104.7566
1.31	45.9374	83.1876	107.3814
2.40	90.5246	-1.4442	109.9631
3.49	42.7864	-86.0760	112.5449
4.60	-100.3940	-172.1182	115.1696

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	73 di 144

0.25	-102.0848	123.2243	203.3194
1.88	-5.4435	-0.9151	186.2746
3.50	-94.0396	-104.7566	169.2298

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-93.3958	-113.6574	206.2078
1.88	-5.7838	6.4152	189.1630
3.50	-100.3940	106.9074	172.1182

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-99.6347	-192.4809	114.1959
1.26	57.4035	-97.2249	115.9991
2.40	117.6133	1.2102	117.9485
3.50	68.8375	98.5011	119.8248
4.60	-90.9129	195.0460	121.7012

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-92.9683	166.2306	105.1809
1.31	44.5215	81.7018	107.8057
2.40	88.2999	-1.4413	110.3874
3.49	41.3768	-84.5844	112.9691
4.60	-99.3100	-169.1132	115.5939

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-99.6347	122.8000	195.8853
1.88	-3.6829	-1.3394	181.0579
3.50	-92.9683	-105.1809	166.2306

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-90.9129	-113.1920	198.7679
1.88	-4.0512	6.8387	183.9405
3.50	-99.3100	107.3131	169.1132

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-93.9223	-200.9338	116.3131
1.26	67.7312	-97.3575	114.5099
2.40	125.1677	6.2179	112.5605
3.50	69.7844	105.3885	110.6841
4.60	-97.2704	201.0974	108.8078

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-95.7736	170.6257	103.3416
1.31	45.7515	84.5834	102.9394
2.40	91.8615	-0.0483	102.5439
3.49	45.6460	-84.6801	102.1483
4.60	-95.9862	-170.7224	101.7461

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-93.9223	109.1585	204.7153
1.88	-9.7087	-5.0907	187.6705
3.50	-95.7736	-97.2000	170.6257

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-97.2704	-116.0532	204.8119
1.88	-8.1459	2.9954	187.7672
3.50	-95.9862	101.7461	170.7224

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-91.4393	-193.6732	115.8685
1.26	64.3423	-93.8716	114.0653
2.40	119.6612	5.9823	112.1158
3.50	66.2188	101.5684	110.2395
4.60	-94.8203	193.8431	108.3632

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-94.6896	167.6207	103.7658
1.31	44.3419	83.0919	103.3637

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	76 di 144

2.40	89.6368	-0.0512	102.9681
3.49	44.2301	-83.1943	102.5725
4.60	-94.9150	-167.7231	102.1704

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-91.4393	108.6931	197.2753
1.88	-7.9760	-5.5142	182.4480
3.50	-94.6896	-97.6057	167.6207

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-94.8203	-115.6289	197.3778
1.88	-6.3853	3.4197	182.5505
3.50	-94.9150	102.1704	167.7231

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-74.3643	-182.0096	68.0695
1.26	72.2107	-88.5552	68.0695
2.40	125.0250	4.6251	68.0695
3.50	76.1253	94.3371	68.0695
4.60	-74.3629	182.0095	68.0695

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	77 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-79.8756	153.5751	58.0334
1.31	47.5190	76.1530	58.0334
2.40	89.0570	0.0001	58.0334
3.49	47.5192	-76.1528	58.0334
4.60	-79.8752	-153.5749	58.0334

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-74.3643	68.0970	185.4472
1.88	-25.3366	-5.1765	169.5111
3.50	-79.8756	-58.0335	153.5751

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-74.3629	-68.0969	185.4470
1.88	-25.3358	5.1769	169.5109
3.50	-79.8752	58.0335	153.5749

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-106.2019	-255.9260	85.1686
1.26	102.0087	-128.6567	85.1686
2.40	181.4287	1.7204	85.1686
3.50	116.4087	131.0830	85.1686
4.60	-97.0624	261.5057	85.1686

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-113.1750	228.5395	77.7984
1.31	75.5588	111.8001	82.2436
2.40	134.8904	-3.0255	86.6160
3.49	68.9577	-117.8511	90.9884
4.60	-126.4872	-234.5905	95.4336

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-106.2019	87.0240	260.4116
1.88	-42.7279	-5.5361	244.4755
3.50	-113.1750	-77.7984	228.5395

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-97.0624	-83.3819	266.4626
1.88	-39.3061	11.9707	250.5265
3.50	-126.4872	92.0148	234.5905

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-101.8103	-239.9161	82.5138
1.26	94.0254	-121.6784	82.5138

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	79 di 144

2.40	169.8643	0.5122	82.5138
3.50	109.7538	122.7882	82.5138
4.60	-91.1402	246.8345	82.5138

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-103.9198	212.2230	71.8739
1.31	71.0782	103.3471	77.4304
2.40	125.4072	-3.7440	82.8959
3.49	62.9096	-110.8350	88.3613
4.60	-120.3932	-219.7109	93.9179

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-101.8103	84.0925	244.0951
1.88	-39.5023	-4.0396	228.1591
3.50	-103.9198	-71.8739	212.2230

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-91.1402	-81.0015	251.5831
1.88	-35.0314	11.6789	235.6470
3.50	-120.3932	90.3264	219.7109

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	80 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-100.5199	-240.5936	81.7814
1.26	95.3244	-121.0722	81.7814
2.40	170.1628	1.5350	81.7814
3.50	109.0892	123.3311	81.7814
4.60	-91.8055	246.1554	81.7814

Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 10)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-105.3183	212.9556	72.7012
1.31	70.4922	104.0797	77.1464
2.40	125.6204	-3.0114	81.5188
3.49	63.9220	-110.1024	85.8912
4.60	-118.5683	-218.9783	90.3364

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-100.5199	83.2651	244.8277
1.88	-39.5564	-4.8670	228.8917
3.50	-105.3183	-72.7012	212.9556

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-91.8055	-80.3637	250.8504
1.88	-35.9889	11.1024	234.9144
3.50	-118.5683	87.2645	218.9783

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-95.4110	-240.7295	79.2016
1.26	100.2647	-120.6916	79.2016
2.40	174.6400	1.8918	79.2016
3.50	113.3032	123.4098	79.2016
4.60	-87.5384	245.9963	79.2016

Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.20	-109.0301	213.1196	75.4153
1.31	66.9623	104.2437	79.8605
2.40	122.2693	-2.8474	84.2329
3.49	60.7498	-109.9384	88.6052
4.60	-121.5586	-218.8144	93.0505

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-95.4110	80.5511	244.9917
1.88	-38.8578	-7.5810	229.0556
3.50	-109.0301	-75.4153	213.1196

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.25	-87.5384	-77.9159	250.6865

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	82 di 144

1.88 -35.3102 13.1804 234.7504

3.50 -121.5586 89.8323 218.8144

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	182
1.26	174
2.40	174
3.50	187
4.60	208

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	183
1.26	175
2.40	174
3.50	186
4.60	207

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	108
1.26	103
2.40	102
3.50	108
4.60	117

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

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

0.20	102
1.26	98
2.40	97
3.50	103
4.60	112

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	113
1.26	106
2.40	102
3.50	105
4.60	111

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	108
1.26	101
2.40	97
3.50	100
4.60	106

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	103
1.26	96
2.40	93
3.50	96
4.60	103

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	135
1.26	128
2.40	126
3.50	134
4.60	149

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	125
1.26	120
2.40	119
3.50	128
4.60	142

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 10)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	127
1.26	121
2.40	119
3.50	127
4.60	141

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	σ_t [kPa]
0.20	128

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	86 di 144

1.26	121
2.40	119
3.50	127
4.60	141

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 = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0.20	149.12 (149.12)	118.29	424.50	535.14	0.003142	0.003142	3.59
2	1.26	-138.15 (-205.03)	118.29	322.72	-559.38	0.003142	0.003456	2.73
3	2.40	-249.56 (-249.59)	118.29	239.02	-504.35	0.003142	0.003142	2.02
4	3.50	-161.61 (-228.94)	118.29	285.90	-553.34	0.003142	0.003456	2.42
5	4.60	132.86 (149.12)	118.29	424.50	535.14	0.003142	0.003142	3.59

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	88 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000628	-351.90	0.00	686.19	1626.17	1.950
2	1.26	0.000000	-178.64	257.57	0.00	0.00	1.442
3	2.40	0.000000	0.49	257.57	0.00	0.00	528.892
4	3.50	0.000000	179.83	257.57	0.00	0.00	1.432
5	4.60	0.000628	361.98	0.00	686.19	1626.17	1.896

Verifica sezioni trasverso [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	0.20	-153.75 (-177.79)	105.77	219.47	-368.91	0.003142	0.003142	2.07
2	1.31	105.98 (149.61)	113.83	286.59	376.69	0.003142	0.003142	2.52
3	2.40	186.68 (186.68)	121.75	242.33	371.56	0.003142	0.003142	1.99
4	3.49	94.06 (140.80)	129.68	354.14	384.51	0.003142	0.003142	2.73
5	4.60	-177.79 (-177.79)	137.73	292.34	-377.35	0.003142	0.003142	2.12

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000314	314.95	0.00	372.96	1237.17	1.184
2	1.31	0.000000	153.42	227.83	0.00	0.00	1.485
3	2.40	0.000000	-5.46	228.77	0.00	0.00	41.873
4	3.49	0.000000	-164.35	229.71	0.00	0.00	1.398
5	4.60	0.000314	-325.88	0.00	372.96	1242.66	1.144

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-149.12 (-153.75)	357.98	1077.94	-462.98	0.001571	0.003142	3.01
2	1.88	-59.24 (-60.95)	336.46	2847.62	-515.81	0.001571	0.003142	8.46
3	3.50	-153.75 (-153.75)	314.95	914.87	-446.62	0.001571	0.003142	2.90

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	121.17	256.76	0.00	0.00	2.119
2	1.88	0.000000	-6.00	254.21	0.00	0.00	42.348
3	3.50	0.000000	-105.77	251.66	0.00	0.00	2.379

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-132.86 (-165.71)	368.90	1018.79	-457.64	0.001571	0.003142	2.76
2	1.88	-53.02 (-57.98)	347.39	3032.63	-506.17	0.001571	0.003142	8.73
3	3.50	-177.79 (-177.79)	325.88	793.58	-432.96	0.001571	0.003142	2.44

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	-115.50	258.06	0.00	0.00	2.234
2	1.88	0.000000	17.45	255.51	0.00	0.00	14.642
3	3.50	0.000000	132.00	252.96	0.00	0.00	1.916

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	146.23 (146.23)	113.08	412.24	533.11	0.003142	0.003142	3.65
2	1.26	-141.35 (-208.26)	113.08	301.86	-555.96	0.003142	0.003456	2.67
3	2.40	-252.81 (-252.86)	113.08	224.46	-501.93	0.003142	0.003142	1.99
4	3.50	-165.07 (-232.27)	113.08	267.95	-550.40	0.003142	0.003456	2.37
5	4.60	128.93 (146.23)	113.08	412.24	533.11	0.003142	0.003142	3.65

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000628	-352.44	0.00	686.19	1625.22	1.947
2	1.26	0.000000	-178.73	256.92	0.00	0.00	1.437
3	2.40	0.000000	0.41	256.92	0.00	0.00	632.129
4	3.50	0.000000	179.51	256.92	0.00	0.00	1.431
5	4.60	0.000628	361.43	0.00	686.19	1625.22	1.899

Verifica sezioni trasverso [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	0.20	-156.39 (-177.97)	107.47	223.03	-369.32	0.003142	0.003142	2.08
2	1.31	103.96 (147.75)	115.53	295.33	377.70	0.003142	0.003142	2.56
3	2.40	185.27 (185.27)	123.45	248.02	372.22	0.003142	0.003142	2.01
4	3.49	93.26 (139.84)	131.38	362.11	385.44	0.003142	0.003142	2.76
5	4.60	-177.97 (-177.97)	139.44	295.99	-377.77	0.003142	0.003142	2.12

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000314	315.51	0.00	372.96	1237.47	1.182
2	1.31	0.000000	153.98	228.03	0.00	0.00	1.481
3	2.40	0.000000	-4.90	228.97	0.00	0.00	46.697
4	3.49	0.000000	-163.79	229.91	0.00	0.00	1.404
5	4.60	0.000314	-325.32	0.00	372.96	1242.95	1.146

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	92 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-146.23 (-156.39)	358.54	1057.08	-461.10	0.001571	0.003142	2.95
2	1.88	-59.11 (-61.31)	337.02	2838.28	-516.29	0.001571	0.003142	8.42
3	3.50	-156.39 (-156.39)	315.51	896.95	-444.60	0.001571	0.003142	2.84

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	119.47	256.83	0.00	0.00	2.150
2	1.88	0.000000	-7.70	254.28	0.00	0.00	33.002
3	3.50	0.000000	-107.47	251.73	0.00	0.00	2.342

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-128.93 (-159.30)	368.34	1068.58	-462.13	0.001571	0.003142	2.90
2	1.88	-54.73 (-59.86)	346.83	2956.27	-510.26	0.001571	0.003142	8.52
3	3.50	-177.97 (-177.97)	325.32	790.87	-432.66	0.001571	0.003142	2.43

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	-106.78	257.99	0.00	0.00	2.416
2	1.88	0.000000	18.06	255.44	0.00	0.00	14.147
3	3.50	0.000000	130.70	252.89	0.00	0.00	1.935

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	102.08 (102.08)	114.64	641.39	571.15	0.003142	0.003142	5.59
2	1.26	-60.81 (-98.51)	116.44	742.55	-628.21	0.003142	0.003456	6.38
3	2.40	-123.12 (-123.12)	118.39	531.71	-552.94	0.003142	0.003142	4.49
4	3.50	-72.38 (-110.70)	120.27	669.52	-616.24	0.003142	0.003456	5.57
5	4.60	93.40 (102.08)	122.15	693.79	579.85	0.003142	0.003142	5.68

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000628	-199.74	0.00	686.19	1625.51	3.436
2	1.26	0.000000	-100.69	257.34	0.00	0.00	2.556
3	2.40	0.000000	1.47	257.58	0.00	0.00	175.811
4	3.50	0.000000	102.34	257.82	0.00	0.00	2.519
5	4.60	0.000628	202.31	0.00	686.19	1626.86	3.392

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Verifiche presso-flessione

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	94 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	-94.04 (-100.39)	104.76	407.70	-390.72	0.003142	0.003142	3.89
2	1.31	45.94 (69.60)	107.38	645.34	418.26	0.003142	0.003142	6.01
3	2.40	90.52 (90.52)	109.96	485.58	399.75	0.003142	0.003142	4.42
4	3.49	42.79 (67.27)	112.54	712.90	426.09	0.003142	0.003142	6.33
5	4.60	-100.39 (-100.39)	115.17	454.44	-396.14	0.003142	0.003142	3.95

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000314	169.23	0.00	372.96	1237.00	2.204
2	1.31	0.000000	83.19	227.07	0.00	0.00	2.730
3	2.40	0.000000	-1.44	227.37	0.00	0.00	157.439
4	3.49	0.000000	-86.08	227.68	0.00	0.00	2.645
5	4.60	0.000314	-172.12	0.00	372.96	1238.79	2.167

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-102.08 (-102.08)	203.32	882.19	-442.94	0.001571	0.003142	4.34
2	1.88	-5.44 (-5.70)	186.27	6718.70	-205.73	0.001571	0.003142	36.07
3	3.50	-94.04 (-102.08)	169.23	700.32	-422.46	0.001571	0.003142	4.14

Verifiche taglio

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	95 di 144

1	0.25	0.000000	123.22	238.44	0.00	0.00	1.935
2	1.88	0.000000	-0.92	236.42	0.00	0.00	258.349
3	3.50	0.000000	-104.76	234.40	0.00	0.00	2.238

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-93.40 (-100.39)	206.21	918.10	-446.99	0.001571	0.003142	4.45
2	1.88	-5.78 (-7.61)	189.16	6320.62	-254.22	0.001571	0.003142	33.41
3	3.50	-100.39 (-100.39)	172.12	730.00	-425.80	0.001571	0.003142	4.24

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	-113.66	238.78	0.00	0.00	2.101
2	1.88	0.000000	6.42	236.76	0.00	0.00	36.906
3	3.50	0.000000	106.91	234.74	0.00	0.00	2.196

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	99.63 (99.63)	114.20	657.73	573.86	0.003142	0.003142	5.76
2	1.26	-57.40 (-93.80)	116.00	785.57	-635.26	0.003142	0.003456	6.77
3	2.40	-117.61 (-117.61)	117.95	559.07	-557.48	0.003142	0.003142	4.74
4	3.50	-68.84 (-105.72)	119.82	705.09	-622.07	0.003142	0.003456	5.88
5	4.60	90.91 (99.63)	121.70	711.95	582.86	0.003142	0.003142	5.85

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000628	-192.48	0.00	686.19	1625.43	3.565
2	1.26	0.000000	-97.22	257.29	0.00	0.00	2.646
3	2.40	0.000000	1.21	257.53	0.00	0.00	212.795
4	3.50	0.000000	98.50	257.76	0.00	0.00	2.617
5	4.60	0.000628	195.05	0.00	686.19	1626.78	3.518

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 4 - 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	0.20	-92.97 (-99.31)	105.18	414.67	-391.53	0.003142	0.003142	3.94
2	1.31	44.52 (67.76)	107.81	670.02	421.12	0.003142	0.003142	6.22
3	2.40	88.30 (88.30)	110.39	502.14	401.66	0.003142	0.003142	4.55
4	3.49	41.38 (65.43)	112.97	741.33	429.38	0.003142	0.003142	6.56
5	4.60	-99.31 (-99.31)	115.59	462.13	-397.03	0.003142	0.003142	4.00

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000314	166.23	0.00	372.96	1237.07	2.244
2	1.31	0.000000	81.70	227.12	0.00	0.00	2.780
3	2.40	0.000000	-1.44	227.42	0.00	0.00	157.790
4	3.49	0.000000	-84.58	227.73	0.00	0.00	2.692
5	4.60	0.000314	-169.11	0.00	372.96	1238.86	2.205

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - 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	0.25	-99.63 (-99.63)	195.89	867.61	-441.30	0.001571	0.003142	4.43
2	1.88	-3.68 (-4.06)	181.06	6983.82	-156.75	0.001571	0.003142	38.57
3	3.50	-92.97 (-99.63)	166.23	705.87	-423.08	0.001571	0.003142	4.25

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	122.80	237.55	0.00	0.00	1.934
2	1.88	0.000000	-1.34	235.80	0.00	0.00	176.051
3	3.50	0.000000	-105.18	234.04	0.00	0.00	2.225

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	98 di 144

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	0.25	-90.91 (-99.31)	198.77	887.81	-443.57	0.001571	0.003142	4.47
2	1.88	-4.05 (-6.00)	183.94	6634.77	-216.28	0.001571	0.003142	36.07
3	3.50	-99.31 (-99.31)	169.11	723.92	-425.11	0.001571	0.003142	4.28

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	-113.19	237.90	0.00	0.00	2.102
2	1.88	0.000000	6.84	236.14	0.00	0.00	34.530
3	3.50	0.000000	107.31	234.38	0.00	0.00	2.184

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	93.92 (97.27)	116.31	693.26	579.76	0.003142	0.003142	5.96
2	1.26	-67.73 (-104.18)	114.51	679.04	-617.80	0.003142	0.003456	5.93
3	2.40	-125.17 (-125.17)	112.56	491.20	-546.21	0.003142	0.003142	4.36
4	3.50	-69.78 (-109.24)	110.68	615.38	-607.36	0.003142	0.003456	5.56
5	4.60	97.27 (97.27)	108.81	638.32	570.64	0.003142	0.003142	5.87

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	99 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000628	-200.93	0.00	686.19	1625.81	3.415
2	1.26	0.000000	-97.36	257.10	0.00	0.00	2.641
3	2.40	0.000000	6.22	256.86	0.00	0.00	41.309
4	3.50	0.000000	105.39	256.62	0.00	0.00	2.435
5	4.60	0.000628	201.10	0.00	686.19	1624.45	3.412

Verifica sezioni trasverso [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	0.20	-95.77 (-95.99)	103.34	422.51	-392.44	0.003142	0.003142	4.09
2	1.31	45.75 (69.81)	102.94	610.89	414.27	0.003142	0.003142	5.93
3	2.40	91.86 (91.86)	102.54	440.38	394.51	0.003142	0.003142	4.29
4	3.49	45.65 (69.73)	102.15	606.05	413.71	0.003142	0.003142	5.93
5	4.60	-95.99 (-95.99)	101.75	415.07	-391.57	0.003142	0.003142	4.08

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000314	170.63	0.00	372.96	1236.76	2.186
2	1.31	0.000000	84.58	226.54	0.00	0.00	2.678
3	2.40	0.000000	-0.05	226.49	0.00	0.00	4687.179
4	3.49	0.000000	-84.68	226.45	0.00	0.00	2.674
5	4.60	0.000314	-170.72	0.00	372.96	1236.48	2.185

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-93.92 (-95.77)	204.72	967.26	-452.52	0.001571	0.003142	4.72
2	1.88	-9.71 (-11.16)	187.67	5576.41	-331.50	0.001571	0.003142	29.71
3	3.50	-95.77 (-95.77)	170.63	765.76	-429.83	0.001571	0.003142	4.49

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	109.16	238.60	0.00	0.00	2.186
2	1.88	0.000000	-5.09	236.58	0.00	0.00	46.473
3	3.50	0.000000	-97.20	234.56	0.00	0.00	2.413

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-97.27 (-97.27)	204.81	948.34	-450.39	0.001571	0.003142	4.63
2	1.88	-8.15 (-9.00)	187.77	6013.86	-288.19	0.001571	0.003142	32.03
3	3.50	-95.99 (-97.27)	170.72	751.60	-428.23	0.001571	0.003142	4.40

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	-116.05	238.61	0.00	0.00	2.056
2	1.88	0.000000	3.00	236.59	0.00	0.00	78.984
3	3.50	0.000000	101.75	234.57	0.00	0.00	2.305

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.20	91.44 (94.82)	115.87	712.32	582.92	0.003142	0.003142	6.15
2	1.26	-64.34 (-99.49)	114.07	715.10	-623.71	0.003142	0.003456	6.27
3	2.40	-119.66 (-119.66)	112.12	515.56	-550.26	0.003142	0.003142	4.60
4	3.50	-66.22 (-104.25)	110.24	647.92	-612.70	0.003142	0.003456	5.88
5	4.60	94.82 (94.82)	108.36	655.37	573.47	0.003142	0.003142	6.05

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000628	-193.67	0.00	686.19	1625.73	3.543
2	1.26	0.000000	-93.87	257.04	0.00	0.00	2.738
3	2.40	0.000000	5.98	256.80	0.00	0.00	42.927
4	3.50	0.000000	101.57	256.57	0.00	0.00	2.526
5	4.60	0.000628	193.84	0.00	686.19	1624.37	3.540

Verifica sezioni traverso [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	0.20	-94.69 (-94.92)	103.77	429.98	-393.30	0.003142	0.003142	4.14
2	1.31	44.34 (67.97)	103.36	634.03	416.95	0.003142	0.003142	6.13
3	2.40	89.64 (89.64)	102.97	455.15	396.22	0.003142	0.003142	4.42
4	3.49	44.23 (67.89)	102.57	629.08	416.38	0.003142	0.003142	6.13
5	4.60	-94.92 (-94.92)	102.17	422.42	-392.43	0.003142	0.003142	4.13

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.20	0.000314	167.62	0.00	372.96	1236.83	2.225
2	1.31	0.000000	83.09	226.59	0.00	0.00	2.727
3	2.40	0.000000	-0.05	226.54	0.00	0.00	4421.945
4	3.49	0.000000	-83.19	226.50	0.00	0.00	2.723
5	4.60	0.000314	-167.72	0.00	372.96	1236.56	2.224

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - 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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	103 di 144

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0.25	-91.44 (-94.69)	197.28	935.28	-448.92	0.001571	0.003142	4.74
2	1.88	-7.98 (-9.54)	182.45	5844.22	-305.72	0.001571	0.003142	32.03
3	3.50	-94.69 (-94.69)	167.62	759.67	-429.14	0.001571	0.003142	4.53

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	108.69	237.72	0.00	0.00	2.187
2	1.88	0.000000	-5.51	235.96	0.00	0.00	42.792
3	3.50	0.000000	-97.61	234.21	0.00	0.00	2.400

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-94.82 (-94.92)	197.38	933.01	-448.66	0.001571	0.003142	4.73
2	1.88	-6.39 (-7.36)	182.55	6317.06	-254.62	0.001571	0.003142	34.60
3	3.50	-94.92 (-94.92)	167.72	758.00	-428.95	0.001571	0.003142	4.52

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	FS
1	0.25	0.000000	-115.63	237.73	0.00	0.00	2.056
2	1.88	0.000000	3.42	235.97	0.00	0.00	69.005
3	3.50	0.000000	102.17	234.22	0.00	0.00	2.292



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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	104 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 $H = 0.5000 \text{ m}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0.20	74.36	68.07	0.003142	0.003142	16779	55025	2330
2	1.26	-72.21	68.07	0.003142	0.003456	48592	16455	2194
3	2.40	-125.02	68.07	0.003142	0.003142	99649	26390	3885
4	3.50	-76.13	68.07	0.003142	0.003456	51735	17212	2310
5	4.60	74.36	68.07	0.003142	0.003142	16779	55024	2330

Verifiche taglio

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	106 di 144

1	0.20	0.000628	-182.01	-515
2	1.26	0.000000	-88.56	-250
3	2.40	0.000000	4.63	13
4	3.50	0.000000	94.34	267
5	4.60	0.000628	182.01	515

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

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	0.20	-79.88	58.03	0.003142	0.003142	85825	21309	4007
2	1.31	47.52	58.03	0.003142	0.003142	13801	47324	2395
3	2.40	89.06	58.03	0.003142	0.003142	23432	96759	4463
4	3.49	47.52	58.03	0.003142	0.003142	13801	47324	2395
5	4.60	-79.88	58.03	0.003142	0.003142	85825	21309	4007

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000314	153.58	572
2	1.31	0.000000	76.15	284
3	2.40	0.000000	0.00	0
4	3.49	0.000000	-76.15	-284
5	4.60	0.000314	-153.57	-572

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

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	0.25	-74.36	185.45	0.001571	0.003142	58907	28956	4051
2	1.88	-25.34	169.51	0.001571	0.003142	6801	13770	1415
3	3.50	-79.88	153.58	0.001571	0.003142	70112	28982	4324

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	68.10	254
2	1.88	0.000000	-5.18	-19
3	3.50	0.000000	-58.03	-216

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

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	0.25	-74.36	185.45	0.001571	0.003142	58906	28956	4051
2	1.88	-25.34	169.51	0.001571	0.003142	6800	13770	1414
3	3.50	-79.88	153.57	0.001571	0.003142	70112	28982	4324

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	-68.10	-254
2	1.88	0.000000	5.18	19
3	3.50	0.000000	58.03	216

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	106.20	85.17	0.003142	0.003142	23498	80426	3320
2	1.26	-102.01	85.17	0.003142	0.003456	70161	22841	3091
3	2.40	-181.43	85.17	0.003142	0.003142	146720	37745	5628
4	3.50	-116.41	85.17	0.003142	0.003456	81733	25616	3518
5	4.60	97.06	85.17	0.003142	0.003142	21759	72382	3039

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000628	-255.93	-724
2	1.26	0.000000	-128.66	-364
3	2.40	0.000000	1.72	5
4	3.50	0.000000	131.08	371
5	4.60	0.000628	261.51	740

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	109 di 144

Verifica sezioni trasverso [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	0.20	-113.17	77.80	0.003142	0.003142	122314	29976	5674
2	1.31	75.56	82.24	0.003142	0.003142	21471	76833	3804
3	2.40	134.89	86.62	0.003142	0.003142	35429	146763	6760
4	3.49	68.96	90.99	0.003142	0.003142	20343	67608	3479
5	4.60	-126.49	95.43	0.003142	0.003142	135343	33916	6347

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000314	228.54	851
2	1.31	0.000000	111.80	416
3	2.40	0.000000	-3.03	-11
4	3.49	0.000000	-117.85	-439
5	4.60	0.000314	-234.59	-873

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-106.20	260.41	0.001571	0.003142	84782	41152	5783

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	110 di 144

2	1.88	-42.73	244.48	0.001571	0.003142	15784	21927	2372
3	3.50	-113.17	228.54	0.001571	0.003142	97681	41585	6134

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.25	0.000000	87.02	324
2	1.88	0.000000	-5.54	-21
3	3.50	0.000000	-77.80	-290

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-97.06	266.46	0.001571	0.003142	73309	38883	5300
2	1.88	-39.31	250.53	0.001571	0.003142	11790	20982	2190
3	3.50	-126.49	234.59	0.001571	0.003142	112337	45482	6842

Verifiche taglio

N°	X	A_{sw}	V	τ_c
1	0.25	0.000000	-83.38	-310
2	1.88	0.000000	11.97	45
3	3.50	0.000000	92.01	343

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	101.81	82.51	0.003142	0.003142	22560	76968	3183
2	1.26	-94.03	82.51	0.003142	0.003456	64116	21201	2853
3	2.40	-169.86	82.51	0.003142	0.003142	136937	35452	5271
4	3.50	-109.75	82.51	0.003142	0.003456	76753	24235	3319
5	4.60	91.14	82.51	0.003142	0.003142	20529	67578	2855

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000628	-239.92	-678
2	1.26	0.000000	-121.68	-344
3	2.40	0.000000	0.51	1
4	3.50	0.000000	122.79	347
5	4.60	0.000628	246.83	698

Verifica sezioni traverso [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	0.20	-103.92	71.87	0.003142	0.003142	112241	27546	5211

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	112 di 144

2	1.31	71.08	77.43	0.003142	0.003142	20201	72267	3579
3	2.40	125.41	82.90	0.003142	0.003142	33054	136065	6286
4	3.49	62.91	88.36	0.003142	0.003142	18807	60838	3176
5	4.60	-120.39	93.92	0.003142	0.003142	128330	32432	6043

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000314	212.22	790
2	1.31	0.000000	103.35	385
3	2.40	0.000000	-3.74	-14
4	3.49	0.000000	-110.84	-413
5	4.60	0.000314	-219.71	-818

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-101.81	244.10	0.001571	0.003142	82099	39198	5541
2	1.88	-39.50	228.16	0.001571	0.003142	14355	20341	2194
3	3.50	-103.92	212.22	0.001571	0.003142	89334	38297	5634

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	84.09	313
2	1.88	0.000000	-4.04	-15

3 3.50 0.000000 -71.87 -268

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-91.14	251.58	0.001571	0.003142	68636	36571	4978
2	1.88	-35.03	235.65	0.001571	0.003142	9279	19077	1956
3	3.50	-120.39	219.71	0.001571	0.003142	107471	43119	6510

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	-81.00	-302
2	1.88	0.000000	11.68	43
3	3.50	0.000000	90.33	336

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	100.52	81.78	0.003142	0.003142	22287	75944	3143

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	114 di 144

2	1.26	-95.32	81.78	0.003142	0.003456	65260	21425	2891
3	2.40	-170.16	81.78	0.003142	0.003142	137314	35478	5280
4	3.50	-109.09	81.78	0.003142	0.003456	76321	24079	3299
5	4.60	91.81	81.78	0.003142	0.003142	20628	68275	2875

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000628	-240.59	-680
2	1.26	0.000000	-121.07	-342
3	2.40	0.000000	1.53	4
4	3.50	0.000000	123.33	349
5	4.60	0.000628	246.16	696

Verifica sezioni trasverso [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	0.20	-105.32	72.70	0.003142	0.003142	113774	27910	5281
2	1.31	70.49	77.15	0.003142	0.003142	20051	71615	3549
3	2.40	125.62	81.52	0.003142	0.003142	33036	136540	6296
4	3.49	63.92	85.89	0.003142	0.003142	18929	62428	3226
5	4.60	-118.57	90.34	0.003142	0.003142	126730	31835	5950

Verifiche taglio

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	115 di 144

1	0.20	0.000314	212.96	793
2	1.31	0.000000	104.08	387
3	2.40	0.000000	-3.01	-11
4	3.49	0.000000	-110.10	-410
5	4.60	0.000314	-218.98	-815

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-100.52	244.83	0.001571	0.003142	80491	38876	5473
2	1.88	-39.56	228.89	0.001571	0.003142	14329	20383	2197
3	3.50	-105.32	212.96	0.001571	0.003142	90857	38712	5708

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	83.27	310
2	1.88	0.000000	-4.87	-18
3	3.50	0.000000	-72.70	-271

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-91.81	250.85	0.001571	0.003142	69510	36725	5013
2	1.88	-35.99	234.91	0.001571	0.003142	10238	19381	2007
3	3.50	-118.57	218.98	0.001571	0.003142	105445	42590	6413

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	-80.36	-299
2	1.88	0.000000	11.10	41
3	3.50	0.000000	87.26	325

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0.20	95.41	79.20	0.003142	0.003142	21215	71843	2984
2	1.26	-100.26	79.20	0.003142	0.003456	69586	22282	3035
3	2.40	-174.64	79.20	0.003142	0.003142	141663	36220	5415
4	3.50	-113.30	79.20	0.003142	0.003456	80067	24793	3422
5	4.60	87.54	79.20	0.003142	0.003142	19716	64915	2742

Verifiche taglio

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

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	117 di 144

1	0.20	0.000628	-240.73	-681
2	1.26	0.000000	-120.69	-341
3	2.40	0.000000	1.89	5
4	3.50	0.000000	123.41	349
5	4.60	0.000628	246.00	696

Verifica sezioni traverso [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	0.20	-109.03	75.42	0.003142	0.003142	117760	28901	5467
2	1.31	66.96	79.86	0.003142	0.003142	19358	66989	3375
3	2.40	122.27	84.23	0.003142	0.003142	32394	132114	6130
4	3.49	60.75	88.61	0.003142	0.003142	18312	58236	3069
5	4.60	-121.56	93.05	0.003142	0.003142	129856	32659	6100

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.20	0.000314	213.12	793
2	1.31	0.000000	104.24	388
3	2.40	0.000000	-2.85	-11
4	3.49	0.000000	-109.94	-409
5	4.60	0.000314	-218.81	-815

Verifica sezioni piedritto sinistro [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	0.25	-95.41	244.99	0.001571	0.003142	74539	37469	5202
2	1.88	-38.86	229.06	0.001571	0.003142	13615	20158	2159
3	3.50	-109.03	213.12	0.001571	0.003142	95172	39727	5905

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ _c
1	0.25	0.000000	80.55	300
2	1.88	0.000000	-7.58	-28
3	3.50	0.000000	-75.42	-281

Verifica sezioni piedritto destro [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	0.25	-87.54	250.69	0.001571	0.003142	64612	35521	4785
2	1.88	-35.31	234.75	0.001571	0.003142	9623	19145	1971
3	3.50	-121.56	218.81	0.001571	0.003142	108973	43390	6570

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	119 di 144

Verifiche taglio

N°	X	A _{sw}	V	τ_c
1	0.25	0.000000	-77.92	-290
2	1.88	0.000000	13.18	49
3	3.50	0.000000	89.83	334

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	0.20	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	74.36	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.26	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-72.21	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	-125.02	0.00	0.20	0.00	0.000
4	3.50	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-76.13	0.00	0.20	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	74.36	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	0.20	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-79.88	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.31	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	47.52	0.00	0.20	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	89.06	0.00	0.20	0.00	0.000
4	3.49	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	47.52	0.00	0.20	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-79.88	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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-74.36	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-25.34	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-79.88	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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-74.36	0.00	0.20	0.00	0.000
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-25.34	0.00	0.20	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-79.88	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	0.20	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	106.20	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.26	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-102.01	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	-181.43	0.15	100.00	183.69	0.046
4	3.50	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-116.41	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	97.06	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	0.20	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-113.17	0.12	100.00	183.69	0.038
2	1.31	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	75.56	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	134.89	0.17	100.00	183.69	0.053
4	3.49	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	68.96	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-126.49	0.15	100.00	183.69	0.046

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-106.20	0.04	100.00	183.69	0.012
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-42.73	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-113.17	0.07	100.00	183.69	0.021

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-97.06	0.00	100.00	183.69	0.002
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-39.31	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-126.49	0.10	100.00	183.69	0.032

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 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	123 di 144

1	0.20	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	101.81	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.26	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-94.03	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	-169.86	0.13	100.00	183.69	0.040
4	3.50	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-109.75	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	91.14	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	0.20	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-103.92	0.10	100.00	183.69	0.031
2	1.31	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	71.08	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	125.41	0.15	100.00	183.69	0.047
4	3.49	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	62.91	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-120.39	0.13	100.00	183.69	0.042

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-101.81	0.03	100.00	183.69	0.009
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-39.50	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-103.92	0.05	100.00	183.69	0.015

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	0.00	0.00	100.00	0.00	0.000

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	124 di 144

2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-35.03	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-120.39	0.09	100.00	183.69	0.028

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	0.20	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	100.52	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.26	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-95.32	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	-170.16	0.13	100.00	183.69	0.040
4	3.50	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-109.09	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	91.81	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	0.20	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-105.32	0.10	100.00	183.69	0.032
2	1.31	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	70.49	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	125.62	0.15	100.00	183.69	0.047
4	3.49	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	63.92	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-118.57	0.13	100.00	183.69	0.041

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-100.52	0.03	100.00	183.69	0.008
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-39.56	0.00	100.00	0.00	0.000

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	125 di 144

3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-105.32	0.05	100.00	183.69	0.016
---	------	----------	----------	-------	--------	---------	------	--------	--------	-------

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	0.00	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-35.99	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-118.57	0.09	100.00	183.69	0.027

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	0.20	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	95.41	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.26	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-100.26	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	-174.64	0.14	100.00	183.69	0.043
4	3.50	0.003142	0.003456	142.80	-144.42	-113.30	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	142.57	-142.57	87.54	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	0.20	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-109.03	0.11	100.00	183.69	0.035
2	1.31	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	66.96	0.00	100.00	0.00	0.000
3	2.40	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	122.27	0.14	100.00	183.69	0.044
4	3.49	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	60.75	0.00	100.00	0.00	0.000
5	4.60	0.003142	0.003142	91.15	-91.15	-121.56	0.14	100.00	183.69	0.043

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-95.41	0.01	100.00	183.69	0.003
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-38.86	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-109.03	0.06	100.00	183.69	0.020

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	0.25	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-87.54	0.00	100.00	0.00	0.000
2	1.88	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-35.31	0.00	100.00	0.00	0.000
3	3.50	0.001571	0.003142	85.01	-90.62	-121.56	0.09	100.00	183.69	0.029

Inviluppo spostamenti nodali

Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.20	-0.002410	0.002889	0.006333	0.011347
1.26	-0.002417	0.002882	0.005960	0.010832
2.40	-0.002425	0.002874	0.005736	0.010767
3.50	-0.002432	0.002866	0.005945	0.011565
4.53	-0.002440	0.002857	0.006395	0.012877

Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.20	-0.002486	0.003435	0.006378	0.011431
1.31	-0.002509	0.003428	0.007005	0.013012
2.40	-0.002531	0.003461	0.007286	0.013960
3.49	-0.002554	0.003493	0.007005	0.013740
4.60	-0.002576	0.003524	0.006437	0.012964

Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.25	-0.002410	0.002889	0.006333	0.011347
1.88	-0.002623	0.003016	0.006356	0.011390
3.50	-0.002486	0.003435	0.006378	0.011431

Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u_{Xmin} [m]	u_{Xmax} [m]	u_{Ymin} [m]	u_{Ymax} [m]
0.25	-0.002440	0.002857	0.006395	0.012877
1.88	-0.002347	0.003362	0.006417	0.012922
3.50	-0.002576	0.003524	0.006437	0.012964

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]
0.20	-149.12	-74.36	-352.44	-182.01	68.07	118.29
1.26	57.40	141.35	-178.73	-88.56	68.07	118.29
2.40	117.61	252.81	0.41	6.22	68.07	118.39
3.50	66.22	165.07	94.34	179.83	68.07	120.27
4.60	-132.86	-74.36	182.01	361.98	68.07	122.15

Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M_{min} [kNm]	M_{max} [kNm]	V_{min} [kN]	V_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
0.20	-156.39	-79.88	153.58	315.51	58.03	107.47
1.31	44.34	105.98	76.15	153.98	58.03	115.53
2.40	88.30	186.68	-5.46	0.00	58.03	123.45
3.49	41.38	94.06	-164.35	-76.15	58.03	131.38
4.60	-177.97	-79.88	-325.88	-153.57	58.03	139.44

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-149.12	-74.36	68.10	123.22	185.45	358.54
1.88	-59.24	-3.68	-7.70	-0.92	169.51	337.02
3.50	-156.39	-79.88	-107.47	-58.03	153.58	315.51

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0.25	-132.86	-74.36	-116.05	-68.10	185.45	368.90
1.88	-54.73	-4.05	3.00	18.06	169.51	347.39
3.50	-177.97	-79.88	58.03	132.00	153.57	325.88

Inviluppo pressioni terreno

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{tmin} [kPa]	σ_{tmax} [kPa]
0.20	102	183
1.26	96	175
2.40	93	174
3.50	96	187
4.60	103	208

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	130 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

X	A _n	A _s	CS
0.20	0.003142	0.003142	3.59
1.26	0.003142	0.003456	2.67
2.40	0.003142	0.003142	1.99
3.50	0.003142	0.003456	2.37
4.60	0.003142	0.003142	3.59

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	0.00	686.19	1626.17	0.000628
1.26	257.57	0.00	0.00	0.000000
2.40	257.57	0.00	0.00	0.000000
3.50	257.57	0.00	0.00	0.000000
4.60	0.00	686.19	1626.17	0.000628

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

X	A _n	A _s	CS
0.20	0.003142	0.003142	2.07
1.31	0.003142	0.003142	2.52
2.40	0.003142	0.003142	1.99
3.49	0.003142	0.003142	2.73
4.60	0.003142	0.003142	2.12

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.20	0.00	372.96	1237.17	0.000314
1.31	227.83	0.00	0.00	0.000000
2.40	228.77	0.00	0.00	0.000000
3.49	229.71	0.00	0.00	0.000000
4.60	0.00	372.96	1242.66	0.000314

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.25	0.001571	0.003142	2.95
1.88	0.001571	0.003142	8.42
3.50	0.001571	0.003142	2.84

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.25	256.76	0.00	0.00	0.000000
1.88	254.21	0.00	0.00	0.000000
3.50	251.66	0.00	0.00	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Y	A _{ri}	A _{fs}	CS
0.25	0.001571	0.003142	2.76
1.88	0.001571	0.003142	8.52
3.50	0.001571	0.003142	2.43

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0.25	258.06	0.00	0.00	0.000000
1.88	255.51	0.00	0.00	0.000000
3.50	252.96	0.00	0.00	0.000000

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.5000 m

X	A _{ri}	A _{fs}	σ _c	σ _{ri}	σ _{fs}
0.20	0.003142	0.003142	3320	80426	23498
1.26	0.003142	0.003456	3091	22841	70161
2.40	0.003142	0.003142	5628	37745	146720
3.50	0.003142	0.003456	3518	25616	81733
4.60	0.003142	0.003142	3039	72382	21759

X	τ _c	A _{sw}

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	133 di 144

0.20	-724	0.000628
1.26	-364	0.000000
2.40	13	0.000000
3.50	371	0.000000
4.60	740	0.000628

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

X	A _n	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0.20	0.003142	0.003142	5674	29976	122314
1.31	0.003142	0.003142	3804	76833	21471
2.40	0.003142	0.003142	6760	146763	35429
3.49	0.003142	0.003142	3479	67608	20343
4.60	0.003142	0.003142	6347	33916	135343

X	τ _c	A _{sv}
0.20	851	0.000314
1.31	416	0.000000
2.40	-14	0.000000
3.49	-439	0.000000
4.60	-873	0.000314

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	134 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.25	0.001571	0.003142	5783	41152	84782
1.88	0.001571	0.003142	2372	21927	15784
3.50	0.001571	0.003142	6134	41585	97681

Y	τ_c	A_{sw}
0.25	324	0.000000
1.88	-28	0.000000
3.50	-290	0.000000

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 0.4000 m

Y	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0.25	0.001571	0.003142	5300	38883	73309
1.88	0.001571	0.003142	2190	20982	11790
3.50	0.001571	0.003142	6842	45482	112337

Y	τ_c	A_{sw}
0.25	-310	0.000000
1.88	49	0.000000
3.50	343	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	42.16	29.44	28.77	45.35	28.94	20.51	4712	22616.74	799.69	28.28
2	42.16	29.44	28.77	38.36	24.67	16.31	3967	19043.61	799.69	23.81
3	42.16	29.44	28.77	26.99	17.73	10.03	2795	13415.31	467.22	28.71
4	42.16	29.44	28.77	25.86	17.04	9.45	2676	12843.95	444.84	28.87
5	42.16	29.44	28.77	31.75	20.63	12.56	3329	15977.39	467.22	34.20
6	42.16	29.44	28.77	30.72	20.01	12.00	3219	15450.14	444.84	34.73

Schema Strutturale

Area ed Inerzia elementi

Destinazione	Area [mq]	Inerzia [m ⁴]
Fondazione	0.500000	0.0104166667
Piedritto sinistro	0.400000	0.0053333333
Piedritto destro	0.400000	0.0053333333
Traverso	0.400000	0.0053333333

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	0.2000	0.2500	0.2667	0.2500	Fond
2	2	3	0.2667	0.2500	0.3333	0.2500	Fond
3	3	4	0.3333	0.2500	0.4000	0.2500	Fond
4	4	5	0.4000	0.2500	0.4952	0.2500	Fond
5	5	6	0.4952	0.2500	0.5905	0.2500	Fond
6	6	7	0.5905	0.2500	0.6857	0.2500	Fond
7	7	8	0.6857	0.2500	0.7810	0.2500	Fond
8	8	9	0.7810	0.2500	0.8762	0.2500	Fond
9	9	10	0.8762	0.2500	0.9714	0.2500	Fond
10	10	11	0.9714	0.2500	1.0667	0.2500	Fond
11	11	12	1.0667	0.2500	1.1619	0.2500	Fond

12	12	13	1.1619	0.2500	1.2571	0.2500	Fond
13	13	14	1.2571	0.2500	1.3524	0.2500	Fond
14	14	15	1.3524	0.2500	1.4476	0.2500	Fond
15	15	16	1.4476	0.2500	1.5429	0.2500	Fond
16	16	17	1.5429	0.2500	1.6381	0.2500	Fond
17	17	18	1.6381	0.2500	1.7333	0.2500	Fond
18	18	19	1.7333	0.2500	1.8286	0.2500	Fond
19	19	20	1.8286	0.2500	1.9238	0.2500	Fond
20	20	21	1.9238	0.2500	2.0190	0.2500	Fond
21	21	22	2.0190	0.2500	2.1143	0.2500	Fond
22	22	23	2.1143	0.2500	2.2095	0.2500	Fond
23	23	24	2.2095	0.2500	2.3048	0.2500	Fond
24	24	25	2.3048	0.2500	2.4000	0.2500	Fond
25	25	26	2.4000	0.2500	2.5000	0.2500	Fond
26	26	27	2.5000	0.2500	2.6000	0.2500	Fond
27	27	28	2.6000	0.2500	2.7000	0.2500	Fond
28	28	29	2.7000	0.2500	2.8000	0.2500	Fond
29	29	30	2.8000	0.2500	2.9000	0.2500	Fond
30	30	31	2.9000	0.2500	3.0000	0.2500	Fond
31	31	32	3.0000	0.2500	3.1000	0.2500	Fond
32	32	33	3.1000	0.2500	3.2000	0.2500	Fond
33	33	34	3.2000	0.2500	3.3000	0.2500	Fond
34	34	35	3.3000	0.2500	3.4000	0.2500	Fond
35	35	36	3.4000	0.2500	3.5000	0.2500	Fond
36	36	37	3.5000	0.2500	3.6000	0.2500	Fond
37	37	38	3.6000	0.2500	3.7000	0.2500	Fond
38	38	39	3.7000	0.2500	3.8000	0.2500	Fond
39	39	40	3.8000	0.2500	3.9000	0.2500	Fond
40	40	41	3.9000	0.2500	4.0000	0.2500	Fond
41	41	42	4.0000	0.2500	4.1000	0.2500	Fond
42	42	43	4.1000	0.2500	4.2000	0.2500	Fond
43	43	44	4.2000	0.2500	4.3000	0.2500	Fond

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	138 di 144

44	44	45	4.3000	0.2500	4.4000	0.2500	Fond
45	45	46	4.4000	0.2500	4.4667	0.2500	Fond
46	46	47	4.4667	0.2500	4.5333	0.2500	Fond
47	47	48	4.5333	0.2500	4.6000	0.2500	Fond
48	1	99	0.2000	0.2500	0.2000	0.3456	PiedL
49	99	100	0.2000	0.3456	0.2000	0.4412	PiedL
50	100	101	0.2000	0.4412	0.2000	0.5368	PiedL
51	101	102	0.2000	0.5368	0.2000	0.6324	PiedL
52	102	103	0.2000	0.6324	0.2000	0.7279	PiedL
53	103	104	0.2000	0.7279	0.2000	0.8235	PiedL
54	104	105	0.2000	0.8235	0.2000	0.9191	PiedL
55	105	106	0.2000	0.9191	0.2000	1.0147	PiedL
56	106	107	0.2000	1.0147	0.2000	1.1103	PiedL
57	107	108	0.2000	1.1103	0.2000	1.2059	PiedL
58	108	109	0.2000	1.2059	0.2000	1.3015	PiedL
59	109	110	0.2000	1.3015	0.2000	1.3971	PiedL
60	110	111	0.2000	1.3971	0.2000	1.4926	PiedL
61	111	112	0.2000	1.4926	0.2000	1.5882	PiedL
62	112	113	0.2000	1.5882	0.2000	1.6838	PiedL
63	113	114	0.2000	1.6838	0.2000	1.7794	PiedL
64	114	115	0.2000	1.7794	0.2000	1.8750	PiedL
65	115	116	0.2000	1.8750	0.2000	1.9706	PiedL
66	116	117	0.2000	1.9706	0.2000	2.0662	PiedL
67	117	118	0.2000	2.0662	0.2000	2.1618	PiedL
68	118	119	0.2000	2.1618	0.2000	2.2574	PiedL
69	119	120	0.2000	2.2574	0.2000	2.3529	PiedL
70	120	121	0.2000	2.3529	0.2000	2.4485	PiedL
71	121	122	0.2000	2.4485	0.2000	2.5441	PiedL
72	122	123	0.2000	2.5441	0.2000	2.6397	PiedL
73	123	124	0.2000	2.6397	0.2000	2.7353	PiedL
74	124	125	0.2000	2.7353	0.2000	2.8309	PiedL
75	125	126	0.2000	2.8309	0.2000	2.9265	PiedL

76	126	127	0.2000	2.9265	0.2000	3.0221	PiedL
77	127	128	0.2000	3.0221	0.2000	3.1176	PiedL
78	128	129	0.2000	3.1176	0.2000	3.2132	PiedL
79	129	130	0.2000	3.2132	0.2000	3.3088	PiedL
80	130	131	0.2000	3.3088	0.2000	3.4044	PiedL
81	131	231	0.2000	3.4044	0.2000	3.5000	PiedL
82	48	165	4.6000	0.2500	4.6000	0.3456	PiedR
83	165	166	4.6000	0.3456	4.6000	0.4412	PiedR
84	166	167	4.6000	0.4412	4.6000	0.5368	PiedR
85	167	168	4.6000	0.5368	4.6000	0.6324	PiedR
86	168	169	4.6000	0.6324	4.6000	0.7279	PiedR
87	169	170	4.6000	0.7279	4.6000	0.8235	PiedR
88	170	171	4.6000	0.8235	4.6000	0.9191	PiedR
89	171	172	4.6000	0.9191	4.6000	1.0147	PiedR
90	172	173	4.6000	1.0147	4.6000	1.1103	PiedR
91	173	174	4.6000	1.1103	4.6000	1.2059	PiedR
92	174	175	4.6000	1.2059	4.6000	1.3015	PiedR
93	175	176	4.6000	1.3015	4.6000	1.3971	PiedR
94	176	177	4.6000	1.3971	4.6000	1.4926	PiedR
95	177	178	4.6000	1.4926	4.6000	1.5882	PiedR
96	178	179	4.6000	1.5882	4.6000	1.6838	PiedR
97	179	180	4.6000	1.6838	4.6000	1.7794	PiedR
98	180	181	4.6000	1.7794	4.6000	1.8750	PiedR
99	181	182	4.6000	1.8750	4.6000	1.9706	PiedR
100	182	183	4.6000	1.9706	4.6000	2.0662	PiedR
101	183	184	4.6000	2.0662	4.6000	2.1618	PiedR
102	184	185	4.6000	2.1618	4.6000	2.2574	PiedR
103	185	186	4.6000	2.2574	4.6000	2.3529	PiedR
104	186	187	4.6000	2.3529	4.6000	2.4485	PiedR
105	187	188	4.6000	2.4485	4.6000	2.5441	PiedR
106	188	189	4.6000	2.5441	4.6000	2.6397	PiedR
107	189	190	4.6000	2.6397	4.6000	2.7353	PiedR

108	190	191	4.6000	2.7353	4.6000	2.8309	PiedR
109	191	192	4.6000	2.8309	4.6000	2.9265	PiedR
110	192	193	4.6000	2.9265	4.6000	3.0221	PiedR
111	193	194	4.6000	3.0221	4.6000	3.1176	PiedR
112	194	195	4.6000	3.1176	4.6000	3.2132	PiedR
113	195	196	4.6000	3.2132	4.6000	3.3088	PiedR
114	196	197	4.6000	3.3088	4.6000	3.4044	PiedR
115	197	255	4.6000	3.4044	4.6000	3.5000	PiedR
116	231	232	0.2000	3.5000	0.4000	3.5000	Trav
117	232	233	0.4000	3.5000	0.5818	3.5000	Trav
118	233	234	0.5818	3.5000	0.7636	3.5000	Trav
119	234	235	0.7636	3.5000	0.9455	3.5000	Trav
120	235	236	0.9455	3.5000	1.1273	3.5000	Trav
121	236	237	1.1273	3.5000	1.3091	3.5000	Trav
122	237	238	1.3091	3.5000	1.4909	3.5000	Trav
123	238	239	1.4909	3.5000	1.6727	3.5000	Trav
124	239	240	1.6727	3.5000	1.8545	3.5000	Trav
125	240	241	1.8545	3.5000	2.0364	3.5000	Trav
126	241	242	2.0364	3.5000	2.2182	3.5000	Trav
127	242	243	2.2182	3.5000	2.4000	3.5000	Trav
128	243	244	2.4000	3.5000	2.5818	3.5000	Trav
129	244	245	2.5818	3.5000	2.7636	3.5000	Trav
130	245	246	2.7636	3.5000	2.9455	3.5000	Trav
131	246	247	2.9455	3.5000	3.1273	3.5000	Trav
132	247	248	3.1273	3.5000	3.3091	3.5000	Trav
133	248	249	3.3091	3.5000	3.4909	3.5000	Trav
134	249	250	3.4909	3.5000	3.6727	3.5000	Trav
135	250	251	3.6727	3.5000	3.8545	3.5000	Trav
136	251	252	3.8545	3.5000	4.0364	3.5000	Trav
137	252	253	4.0364	3.5000	4.2182	3.5000	Trav
138	253	254	4.2182	3.5000	4.4000	3.5000	Trav
139	254	255	4.4000	3.5000	4.6000	3.5000	Trav

140	1	49	0.2000	0.2500	0.2000	-0.7500	MollaF
141	2	50	0.2667	0.2500	0.2667	-0.7500	MollaF
142	3	51	0.3333	0.2500	0.3333	-0.7500	MollaF
143	4	52	0.4000	0.2500	0.4000	-0.7500	MollaF
144	5	53	0.4952	0.2500	0.4952	-0.7500	MollaF
145	6	54	0.5905	0.2500	0.5905	-0.7500	MollaF
146	7	55	0.6857	0.2500	0.6857	-0.7500	MollaF
147	8	56	0.7810	0.2500	0.7810	-0.7500	MollaF
148	9	57	0.8762	0.2500	0.8762	-0.7500	MollaF
149	10	58	0.9714	0.2500	0.9714	-0.7500	MollaF
150	11	59	1.0667	0.2500	1.0667	-0.7500	MollaF
151	12	60	1.1619	0.2500	1.1619	-0.7500	MollaF
152	13	61	1.2571	0.2500	1.2571	-0.7500	MollaF
153	14	62	1.3524	0.2500	1.3524	-0.7500	MollaF
154	15	63	1.4476	0.2500	1.4476	-0.7500	MollaF
155	16	64	1.5429	0.2500	1.5429	-0.7500	MollaF
156	17	65	1.6381	0.2500	1.6381	-0.7500	MollaF
157	18	66	1.7333	0.2500	1.7333	-0.7500	MollaF
158	19	67	1.8286	0.2500	1.8286	-0.7500	MollaF
159	20	68	1.9238	0.2500	1.9238	-0.7500	MollaF
160	21	69	2.0190	0.2500	2.0190	-0.7500	MollaF
161	22	70	2.1143	0.2500	2.1143	-0.7500	MollaF
162	23	71	2.2095	0.2500	2.2095	-0.7500	MollaF
163	24	72	2.3048	0.2500	2.3048	-0.7500	MollaF
164	25	73	2.4000	0.2500	2.4000	-0.7500	MollaF
165	26	74	2.5000	0.2500	2.5000	-0.7500	MollaF
166	27	75	2.6000	0.2500	2.6000	-0.7500	MollaF
167	28	76	2.7000	0.2500	2.7000	-0.7500	MollaF
168	29	77	2.8000	0.2500	2.8000	-0.7500	MollaF
169	30	78	2.9000	0.2500	2.9000	-0.7500	MollaF
170	31	79	3.0000	0.2500	3.0000	-0.7500	MollaF
171	32	80	3.1000	0.2500	3.1000	-0.7500	MollaF

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	142 di 144

172	33	81	3.2000	0.2500	3.2000	-0.7500	MollaF
173	34	82	3.3000	0.2500	3.3000	-0.7500	MollaF
174	35	83	3.4000	0.2500	3.4000	-0.7500	MollaF
175	36	84	3.5000	0.2500	3.5000	-0.7500	MollaF
176	37	85	3.6000	0.2500	3.6000	-0.7500	MollaF
177	38	86	3.7000	0.2500	3.7000	-0.7500	MollaF
178	39	87	3.8000	0.2500	3.8000	-0.7500	MollaF
179	40	88	3.9000	0.2500	3.9000	-0.7500	MollaF
180	41	89	4.0000	0.2500	4.0000	-0.7500	MollaF
181	42	90	4.1000	0.2500	4.1000	-0.7500	MollaF
182	43	91	4.2000	0.2500	4.2000	-0.7500	MollaF
183	44	92	4.3000	0.2500	4.3000	-0.7500	MollaF
184	45	93	4.4000	0.2500	4.4000	-0.7500	MollaF
185	46	94	4.4667	0.2500	4.4667	-0.7500	MollaF
186	47	95	4.5333	0.2500	4.5333	-0.7500	MollaF
187	48	96	4.6000	0.2500	4.6000	-0.7500	MollaF
188	1	97	0.2000	0.2500	-0.8000	0.2500	MollaPL
189	99	132	0.2000	0.3456	-0.8000	0.3456	MollaPL
190	100	133	0.2000	0.4412	-0.8000	0.4412	MollaPL
191	101	134	0.2000	0.5368	-0.8000	0.5368	MollaPL
192	102	135	0.2000	0.6324	-0.8000	0.6324	MollaPL
193	103	136	0.2000	0.7279	-0.8000	0.7279	MollaPL
194	104	137	0.2000	0.8235	-0.8000	0.8235	MollaPL
195	105	138	0.2000	0.9191	-0.8000	0.9191	MollaPL
196	106	139	0.2000	1.0147	-0.8000	1.0147	MollaPL
197	107	140	0.2000	1.1103	-0.8000	1.1103	MollaPL
198	108	141	0.2000	1.2059	-0.8000	1.2059	MollaPL
199	109	142	0.2000	1.3015	-0.8000	1.3015	MollaPL
200	110	143	0.2000	1.3971	-0.8000	1.3971	MollaPL
201	111	144	0.2000	1.4926	-0.8000	1.4926	MollaPL
202	112	145	0.2000	1.5882	-0.8000	1.5882	MollaPL
203	113	146	0.2000	1.6838	-0.8000	1.6838	MollaPL

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	143 di 144

204	114	147	0.2000	1.7794	-0.8000	1.7794	MollaPL
205	115	148	0.2000	1.8750	-0.8000	1.8750	MollaPL
206	116	149	0.2000	1.9706	-0.8000	1.9706	MollaPL
207	117	150	0.2000	2.0662	-0.8000	2.0662	MollaPL
208	118	151	0.2000	2.1618	-0.8000	2.1618	MollaPL
209	119	152	0.2000	2.2574	-0.8000	2.2574	MollaPL
210	120	153	0.2000	2.3529	-0.8000	2.3529	MollaPL
211	121	154	0.2000	2.4485	-0.8000	2.4485	MollaPL
212	122	155	0.2000	2.5441	-0.8000	2.5441	MollaPL
213	123	156	0.2000	2.6397	-0.8000	2.6397	MollaPL
214	124	157	0.2000	2.7353	-0.8000	2.7353	MollaPL
215	125	158	0.2000	2.8309	-0.8000	2.8309	MollaPL
216	126	159	0.2000	2.9265	-0.8000	2.9265	MollaPL
217	127	160	0.2000	3.0221	-0.8000	3.0221	MollaPL
218	128	161	0.2000	3.1176	-0.8000	3.1176	MollaPL
219	129	162	0.2000	3.2132	-0.8000	3.2132	MollaPL
220	130	163	0.2000	3.3088	-0.8000	3.3088	MollaPL
221	131	164	0.2000	3.4044	-0.8000	3.4044	MollaPL
222	231	256	0.2000	3.5000	-0.8000	3.5000	MollaPL
223	48	98	4.6000	0.2500	5.6000	0.2500	MollaPR
224	165	198	4.6000	0.3456	5.6000	0.3456	MollaPR
225	166	199	4.6000	0.4412	5.6000	0.4412	MollaPR
226	167	200	4.6000	0.5368	5.6000	0.5368	MollaPR
227	168	201	4.6000	0.6324	5.6000	0.6324	MollaPR
228	169	202	4.6000	0.7279	5.6000	0.7279	MollaPR
229	170	203	4.6000	0.8235	5.6000	0.8235	MollaPR
230	171	204	4.6000	0.9191	5.6000	0.9191	MollaPR
231	172	205	4.6000	1.0147	5.6000	1.0147	MollaPR
232	173	206	4.6000	1.1103	5.6000	1.1103	MollaPR
233	174	207	4.6000	1.2059	5.6000	1.2059	MollaPR
234	175	208	4.6000	1.3015	5.6000	1.3015	MollaPR
235	176	209	4.6000	1.3971	5.6000	1.3971	MollaPR

Relazione di calcolo tombini ferroviari 4,0x2,5

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM25	03 D 26	CL	IN 00 03 006	A	144 di 144

236	177	210	4.6000	1.4926	5.6000	1.4926	MollaPR
237	178	211	4.6000	1.5882	5.6000	1.5882	MollaPR
238	179	212	4.6000	1.6838	5.6000	1.6838	MollaPR
239	180	213	4.6000	1.7794	5.6000	1.7794	MollaPR
240	181	214	4.6000	1.8750	5.6000	1.8750	MollaPR
241	182	215	4.6000	1.9706	5.6000	1.9706	MollaPR
242	183	216	4.6000	2.0662	5.6000	2.0662	MollaPR
243	184	217	4.6000	2.1618	5.6000	2.1618	MollaPR
244	185	218	4.6000	2.2574	5.6000	2.2574	MollaPR
245	186	219	4.6000	2.3529	5.6000	2.3529	MollaPR
246	187	220	4.6000	2.4485	5.6000	2.4485	MollaPR
247	188	221	4.6000	2.5441	5.6000	2.5441	MollaPR
248	189	222	4.6000	2.6397	5.6000	2.6397	MollaPR
249	190	223	4.6000	2.7353	5.6000	2.7353	MollaPR
250	191	224	4.6000	2.8309	5.6000	2.8309	MollaPR
251	192	225	4.6000	2.9265	5.6000	2.9265	MollaPR
252	193	226	4.6000	3.0221	5.6000	3.0221	MollaPR
253	194	227	4.6000	3.1176	5.6000	3.1176	MollaPR
254	195	228	4.6000	3.2132	5.6000	3.2132	MollaPR
255	196	229	4.6000	3.3088	5.6000	3.3088	MollaPR
256	197	230	4.6000	3.4044	5.6000	3.4044	MollaPR
257	255	257	4.6000	3.5000	5.6000	3.5000	MollaPR