

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

OPERE PRINCIPALI – SOTTOVIA E SOTTOPASSI

SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56

Relazione di calcolo scatolare

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 2 6 C L S L 1 2 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Feb 2022	M. Severi	Feb. 2022	G. Fadda	Feb. 2022	A. Perego Feb. 2022

File: IV0I00D26CLSL1200001A.docx

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL1200001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 1 di 64</p>

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE.....	4
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
4.1 Calcestruzzo per magrone di sottofondazione.....	6
4.2 Calcestruzzo per strutture scatolari.....	6
4.3 Acciaio ordinario per calcestruzzo armato	7
5. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	9
5.1 Profondità della falda.....	9
6. ANALISI DEI CARICHI	10
6.1 Pesì propri.....	10
6.2 Permanenti non strutturali.....	10
6.3 Carichi mobili (traffico ferroviario).....	11
6.4 Azione di avviamento / frenatura	14
6.5 Azione di serpeggio	14
6.6 Azione del sisma.....	14
6.7 Ritiro del calcestruzzo	16
6.8 Variazione termica.....	16
6.9 Spinta statica del terreno.....	17
6.10 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	18
6.11 Incremento di Spinta in condizione sismiche	18
7. COMBINAZIONE DEI CARICHI.....	19
8. VERIFICHE STRUTTURALI	21
8.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione.....	21
8.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio.....	21
8.3 Verifica agli stati limite d'esercizio.....	23

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL1200001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 2 di 64</p>

9. VERIFICHE GEOTECNICHE	24
10. ANALISI STRUTTURALE	25
10.1 Modellazione strutturale : Scatolare	25
10.2 Analisi dei carichi	27
10.3 Combinazioni	38
10.4 Sollecitazioni	42
10.5 Verifiche strutturali	46
10.5.1 Riepilogo armature	46
10.5.2 Verifica soletta superiore	47
10.5.3 Verifica piedritti	52
10.5.4 Verifica soletta inferiore	57
11. INCIDENZA SCATOLARE	62
12. DICHIARAZIONI SECONDO D.M. 17/01/2018 (P.TO 10.2)	63
12.1 Tipo di analisi svolte	63
12.2 Origine e caratteristiche dei Codici di Calcolo	63
12.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	63

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

1. PREMESSA

Nel presente documento, emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al progetto definitivo del raddoppio della linea Genova – Ventimiglia nella tratta Finale Ligure – Andora, è riportato il calcolo strutturale del sottovia SL12 al km 85+690, in prossimità della stazione di Albenga.

L'ubicazione dell'opera lungo la tratta in questione è indicata in Figura 1.

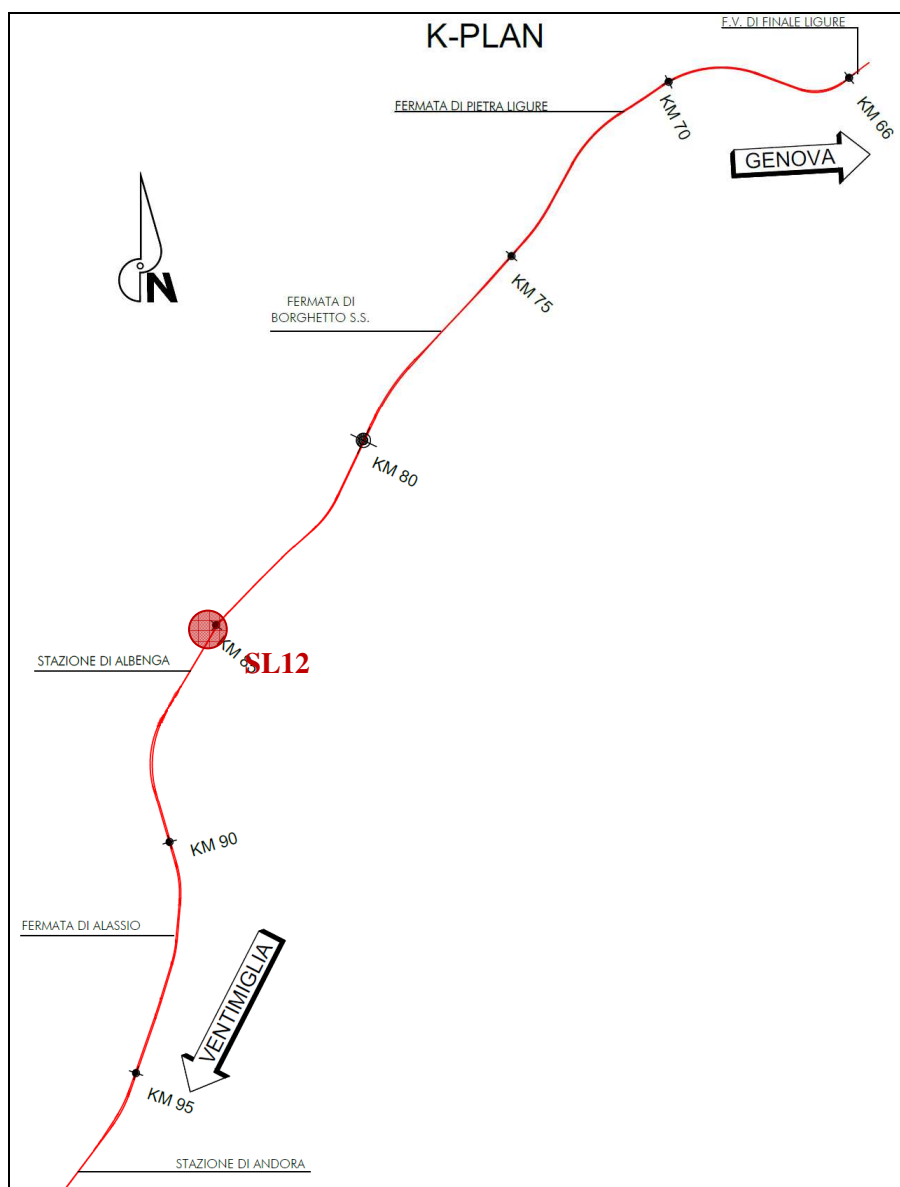


Figura 1: Raddoppio tratta Finale L. - Andora. Inquadramento dell'opera

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

2. DESCRIZIONE

La presente relazione ha per oggetto la verifica della sezione trasversale dell'opera scatolare utilizzabile per attraversamenti ferroviari, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Ricoprimento				
Spessore ballast+armamento	Hb		0.80	m
Spessore medio traversina+binario	Ht		0.40	m
Spessore ballast sotto la traversina			0.40	m
Spessore del rinterro	Hr		0.10	m
Geometria				
Spessore soletta superiore	Ss		0.60	m
Spessore soletta di fondazione	Sf		0.80	m
Spessore piedritti	Sp		0.60	m
Altezza netta	Hint		3.50	m
Larghezza netta	Lint		3.50	m
Lunghezza risvolti sol. inf.	Lr		0.00	m
Lunghezza dello scatolare	L		21.70	m

La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi.

Si trascura a favore di sicurezza la presenza del riempimento interno.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A	FOGLIO 5 di 64

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1993-1-1 “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1997-1 “Progettazione geotecnica – Parte 1. Regole generali”.
- UNI EN 1998-1: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1. Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1998-5: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- UNI EN 206-1:2014: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- “Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP.”.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E -- Manuale di progettazione delle Opere Civili RFI - Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 E – Capitolato generale tecnico delle Opere Civili RFI – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e acciaio

Riferimenti STI:

– Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 Calcestruzzo per magrone di sottofondazione

MAGRONE - C12/15				
Descrizione	Simbolo	Formula	Unità di misura	Valore
Resistenza cubica a compressione	R_{ck}		N/mm ²	15
Contenuto minimo cemento			kg/m ³	150

4.2 Calcestruzzo per strutture scatolari

CALCESTRUZZO				
I calcestruzzi impiegati devono essere conformi alla UNI EN 206-1 ed alla UNI 11104 e rispondere alle seguenti prestazioni:				
Campo d'impiego				Scatolari
Classe di esposizione ambientale				XC4
Classe di resistenza calcestruzzo				C32/40
Classe di consistenza				S4
Rapporto acqua cemento massimo	a/c max	[-]		0.50
Tipo di cemento	CEM	[-]		III, IV, V
Contenuto minimo cemento		[kg/m ³]		340
Contenuto minimo di aria		[%]		-
Diametro massimo dell'aggregato	D_{upper}	[mm]		25
Copriferro nominale	c_{nom}	[mm]		50
Resistenza caratteristica cubica a 28gg	R_{ck}	[MPa]		40
Resistenza caratteristica cilindrica a 28gg	f_{ck}	[MPa]		33.2
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	[MPa]		41.2
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	[MPa]		3.1
Resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	f_{ctk}	[MPa]		2.2
Resistenza a trazione per flessione	f_{cfm}	[MPa]		3.7
Modulo elastico istantaneo (secante a 0.4 f_{cm})	E_{cm}	[MPa]		33643
Coefficiente di dilatazione termica	α	[C ⁻¹]		1.0E-05
Coeff. per condizioni di aderenza	η_1	[-]		1.0
Coeff. \emptyset barre per aderenza	η_2	[-]		1.0
Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza	f_{bk}	[MPa]		4.9
Coeff. riduttivo resistenze di lunga durata	α_{cc}	[-]		0.85
Coeff. parziale di sicurezza	γ_c	[-]		1.50
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	[MPa]		18.8
Resistenza di progetto a trazione	f_{ctd}	[MPa]		1.4
Resistenza tangenziale di aderenza di progetto	f_{bd}	[MPa]		3.3

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

4.3 Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili in barre ad aderenza migliorata e rispondente alle seguenti prescrizioni:

Tipo di acciaio			B450C
Tensione caratteristica di snervamento (min.)	f_{yk}	[MPa]	450
Tensione caratteristica a carico massimo (min.)	f_{tk}	[MPa]	540
Rapporto di sovreresistenza	$k=(f_t/f_y)_k$	[-]	1.20
Massa volumica media	ρ_s	[kg/m ³]	7850
Modulo elastico	E_s	[MPa]	200000
Deformazione caratteristica a carico massimo	$\epsilon_{uk}=(A_{gt})_k$	[%]	7.50
Coefficiente di dilatazione termica	α	[C ⁻¹]	1.2E-05
Coeff. parziale di sicurezza	γ_s	[-]	1.15
Resistenza di progetto	f_{yd}	[MPa]	391.3
Deformazione di progetto allo snervamento	ϵ_{yd}	[%]	0.2
Deformazione di progetto a carico massimo	ϵ_{ud}	[%]	6.75

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
Cmin	Co	ambiente	C \geq Co	Cmin \leq C $<$ Co	C \geq Co	Cmin \leq C $<$ Co	C \geq Co	Cmin \leq C $<$ Co	C \geq Co	Cmin \leq C $<$ Co
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Classe di esposizione: XC4

Copriferro di progetto: 50 mm

Condizioni ambientali: Aggressive

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A	FOGLIO 8 di 64

L'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica RARA per gli SLE dovrà risultare:

- a) $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b) $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

Con δ_f apertura delle fessure e w_1 valore limite dell'apertura delle fessure.

$w_1 = 0.2 \text{ mm}$

$w_2 = 0.3 \text{ mm}$

$w_3 = 0.4 \text{ mm}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

5. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Si prende a riferimento la relazione geotecnica generale, alla quale si rimanda per maggiori dettagli..

Sulla base delle indagini svolte, sintetizzate nei profili geotecnici lungo linea, in corrispondenza della progressiva si evince la seguente stratigrafia:

Unità	Descrizione	Prof. m pc	γ kN/mc	ϕ' °	c' kPa	c_u kPa	E MPa
-	-	-	-	-	-	-	-
1	Terreno di riporto	0-1,5	19	24	0	-	5
2	Sabbia limosa con ghiaia Conglomerato poligenico scarsamente cementato alternato a livelli sabbioso-limosi o sabbia limosa ghiaiosa	1,5-6,5	20	33	0	-	20-30
CMV-i		6,5-10	21	35-37	0	-	40

Nel caso in cui il terreno spingente a tergo dei piedritti fosse il rilevato ferroviario si utilizzano i seguenti parametri geotecnici per determinarne l'azione:

$$\phi' = 38^\circ \text{ (angolo di attrito)}$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \text{ (peso specifico)}$$

Data la conformazione del terreno rispetto alla geometria del sottopasso, a favore di sicurezza, si considera spingente il terreno unità 2.

5.1 Profondità della falda

Ai fini dell'analisi dell'opera non si è considerata la presenza della falda idrica in quanto il livello di falda è posto al di sotto del piano di fondazione dell'opera.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

6. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. Tali azioni sono definite secondo le normative e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio e in presenza dell'evento sismico. Tutti i carichi elementari si riferiscono a un concio longitudinale di larghezza unitaria, pertanto sono tutti definiti rispetto all'unità di lunghezza.

6.1 Pesì propri

Il peso dei differenti elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato.

- Soletta di copertura;
- Soletta di fondazione;
- Piedritti.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

Calcestruzzo armato:	$\gamma_{c.a.}$	= 25.00 kN/m ³
Rilevato:	γ_{ril}	= 20.00 kN/m ³
Ballast + armamento:	$\gamma_{ballast}$	= 18.00 kN/m ³

6.2 Permanenti non strutturali

Il peso dei carichi permanenti in copertura è stato calcolato considerando i differenti spessori di ballast e supercompattato, ciascuno per il suo peso dell'unità di volume:

$$q_{pp} = h_b \gamma_b + h_{sc} \gamma_{sc}$$

dove:

- h_b = spessore del ballast;
- γ_b = peso specifico del ballast;
- H_{sc} = spessore del super compattato;
- γ_b = peso specifico del super compattato.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

6.3 Carichi mobili (traffico ferroviario)

Per quanto attiene il sovraccarico ferroviario si applica il peggiore tra il carico verticale dovuto al treno SW/2 pari a 150 kN/m x 1 e il carico verticale dovuto al treno LM71 pari a 250 kN / 1.6 m x 1.1 = 172.0 kN/m uniformemente distribuito su una larghezza trasversale di calcolo fino a livello del piano d'asse della soletta di copertura.

Per ponti di categoria A si hanno i seguenti valori del coefficiente di adattamento.

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"	
	PONTI CAT. "A"	PONTI CAT. "B"
LM 71	1.1	0.83
SW / 0	1.1	0.83
SW / 2	1.0	0.83

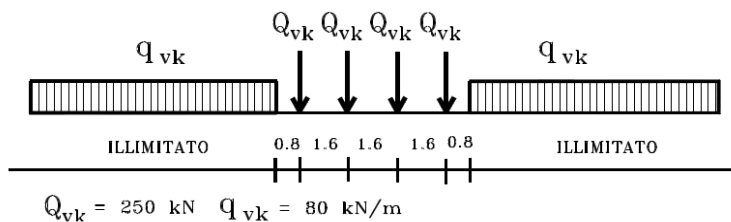
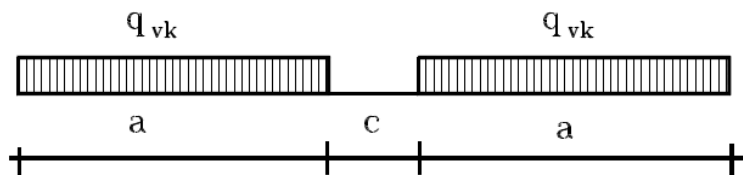


Figura 6.1 – Treno di carico LM71



Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

Figura 6.2– Treno di carico SW

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Coefficiente di amplificazione dinamica Φ :

Le sollecitazioni e gli spostamenti determinati sulle strutture dall'applicazione statica dei treni di carico debbono essere incrementati per tener conto della natura dinamica del transito dei convogli.

Per linee a ridotto standard manutentivo Φ sarà:

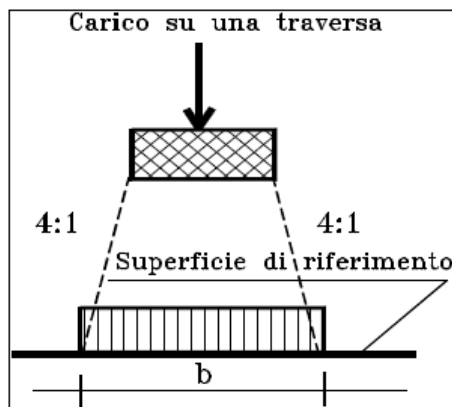
$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

Dove:

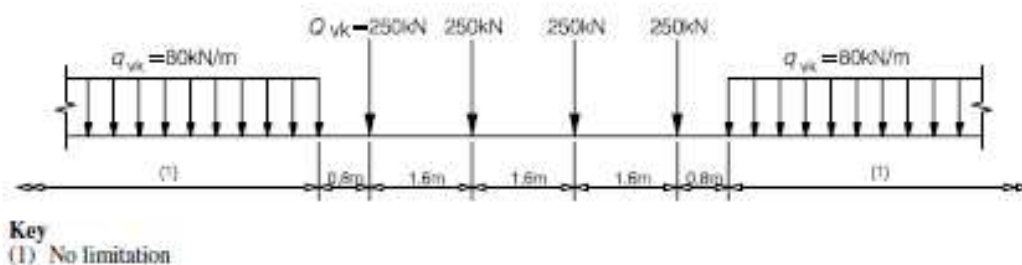
L_Φ rappresenta la lunghezza "caratteristica" in metri.

Determinazione delle larghezze di diffusione dei carichi mobili:

La diffusione dei carichi attraverso ballast avviene con pendenza 4:1, attraverso il ricoprimento con angolo di attrito mentre, nella soletta in cls con pendenza 1:1.



Il modello di carico LM71 citato dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

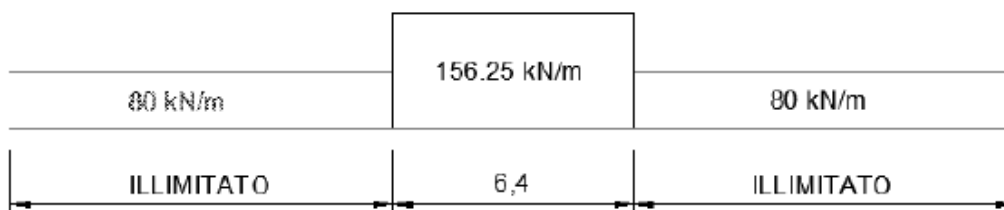


Il carico equivalente si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

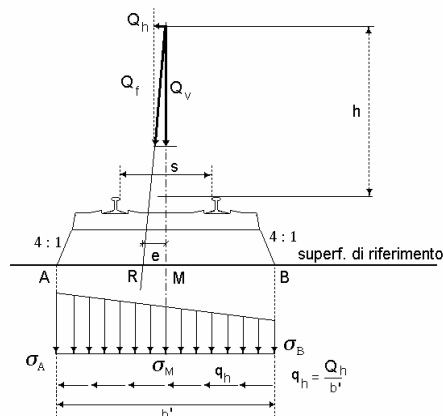
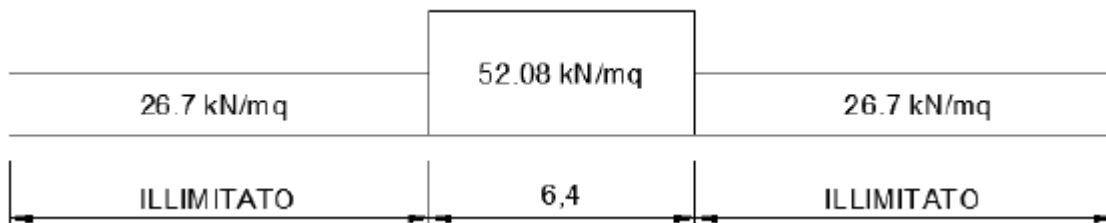
	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kN/m}$$



Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria:



La lunghezza di ripartizione trasversale verrà meglio esplicitata al §9.2.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A	FOGLIO 14 di 64

6.4 Azione di avviamento / frenatura

Per ogni treno di carico si associano le azioni di avviamento e frenatura agenti sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze si considerano uniformemente distribuite sulla lunghezza di binario.

I valori caratteristici considerati sono i seguenti:

- Avviamento $Q_{1a,k} = 33 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]}$ per LM71 ed SW2
- Frenatura $Q_{1b,k} = 20 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]}$ per LM71
- $Q_{2b,k} = 35 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]}$ per SW/2

6.5 Azione di serpeggio

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 $Q_{sk}=100 \text{ kN}$. Tale valore deve essere moltiplicato per a , (se $a>1$), ma non per il coefficiente F . Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali.

Tale azione viene trascurata in quanto con un modello piano non si possono considerare gli effetti trasversali.

6.6 Azione del sisma

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

- Classe d'uso: III
- Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$
- Vita nominale $V_N = 75$ anni
- Categoria di suolo: B
- Condizione topografica: T1
- Fattore di struttura $q = 1$

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono riportati :

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

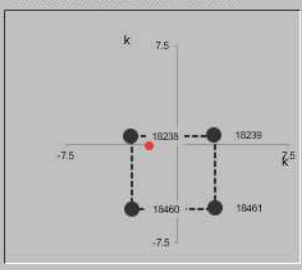
Controllo sul

Sito esterno al reticolo


Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

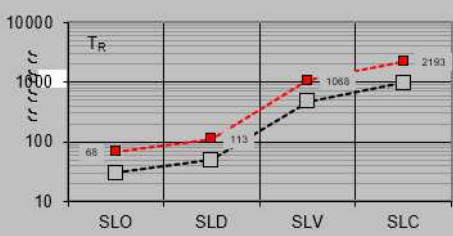
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie -.-■-.- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Di seguito si riportano i parametri di definizione dell'azione:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.186 g
F_o	2.462
T_C^*	0.300 s
S_S	1.200
C_C	1.399
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.140 s
T_C	0.420 s
T_D	2.342 s

6.7 Ritiro del calcestruzzo

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati in accordo al §2.5.1.6.2 del Manuale di Progettazione, in particolare: “Per tali effetti si riporta il contenuto del §5.2.2.10.2 del DM 17.01.2018. I coefficienti di ritiro e viscosità finali, salvo sperimentazione diretta, sono quelli indicati rispettivamente nei §§ 11.2.10.6 e 11.2.10.7”. Per cui ai fini delle verifiche sono stati impiegati i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC 2018. La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Il ritiro è stato applicato mediante una variazione termica equivalente pari a 10° , ed un umidità relativa del 75% a 7 gg.

Il fenomeno del ritiro è stato applicato solo alla soletta di copertura nel caso dello scatolare mentre viene trascurato nel muro.

6.8 Variazione termica

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a $\Delta T = +15^\circ C$, con un variazione termica a aggiuntiva a farfalla pari a $\Delta T = +5^\circ C$ applicata sulla soletta di copertura. Per ricoprimenti superiori ad 1,5m non si applica alcuna variazione termica.

Per il coefficiente di dilatazione termica si assume:

$$\alpha = 10 \times 10^{-6} = 0.00001$$

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A	FOGLIO 17 di 64

6.9 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

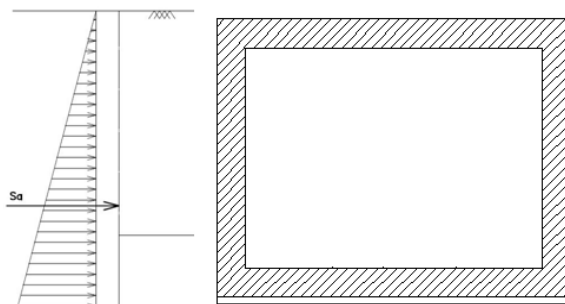


Figura 6.3 – Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta a riposo $k_0=1-\sin\varphi'$, dove φ' è l'angolo di attrito assunto. In caso di falda il peso specifico del terreno è stato sostituito da quello efficace.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL1200001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 18 di 64</p>

6.10 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante a tergo, si considera un carico uniformemente distribuito. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_0 \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste.

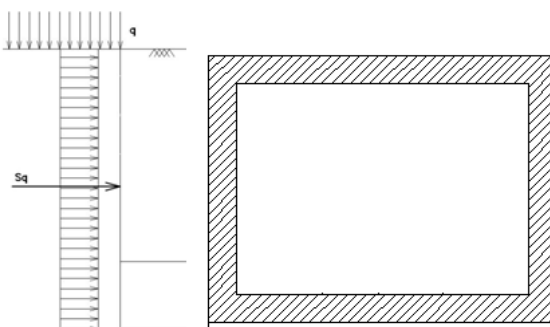


Figura 6.4– Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

6.11 Incremento di Spinta in condizione sismiche

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad $H/2$.

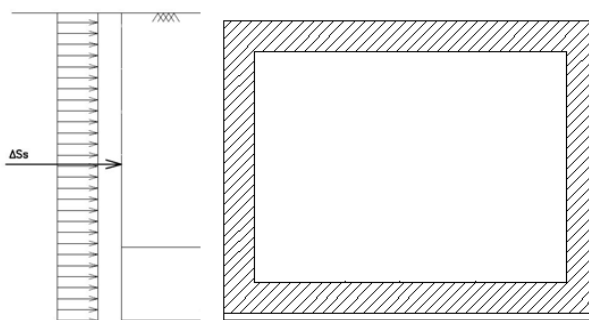


Figura 6.5– Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

7. COMBINAZIONE DEI CARICHI

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (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 sismica:

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

combinazione eccezionale:

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

combinazione Rara (SLE irreversibile):

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

combinazione Frequente (SLE reversibile):

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

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

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

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella tabella seguente.

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	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.

Tab. 1 – Valutazione dei carichi da traffico

Per le verifiche agli stati limite ultimi si adottano i valori dei coefficienti parziali ed i coefficienti di combinazione ψ delle tabelle seguenti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

		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

Tab. 2 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, Eccezionali e Sismica

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	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.

Tab. 3 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

8. VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

8.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-presso-flessione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

8.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM17/01/2018, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento i seguenti valori della resistenza di calcolo:

- Resistenza di progetto dell'elemento privo di armatura a taglio:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

- Resistenza di progetto a "taglio trazione":

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

- Resistenza di progetto a "taglio compressione":

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v f_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA												
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 26 CL</td> <td>SL1200001</td> <td>A</td> <td>22 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	22 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	22 di 64								

Nelle espressioni precedenti i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

A_{sl} è l'area dell'armatura tesa;

b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

A_c è l'area della sezione di calcestruzzo;

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

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s è il passo delle staffe;

α è l'angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

v_{fcd} è la resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v=0.5$);

$\alpha_c = 1$ coefficiente maggiorativo per membrature non compresse.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A	FOGLIO 23 di 64

8.3 Verifica agli stati limite d'esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \text{ per combinazione di carico quasi permanente;}$$

$$\sigma_s < 0.75 f_{yk} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara).}$$

Nel secondo caso, si verifica che le aperture delle fessure siano inferiori al valore limite dell'apertura delle fessure nella combinazione caratteristica Rara. I valori nominali di riferimento sono:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL1200001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 24 di 64</p>

9. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono state omesse in quanto in corrispondenza dello scatolare il terreno si trova in condizioni meno gravose delle zone limitrofe. Inoltre, lo scavo e la successiva costruzione di una struttura “vuota” sottopongono il terreno a tensioni inferiori a quelli precedentemente presenti.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

10. ANALISI STRUTTURALE

Le analisi sono state condotte mediante l'ausilio del SAP2000, un Codice di calcolo F.E.M. (Finite Element Method) capace di gestire analisi lineari e non lineari ed analisi sismiche con integrazione al passo delle equazioni nel tempo. Dal modello sono state dedotte, per le combinazioni di calcolo statiche e sismiche descritte in precedenza, le sollecitazioni complessive agenti sugli elementi strutturali al fine di procedere con le verifiche di sicurezza previste dalle Normative di riferimento.

Il calcolo della struttura è stato effettuato considerando una striscia di calcolo pari ad 1m disposta ortogonalmente all'asse longitudinale dello scatolare. In caso di obliquità \emptyset dello scatolare rispetto alla linea ferroviaria il calcolo è stato eseguito analizzando sempre una striscia di larghezza unitaria ortogonale all'asse longitudinale dello scatolare, ipotizzando una coerente disposizione delle armature di forza trasversali.

Convenzione assi

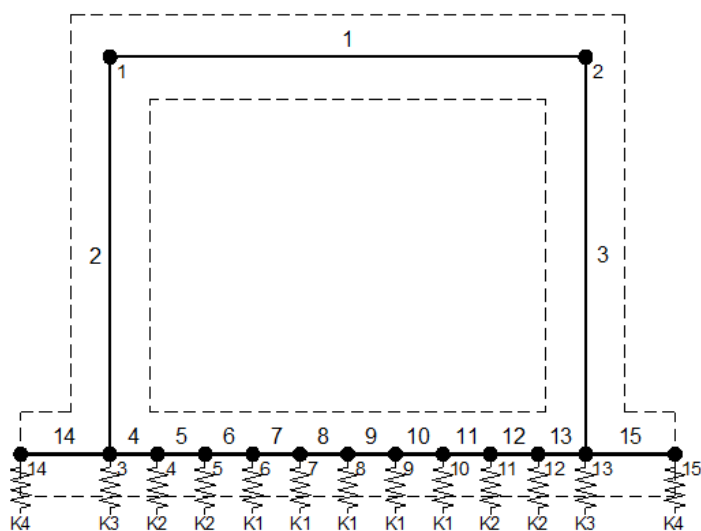
x = asse trasversale dello scatolare

y = asse longitudinale dello scatolare

z = asse verticale dello scatolare

10.1 Modellazione strutturale : Scatolare

Il modello di calcolo attraverso il quale viene discretizzata la struttura è quello di telaio chiuso. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione vengono inserite molle alla Winkler.



La soletta inferiore viene divisa in elementi per poter schematizzare, tramite molle applicate, l'interazione terreno- struttura.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Per la definizione delle precedenti costanti si è fatto riferimento alla caratterizzazione geotecnica a disposizione.

I valori di resistenza del terreno assunti nei calcoli che seguono sono quelli riferiti al primo strato della tabella riportata al paragrafo 5.

Per la rigidità delle molle, nell'opera in esame si considera un modulo di reazione verticale K_w pari a 3129 kN/m^3 . Tale valore viene valutato tramite la teoria di Bowles, note le dimensioni della fondazione dell'opera e il modulo elastico del terreno di fondazione:

$$k_s = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

Dove:

E	modulo elastico del terreno
ν	coefficiente di Poisson
B	larghezza della fondazione
L	lato maggiore della fondazione
c_t	fattore di forma (Bowles, 1960)
K_w	coefficiente di sottofondo alla Winkler

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle:

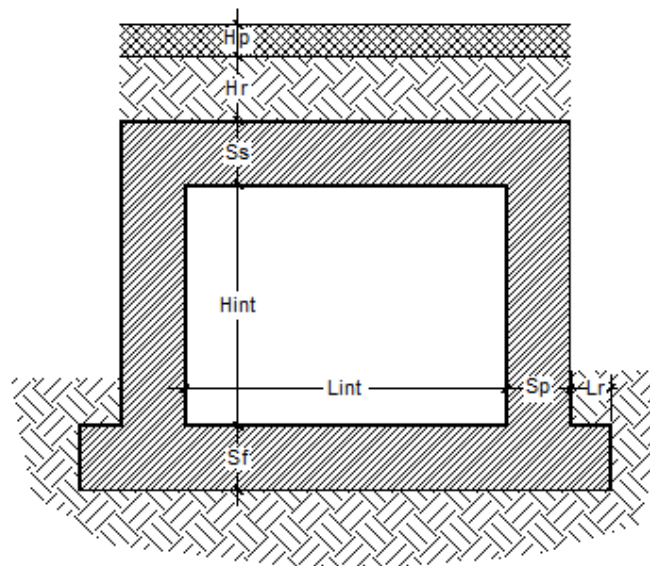
Rigidezze molle verticali				
Modulo elastico del terreno	E_t		10.00	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν		0.30	-
Larghezza della fondazione	B	$B = L_r + S_p + L_{int} + S_p + L_r$	4.70	m
Lato maggiore della fondazione	L		21.70	m
Fattore di forma	c_t		1.67	-
Terreno di fondazione - Costante di sottofondo	K_w	$K_w = E_t / (1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t$	1400	kN/m ³
Interasse molle	i	$i = (S_p/2 + L_{int} + S_p/2) / 10$	0.41	m
Molle centrali	K1	$K_1 = K_w \cdot i$	574	kN/m
Molle intermedie	K2	$K_2 = 1.50 \cdot K_w \cdot i$	861	kN/m
Molle laterali	K3	$K_3 = 2.00 \cdot K_w \cdot (i/2 + S_p/2)$	1 414	kN/m
Molle rivolto	K4	$K_4 = 1.50 \cdot K_w \cdot L_r$	0	kN/m

La rigidità delle molle in corrispondenza dei piedritti è stata aumentata, seguendo le indicazioni riportate nella letteratura tecnica, al fine di tenere in conto l'irrigidimento apportato dai piedritti al solettone di fondo.

10.2 Analisi dei carichi

Geometria

Caratteristiche materiali e terreno				
Calcestruzzo armato - Peso specifico	γ		25	kN/m ³
Calcestruzzo armato - Tipo			C32/40	
Calcestruzzo armato - Res. caratt. cubica	R_{ck}		40	N/mm ²
Calcestruzzo armato - Res. caratt. cilindrica	f_{ck}	$0.83 \cdot 40 =$	33.2	N/mm ²
Calcestruzzo armato - Modulo elastico	E		33600	N/mm ²
Ballast - Peso specifico	γ_b		18	kN/m ³
Terreno del rilevato - Peso specifico	γ		20	kN/m ³
Terreno del rilevato - Angolo di attrito	φ		38	°
Terreno di riempimento laterale - Peso specifico	γ		20	kN/m ³
Terreno di riempimento laterale - Angolo di attrito	φ		38	°
Condizioni ambientali per ver. a fessurazione			aggressive	
Ricoprimento				
Spessore ballast+armamento	H_b		0.80	m
Spessore medio traversina+binario	H_t		0.40	m
Spessore ballast sotto la traversina			0.40	m
Spessore del rinterro	H_r		0.10	m
Geometria				
Spessore soletta superiore	S_s		0.60	m
Spessore soletta di fondazione	S_f		0.80	m
Spessore piedritti	S_p		0.60	m
Altezza netta	H_{int}		3.50	m
Larghezza netta	L_{int}		3.50	m
Lunghezza risvolti sol. inf.	L_r		0.00	m
Lunghezza dello scatolare	L		21.70	m



Tab. 4: Geometria del modello

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Azioni elementari applicate

Carichi permanenti (Condizione PERM)					
Soletta superiore					
Peso ballast	Ps	$0.80 \cdot 18 =$	14.40	kN/m ²	
Peso del rinterro	Pr	$0.10 \cdot 20 =$	2.00	kN/m ²	
Totale		$(Pr+Ps) \cdot r$	18.80	kN/m²	
Risvolti soletta inferiore					
Peso ballast	Ps	-	0.00	kN/m ²	
Peso del rinterro	Pr	-	0.00	kN/m ²	
Totale			0.00	kN/m²	
Carichi accidentali sulla copertura LM71 (Condizioni ACC-M71 e ACC-T71)					
Coefficiente dinamico					
Lunghezza caratteristica per coeff. din.	L_{ϕ}	$= 1.3 \cdot 1/3 \cdot (3.80 + 4.10 + 3.80)$	5.07	m	
Coefficiente dinamico	Φ_3	$= 1.35$ se $L_{int} \leq 8$ m e $H_{int} \leq 5$ m	1.35		
Qvk					
Coefficiente di adattamento	α		1.10		
Larghezza traversa	Lt		2.40	m	
Impronta di carico y	Ld1	$2.40 + 2 \times (0.40/4 + 0.10 \times \tan(38^\circ) + 0.60/2) =$	3.36	m	
Impronta di carico x	Ld2	$0.8 + 1.6 + 1.6 + 1.6 + 0.8 =$	6.40	m	
Carico Qvk (totale)			1000	kN	
Carico Qvk (ripartito)		$1.1 \cdot 1.35 \cdot 1000 / (3.36 \cdot 6.40) =$	69.13	kN/m²	
qvk					
Carico qvk			80	kN/m	
Carico qvk (ripartito)		$1.1 \cdot 1.35 \cdot 80 / 3.36 =$	35.40	kN/m²	
Carichi accidentali sulla copertura SW/2 (Condizioni ACC-MSW e ACC-TSW)					
Coefficiente di adattamento					
Carico qvk	α		1.00		
Carico qvk (ripartito)		$1 \cdot 1.35 \cdot 150 / 3.36 =$	60.34	kN/m²	
Avviamento e frenatura (Condizione AVV)					
Q1ak (= $\alpha \cdot 33 / Ld1$)		$\alpha \cdot 33 / 3.36 =$	10.82	kN/m²	

Per il calcolo della lunghezza caratteristica si fa riferimento al Manuale di Progettazione Caso 5.4 della tabella 2.5.1.4.2.5.3-1 Parte II - Sezione II – Ponti.

Azione termica (Condizione TERM)					
Variazione termica uniforme	ΔT_U		15	°	
Variazione termica a farfalla	ΔT_F		5	°	
Variazione termica uniforme di calcolo	ΔT_{U*}	$15 / 2 =$	7.50	°	
Variazione termica a farfalla di calcolo	ΔT_{F*}	$5 / 2 =$	2.50	°	
Ritiro (Condizione RITIRO)					
Ritiro applicato alla sol. Superiore	ΔT_R		-10	°	
Coefficienti di spinta statici del terreno					
Grado di sovraconsolidazione	OCR		1	-	
Coefficiente dipendente dall'OCR	m		0.5	-	
Angolo di attrito - terreno ai lati dei piedritti	φ		38.00	°	
Coefficiente di spinta a riposo	K_0	$K_0 = [1 - \text{sen}(\varphi_i)] \cdot \text{OCR}^m$	0.38	-	
Angolo di attrito terreno-muro	δ		25.3	°	
Inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale	β		0	°	
Inclinazione piedritto rispetto alla verticale	α		90	°	
Coefficiente di spinta attiva	K_a		0.22	-	
Spinta del terreno (Condizioni SPTSX e SPTDX)					
K01		$1 - \text{sen}(38^\circ) =$	0.384		
K02		$1 - \text{sen}(38^\circ) =$	0.384		
Spinta alla quota di estradosso sol. sup.	p1	$0.384 \cdot 18.00 =$	6.92	kN/m ²	
Spinta in asse sol. sup.	p2	$0.384 \cdot (18.00 + 20 \cdot 0.60/2) =$	9.22	kN/m ²	
Spinta in asse sol. inf.	p3	$0.384 \cdot [18.00 + 20 \cdot (0.60 + 3.50 + 0.80)/2] =$	41.51	kN/m ²	
Spinta alla quota di intradosso sol. inf.	p4	$0.384 \cdot [18.00 + 20 \cdot (0.60 + 3.50 + 0.80)] =$	44.58	kN/m ²	
Spinta semispessore sol. sup.	F1	$(6.92 + 9.22)/2 \cdot 0.60/2 =$	2.42	kN/m	
Spinta semispessore sol. inf.	F2	$(41.51 + 44.58)/2 \cdot 0.80/2 =$	17.22	kN/m	
Spinta del carico accidentale LM71 (Condizioni SPACCSX e SPACCDX)					
Spinta dovuta al q1	p	$0.384 \cdot 1.1 \cdot 1000 / (3.36 \cdot 6.40) =$	19.68	kN/m ²	
Spinta del carico accidentale SW/2 (Condizioni SPACCSX e SPACCDX)					
Spinta dovuta al q1	p	$0.384 \cdot 1 \cdot 150 / (3.36 \cdot 6.40) =$	2.68	kN/m ²	
Sisma orizzontale (Condizione SISMAH)					
Stato limite		Salvaguardia della vita - SLU -	SLV		
Vita nominale	V_N		75	anni	
Classe d'uso			III		
Coefficiente C_U	C_U		1.5		
Periodo di riferimento	V_R		112.5	anni	
Accelerazione orizzontale	a_g/g		0.186		
Amplificazione spettrale	F_0		2.462		
Categoria sottosuolo		A, B, C, D, E	B		
Coeff. Amplificazione stratigrafica	S_s		1.200		
Coeff. Amplificazione topografica	S_t		1		
Coefficiente S	S	$= S_s \cdot S_t$	1.200		
accelerazione orizzontale max	a_{max}/g	$= a_g/g \cdot S$	0.223		
Fattore di struttura	q		1.00		
Coeff. sismico orizzontale	k_h	$= a_{max}/g$	0.223		
Coeff. sismico verticale	k_v	$= \pm 0.5 \cdot k_h$	0.112		
Carico accidentale totale gravante sulla cop.		$1.1 \cdot 1000 / (3.36 \cdot 6.40) \cdot 4.70 + 1.1 \cdot 80 / 3.36 \cdot 4.70 =$	363.9	kN/m	
Forza orizz. sulla sol. di cop.	FHs	$0.223 \cdot (0.60 \cdot 25 + 18.80 + 0.2 \cdot 363.9 / 4.10) / 1.00 =$	11.51	kN/m ²	
Forza orizz. sui piedritti	FHp	$0.223 \cdot (0.60 \cdot 25) / 1.00 =$	3.35	kN/m ²	
Sisma verticale (Condizione SISMAV)					
Forza vert. sulla sol. di cop.	FVs	$0.112 \cdot (0.60 \cdot 25 + 18.80 + 0.2 \cdot 363.9 / 4.10) / 1.00 =$	5.75	kN/m ²	
Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSPDX)					
Risultante della spinta sismica	ΔS_E	$= (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot (\text{Hint} + S_s + S_f + H_b + H_r)^2 = 0.223 \cdot 2$	150.2	kN/m	
Pressione risultante	ΔP_E	$= \Delta S_E / H = 150.2 / 4.20$	35.75	kN/m ²	

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Seguono le schermate di applicazione dei principali carichi al modello:

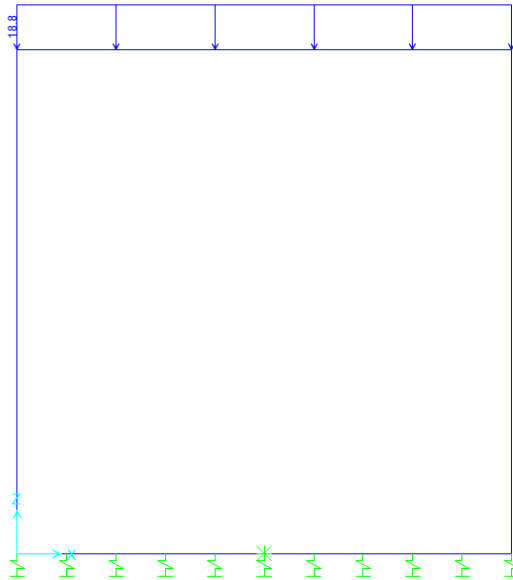


Figura 6: Condizione di carico PERM (kN/m/m)

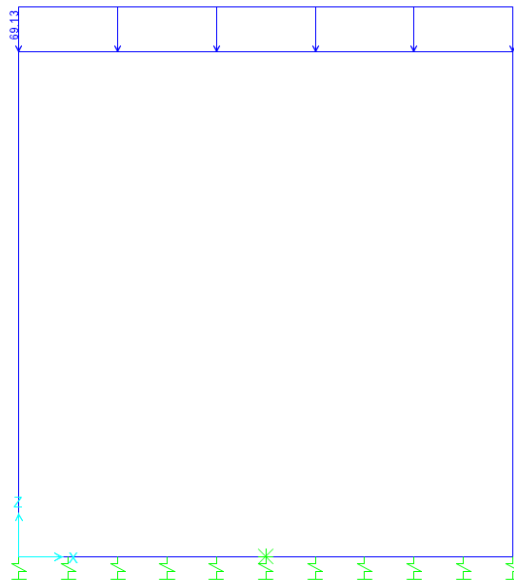


Figura 7: Condizione ACC-LM71- M(kN/m/m)

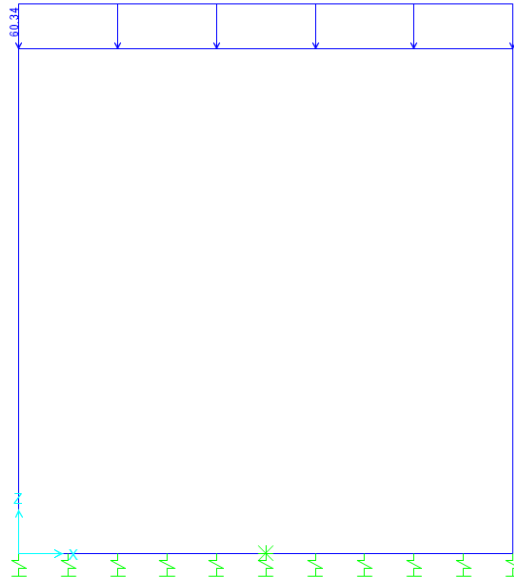


Figura 8: Condizione ACC-SW (kN/m/m)

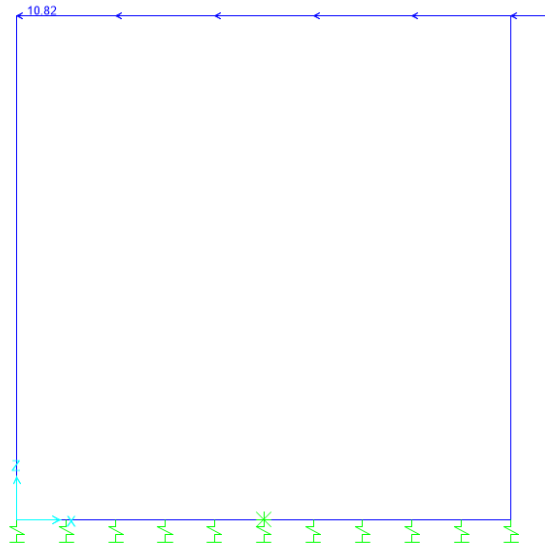


Figura 9: Condizione AVV (kN/m/m)

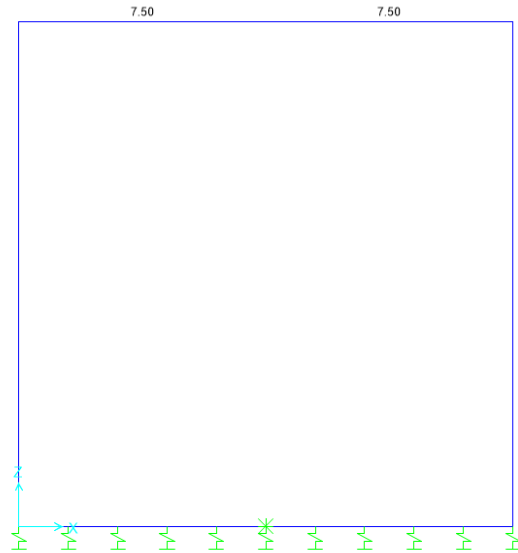


Figura 10: Condizione TERM (°C)

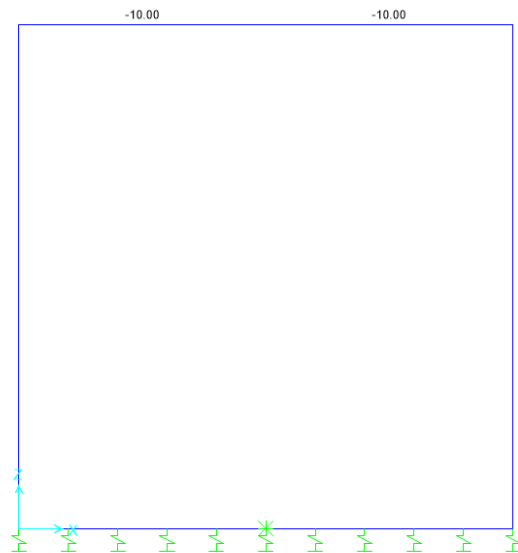


Figura 11: Condizione RITIRO (°C)

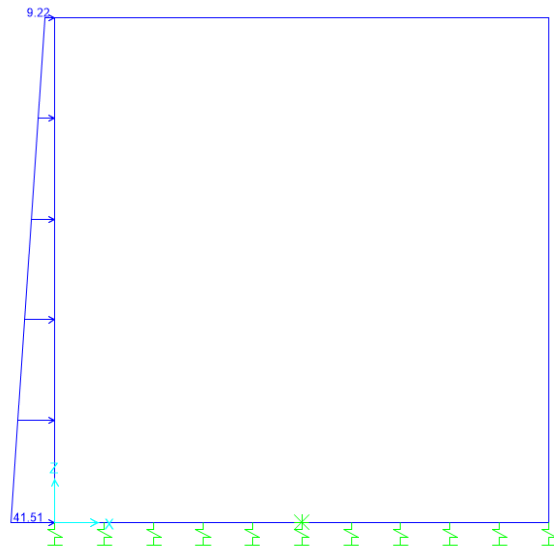


Figura 12: Condizione SPTSX (kN/m/m)

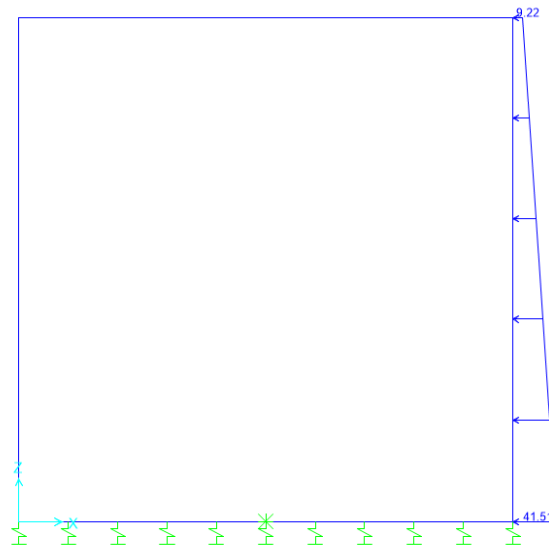


Figura 13: Condizione SPTDX (kN/m/m)

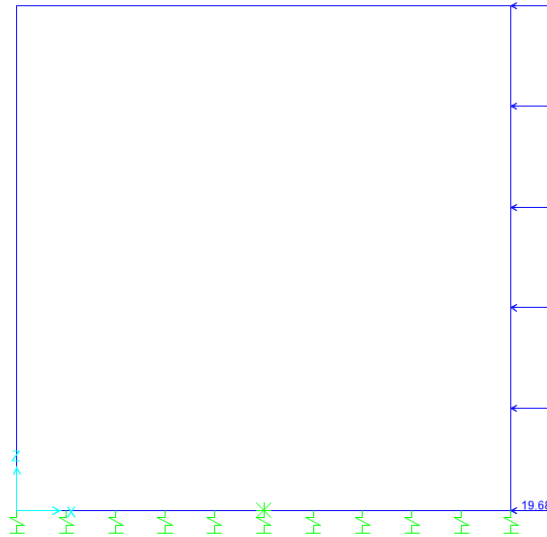


Figura 14: Condizione SPQDX71 (kN/m/m)

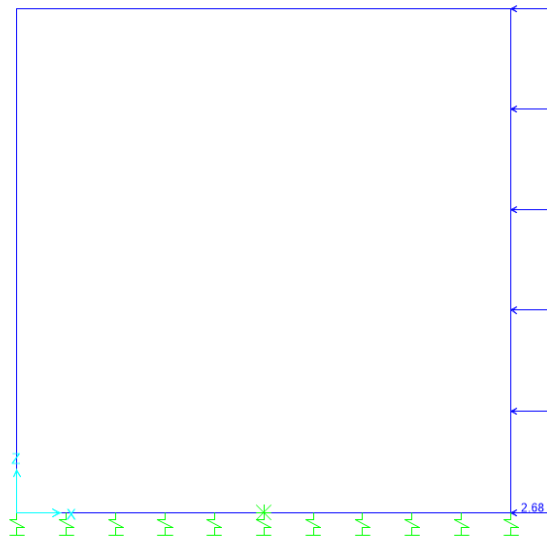


Figura 15: Condizione SPQDXSW (kN/m/m)

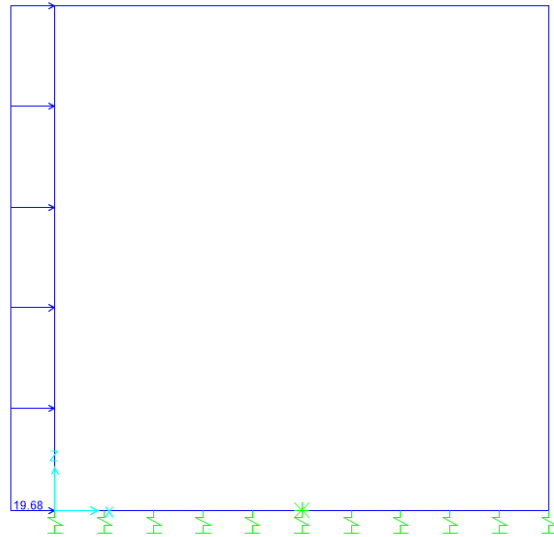


Figura 16: Condizione SPQSX71 (kN/m/m)

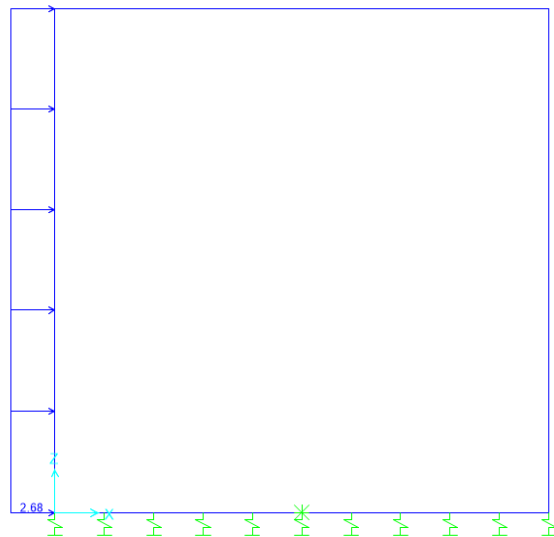


Figura 17: Condizione SPQSXSW (kN/m/m)

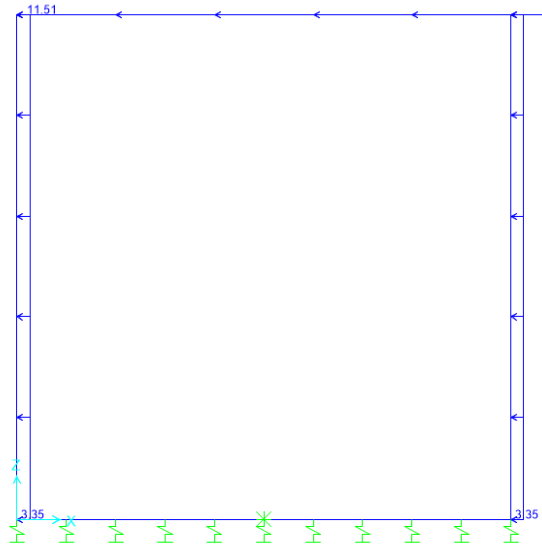


Figura 18: Condizione SISMAL ($kN/m/m$)

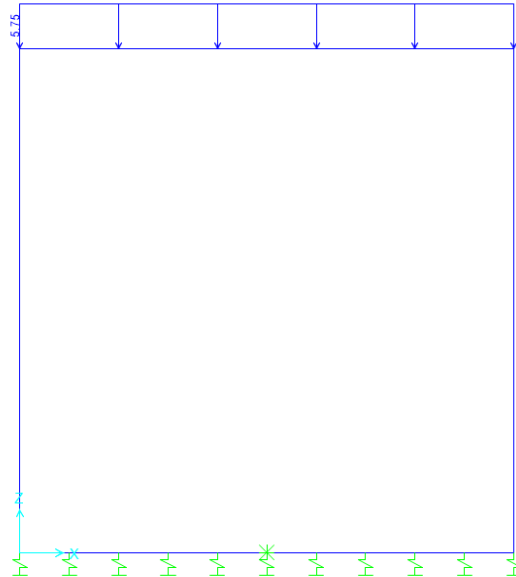


Figura 19: Condizione SISMALV ($kN/m/m$)

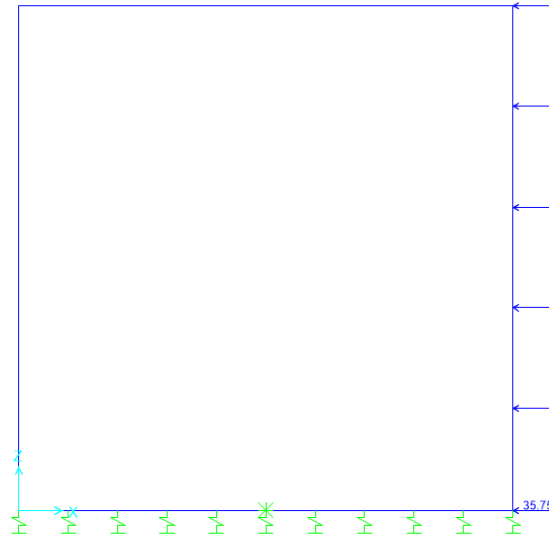


Figura 20: Condizione SPSDX (kN/m^2)

10.3 Combinazioni

N	PERM	PERM-G2	ACC-M71	ACC-T71	AVV	SPTSX	SPTDX	SPOX71	SPODX71	TERM	RITIRO	SISMAH	SISMAV	SPSDX	ACC-SW	SPOXSW	SPDXSW	
01	01S1-11M	1.35	1.50	1.45	0	0.725	1.00	1.00	0	0	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
02	02S1-11T	1.35	1.50	0	1.45	0.725	1.00	1.00	0	0	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
03	03S1-12M	1.35	1.50	1.45	0	0.725	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
04	04S1-12T	1.35	1.50	0	1.45	0.725	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
05	05S1-13M	1.35	1.50	1.45	0	0.725	1.00	1.35	0	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
06	06S1-13T	1.35	1.50	0	1.45	0.725	1.00	1.35	0	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
07	07S1-14-	1.35	1.50	0	0	0	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
08	08S1-15-	1.35	1.50	0	0	0	1.00	1.35	0	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
09	09S1-16S	1.35	1.5	0	0	0.725	1.00	1.00	0.00	0.00	0.90	1.20	0.00	0.00	0.00	1.45	0	0
10	10S1-17S	1.35	1.5	0	0	0.725	1.35	1.35	0.00	0.00	0.90	1.20	0.00	0.00	0.00	1.45	1.45	1.45
11	11S1-18S	1.35	1.5	0	0	0.725	1.00	1.35	0.00	0.00	0.90	1.20	0.00	0.00	0.00	1.45	0	1.45
12	12S1-19S	1.35	1.5	0	0	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.90	1.20	0.00	0.00	0.00	0	1.45	1.45
13	13S1-20S	1.35	1.5	0	0	0.00	1.00	1.35	0.00	0.00	0.90	1.20	0.00	0.00	0.00	0	0	1.45
14	14S1-21M	1.35	1.50	1.45	0	0.725	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
15	15S1-21T	1.35	1.50	0	1.45	0.725	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
16	16S1-22M	1.35	1.50	1.45	0	0.725	1.35	1.35	1.45	1.45	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
17	17S1-22T	1.35	1.50	0	1.45	0.725	1.35	1.35	1.45	1.45	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
18	18S1-23M	1.35	1.50	1.45	0	0.725	1.00	1.35	0	1.45	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
19	19S1-23T	1.35	1.50	0	1.45	0.725	1.00	1.35	0	1.45	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
20	20S1-24-	1.35	1.50	0	0	0	1.35	1.35	1.45	1.45	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
21	21S1-25-	1.35	1.50	0	0	0	1.00	1.35	0	1.45	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
22	22S1-26S	1.35	1.5	0	0	0.725	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	1.45	0	0
23	23S1-27S	1.35	1.5	0	0	0.725	1.35	1.35	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	1.45	1.45	1.45
24	24S1-28S	1.35	1.5	0	0	0.725	1.00	1.35	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	1.45	0	1.45
25	25S1-29S	1.35	1.5	0	0	0.00	1.35	1.35	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	0	1.45	1.45
26	26S1-30S	1.35	1.5	0	0	0.00	1.00	1.35	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	1.45
27	27S1T11M	1.35	1.50	1.16	0	1.16	1.00	1.00	0	0	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
28	28S1T11T	1.35	1.50	0	1.16	1.16	1.00	1.00	0	0	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
29	29S1T12M	1.35	1.50	1.16	0	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
30	30S1T12T	1.35	1.50	0	1.16	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
31	31S1T13M	1.35	1.50	1.16	0	1.16	1.00	1.35	0	1.16	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
32	32S1T13T	1.35	1.50	0	1.16	1.16	1.00	1.35	0	1.16	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
33	33S1T14-	1.35	1.50	0	0	0	1.35	1.35	1.16	1.16	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
34	34S1T15-	1.35	1.50	0	0	0	1.00	1.35	0	1.16	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
35	35S1T16S	1.35	1.5	0	0	1.16	1.00	1.00	0	0	1.5	1.2	0	0	0	1.16	0	0
36	36S1T17S	1.35	1.5	0	0	1.16	1.35	1.35	0	0	1.5	1.2	0	0	0	1.16	1.16	1.16
37	37S1T18S	1.35	1.5	0	0	1.16	1.00	1.35	0	0	1.5	1.2	0	0	0	1.16	0	1.16
38	38S1T19S	1.35	1.5	0	0	0	1.35	1.35	0	0	1.5	1.2	0	0	0	0.00	1.16	1.16
39	39S1T20S	1.35	1.5	0	0	0	1.00	1.35	0	0	1.5	1.2	0	0	0	0.00	0	1.16
40	40S1T21M	1.35	1.50	1.16	0	1.16	1.00	1.00	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
41	41S1T21T	1.35	1.50	0	1.16	1.16	1.00	1.00	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
42	42S1T22M	1.35	1.50	1.16	0	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
43	43S1T22T	1.35	1.50	0	1.16	1.16	1.35	1.35	1.16	1.16	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
44	44S1T23M	1.35	1.50	1.16	0	1.16	1.00	1.35	0	1.16	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
45	45S1T23T	1.35	1.50	0	1.16	1.16	1.00	1.35	0	1.16	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
46	46S1T24-	1.35	1.50	0	0	0	1.35	1.35	1.16	1.16	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
47	47S1T25-	1.35	1.50	0	0	0	1.00	1.35	0	1.16	-1.5	1.2	0	0	0	0.00	0.00	0.00
48	48S1T26S	1.35	1.5	0	0	1.16	1.00	1.00	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	1.16	0	0
49	49S1T27S	1.35	1.5	0	0	1.16	1.35	1.35	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	1.16	1.16	1.16
50	50S1T28S	1.35	1.5	0	0	1.16	1.00	1.35	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	1.16	0	1.16
51	51S1T29S	1.35	1.5	0	0	0	1.35	1.35	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	0	1.16	1.16
52	52S1T30S	1.35	1.5	0	0	0	1.00	1.35	0	0	-1.5	1.2	0	0	0	0	0	1.16
53	53S3-11M	1.35	1.50	1.45	0	1.45	1.00	1.00	0	0	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
54	54S3-11T	1.35	1.50	0	1.45	1.45	1.00	1.00	0	0	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
55	55S3-12M	1.35	1.50	1.45	0	1.45	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
56	56S3-12T	1.35	1.50	0	1.45	1.45	1.35	1.35	1.45	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
57	57S3-13M	1.35	1.50	1.45	0	1.45	1.00	1.35	0	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
58	58S3-13T	1.35	1.50	0	1.45	1.45	1.00	1.35	0	1.45	0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
59	59S3-14S	1.35	1.5	0	0	1.45	1.00	1.00	0	0	0.9	1.2	0	0	0	1.45	0	0
60	60S3-15S	1.35	1.5	0	0	1.45	1.35	1.35	0	0	0.9	1.2	0	0	0	1.45	1.45	1.45
61	61S3-16S	1.35	1.5	0	0	1.45	1.00	1.35	0	0	0.9	1.2	0	0	0	1.45	0	1.45
62	62S3-21M	1.35	1.50	1.45	0	1.45	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
63	63S3-21T	1.35	1.50	0	1.45	1.45	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
64	64S3-22M	1.35	1.50	1.45	0	1.45	1.35	1.35	1.16	1.16	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
65	65S3-22T	1.35	1.50	0	1.45	1.45	1.35	1.35	1.16	1.16	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
66	66S3-23M	1.35	1.50	1.45	0	1.45	1.00	1.35	0	1.16	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0
67	67S3-23T	1.35	1.50	0	1.45	1.45	1.00	1.35	0	1.16	-0.9	1.2	0	0	0	0	0	0

SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	39 di 64

68	68S3-24S	1.35	1.5	0	0	1.45	1.00	1.00	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	1.45	0	0
69	69S3-25S	1.35	1.5	0	0	1.45	1.35	1.35	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	1.45	1.16	1.16
70	70S3-26S	1.35	1.5	0	0	1.45	1.00	1.35	0	0	-0.9	1.2	0	0	0	1.45	0	1.16
71	71SSS1--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	0.5	1	1	0.3	1	0	0	0
72	72SSS2--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	0.5	1	1	-0.3	1	0	0	0
73	73SSS3--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	0.5	1	0.3	1	0.3	0	0	0
74	74SSS4--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	0.5	1	0.3	-1	0.3	0	0	0
75	75SSS5--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	-0.5	1	1	0.3	1	0	0	0
76	76SSS6--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	-0.5	1	1	-0.3	1	0	0	0
77	77SSS7--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	-0.5	1	0.3	1	0.3	0	0	0
78	78SSS8--	1	1	0.2	0	0	1	1	0	0.2	-0.5	1	0.3	-1	0.3	0	0	0
79	79SSS9S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0.5	1	1	0.3	1	0.2	0	0.2
80	80SSS10S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0.5	1	1	-0.3	1	0.2	0	0.2
81	81SSS11S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0.5	1	0.3	1	0.3	0.2	0	0.2
82	82SSS12S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0.5	1	0.3	-1	0.3	0.2	0	0.2
83	83SSS13S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	1	0.3	1	0.2	0	0.2
84	84SSS14S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	1	-0.3	1	0.2	0	0.2
85	85SSS15S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	0.3	1	0.3	0.2	0	0.2
86	86SSS16S	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	0.3	-1	0.3	0.2	0	0.2
87	87R4-11M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0
88	88R4-11T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0
89	89R4-12M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	0.6	1	0	0	0	0	0	0
90	90R4-12T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	0.6	1	0	0	0	0	0	0
91	91R4-13M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	0.6	1	0	0	0	0	0	0
92	92R4-13T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	0.6	1	0	0	0	0	0	0
93	93R4-14S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0.8	0	0
94	94R4-15S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8
95	95R4-16S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0.8	0	0.8
96	96R4-21M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	0	0
97	97R4-21T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	0	0
98	98R4-22M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.6	1	0	0	0	0	0	0
99	99R4-22T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.6	1	0	0	0	0	0	0
100	100R4-23M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	-0.6	1	0	0	0	0	0	0
101	101R4-23T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	-0.6	1	0	0	0	0	0	0
102	102R4-24S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0.8	0	0
103	103R4-25S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8
104	104R4-26S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0.8	0	0.8
105	105R1T11M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
106	106R1T11T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
107	107R1T12M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0
108	108R1T12T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0
109	109R1T13M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0
110	110R1T13T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0
111	111R1T14S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0	0
112	112R1T15S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8
113	113R1T16S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0	0.8
114	114R1T21M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0
115	115R1T21T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0
116	116R1T22M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0
117	117R1T22T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0
118	118R1T23M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0
119	119R1T23T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0
120	120R1T24S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0.8	0	0
121	121R1T25S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8
122	122R1T26S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0.8	0	0.8

SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	40 di 64

123	123R1-11M	1	1	1	0	0.5	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	124R1-11T	1	1	0	1	0.5	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	125R1-12M	1	1	1	0	0.5	1	1	1	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	126R1-12T	1	1	0	1	0.5	1	1	1	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	127R1-13M	1	1	1	0	0.5	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	128R1-13T	1	1	0	1	0.5	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	129R1-14S	1	1	0	0	0.5	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
130	130R1-15S	1	1	0	0	0.5	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
131	131R1-16S	1	1	0	0	0.5	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
132	132R1-21M	1	1	1	0	0.5	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	133R1-21T	1	1	0	1	0.5	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	134R1-22M	1	1	1	0	0.5	1	1	1	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	135R1-22T	1	1	0	1	0.5	1	1	1	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	136R1-23M	1	1	1	0	0.5	1	1	0	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	137R1-23T	1	1	0	1	0.5	1	1	0	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	138R1-24S	1	1	0	0	0.5	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
139	139R1-25S	1	1	0	0	0.5	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
140	140R1-26S	1	1	0	0	0.5	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
141	141R1T11M	1	1	0.8	0	0.4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	142R1T11T	1	1	0	0.8	0.4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	143R1T12M	1	1	0.8	0	0.4	1	1	0.8	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	144R1T12T	1	1	0	0.8	0.4	1	1	0.8	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	145R1T13M	1	1	0.8	0	0.4	1	1	0	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	146R1T13T	1	1	0	0.8	0.4	1	1	0	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
147	147R1T14S	1	1	0	0	0.4	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0
148	148R1T15S	1	1	0	0	0.4	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
149	149R1T16S	1	1	0	0	0.4	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0	0	0	0.8	0.8
150	150R1T21M	1	1	0.8	0	0.4	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	151R1T21T	1	1	0	0.8	0.4	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	152R1T22M	1	1	0.8	0	0.4	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153	153R1T22T	1	1	0	0.8	0.4	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	154R1T23M	1	1	0.8	0	0.4	1	1	0	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	155R1T23T	1	1	0	0.8	0.4	1	1	0	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	156R1T24S	1	1	0	0	0.4	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0
157	157R1T25S	1	1	0	0	0.4	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
158	158R1T26S	1	1	0	0	0.4	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0.8	0.8
159	159R3-11M	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	160R3-11T	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	161R3-12M	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	162R3-12T	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	163R3-13M	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	164R3-13T	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	165R3-14S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
166	166R3-15S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
167	167R3-16S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
168	168R3-21M	1	1	1	0	1	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	169R3-21T	1	1	0	1	1	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	170R3-22M	1	1	1	0	1	1	1	1	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	171R3-22T	1	1	0	1	1	1	1	1	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	172R3-23M	1	1	1	0	1	1	1	0	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	173R3-23T	1	1	0	1	1	1	1	0	1	-0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	174R3-24S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
175	175R3-25S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
176	176R3-26S	1	1	0	0	1	1	1	0	0	-0.6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
177	177R1T11M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	178R1T11T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	179R1T12M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	180R1T12T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	181R1T13M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182	182R1T13T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	183R1T14S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0
184	184R1T15S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
185	185R1T16S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0.8	0	0	0	0.8	0.8
186	186R1T21M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	187R1T21T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
188	188R1T22M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
189	189R1T22T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	190R1T23M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
191	191R1T23T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	192R1T24S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0
193	193R1T25S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
194	194R1T26S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0.8	0.8

195	195F1-11M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
196	196F1-11T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
197	197F1-12M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
198	198F1-12T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
199	199F1-13M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
200	200F1-13T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
201	201F1-14S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0	0
202	202F1-15S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8
203	203F1-16S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0.8	0.8
204	204F1-21M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
205	205F1-21T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
206	206F1-22M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
207	207F1-22T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
208	208F1-23M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
209	209F1-23T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
210	210F1-24S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0	0
211	211F1-25S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8
212	212F1-26S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0.8	0.8
213	213F3-11M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
214	214F3-11T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
215	215F3-12M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
216	216F3-12T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
217	217F3-13M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
218	218F3-13T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
219	219F3-14S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0	0
220	220F3-15S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8
221	221F3-16S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0.8	0.8
222	222F3-21M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
223	223F3-21T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
224	224F3-22M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
225	225F3-22T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
226	226F3-23M	1	1	0.8	0	0.8	1	1	0	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
227	227F3-23T	1	1	0	0.8	0.8	1	1	0	0.8	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
228	228F3-24S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0	0
229	229F3-25S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8
230	230F3-26S	1	1	0	0	0.8	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0.8	0	0.8	0.8
231	231QPT1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0.5	1	0	0	0	0	0	0	0
232	232QPT2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	0	0	0	0	0	0	0

dove:

- PERM** : carichi permanenti
- PERM-G2** : carichi permanenti non strutturali
- ACC-M71** : carichi da traffico concentrato LM71 (disposizione per massimizzare il momento)
- ACC-T71** : carichi da traffico concentrato LM71(disposizione per massimizzare il taglio)
- ACC-SW** : carichi da traffico concentrato SW/2
- AVV** : avviamento
- SPTSx** : spinta del terreno sulla parete sx
- SPTDx** : spinta del terreno sulla parete dx
- SPQSx71** : spinta del carico accidentale LM71 sulla parete sx
- SPQDx71** : spinta del carico accidentale LM71 sulla parete dx
- TERM** : termica
- RITIRO** : ritiro
- SISMAH** : azione sismica
- SISDX** : incremento sismico della spinta del terreno
- SPQSxSW** : spinta del carico accidentale SW/2 sulla parete sx
- SPQDxSW** : spinta del carico accidentale SW/2 sulla parete dx

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

10.4 Sollecitazioni

Nella successiva figura vengono rappresentate le sezioni dimensionate e verificate dello scatolare.

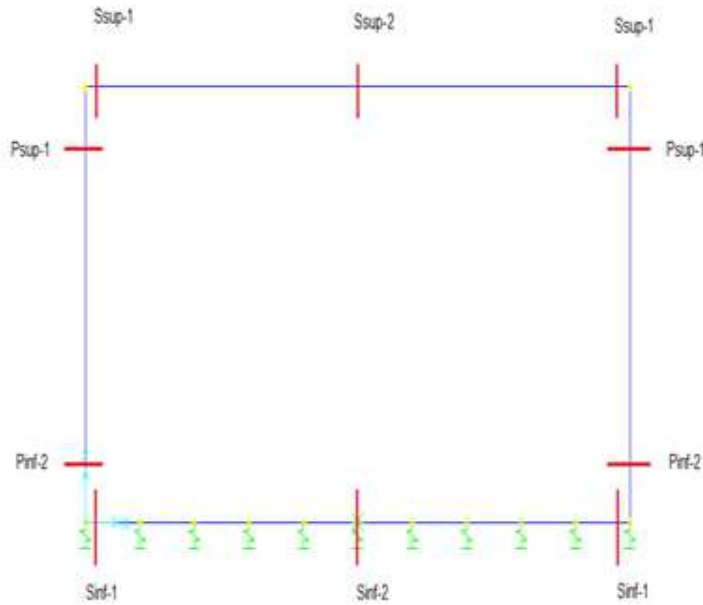


Figura 10.21 - Sezioni di verifica

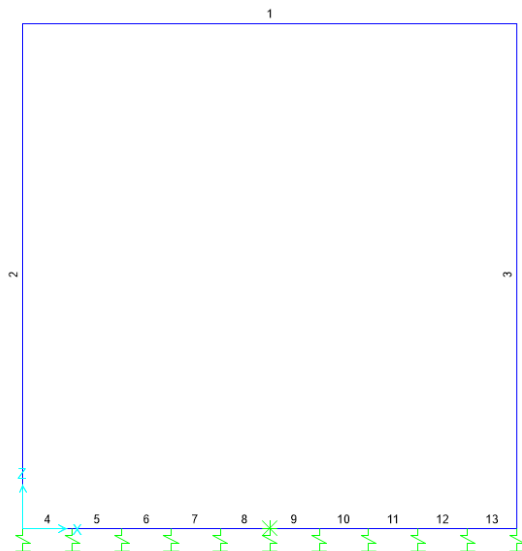


Figura 10.22 - Nomenclatura frame

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

Nelle successive immagini si riportano gli involuপি delle sollecitazioni ottenute dal modello di calcolo.

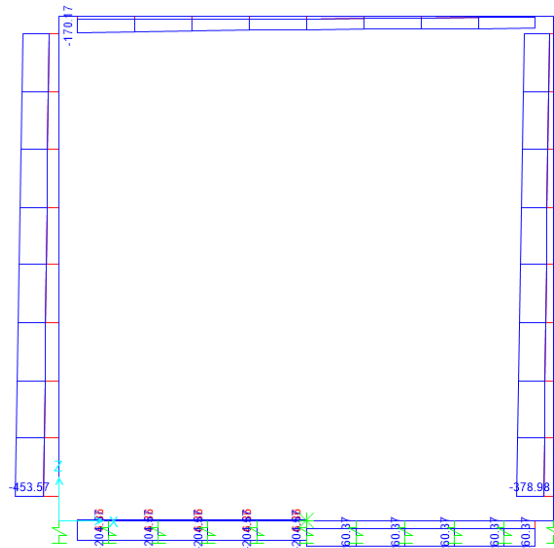


Figura 10.23 - Sforzo Normale – Involuppo SLU (KN)

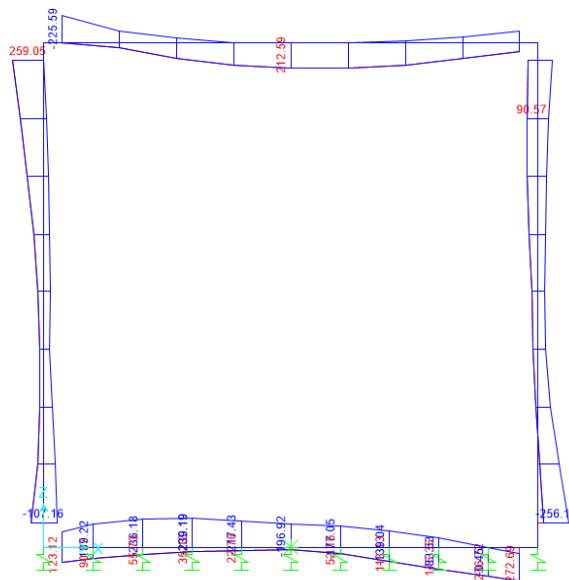


Figura 10.24 - Momento flettente – Involuppo SLU (KNm)

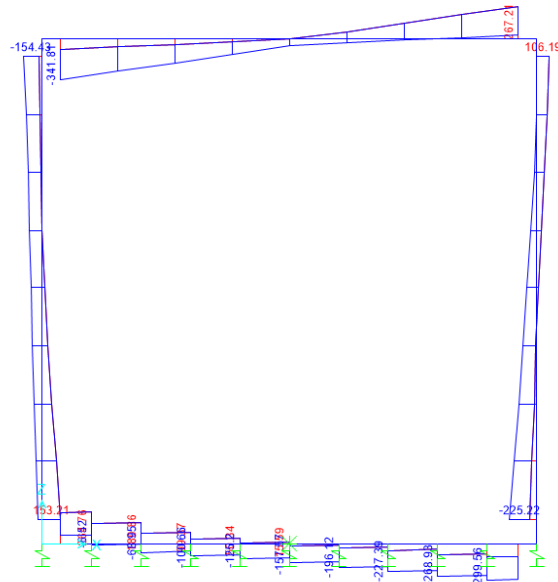


Figura 10.25 - Taglio – Involuppo SLU (kN)

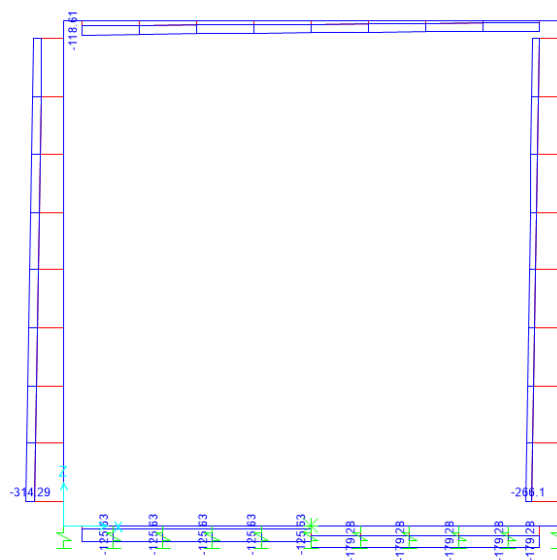


Figura 10.26 - Sforzo Normale – Involuppo SLE – Rara (kN)

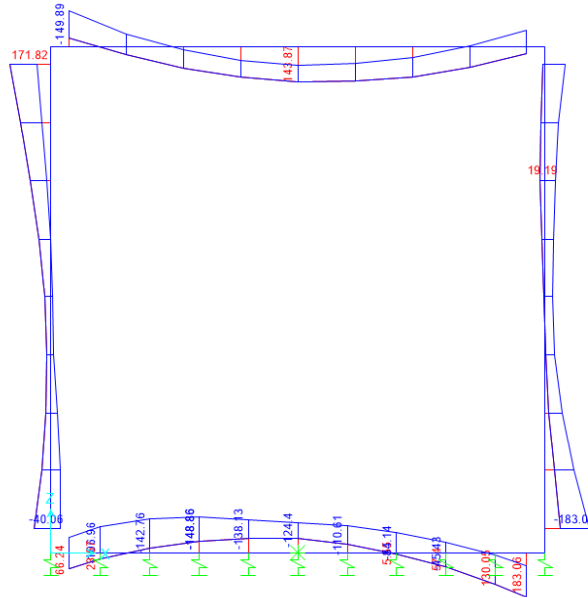


Figura 10.27 - Momento flettente – Inviluppo SLE – Rara (kNm)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL1200001	REV. A

10.5 Verifiche strutturali

10.5.1 Riepilogo armature

La tabella seguente mostra le armature di forza adottate nello scatolare con riferimento ad una striscia di 1m.

	Arm. tesa		Arm. comp.	
	1° strato	2° strato	1° strato	2° strato
Soletta superiore - Campata	5 Ø20	-	5 Ø20	-
Soletta superiore - Appoggio	5 Ø20	-	5 Ø20	-
Piedritto - Spiccato	5 Ø20	-	5 Ø20	-
Piedritto - Sommità	5 Ø20	-	5 Ø20	-
Soletta inferiore - Campata	5 Ø20	-	5 Ø20	-
Soletta inferiore - Appoggio	5 Ø20	-	5 Ø20	-

L'armatura a taglio, laddove prevista, è indicata nella corrispondente verifica.

10.5.2 Verifica soletta superiore

- Verifica a pressoflessione campata (Solsup-Camp)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540$ N/mm ²
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450$ N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391$ N/mm ²
Modulo elastico	$E_s = 205000$ N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00191$

Calcestruzzo	
Tipo	C32/40
R_{ck}	40 N/mm ²
f_{ck}	33.2 N/mm ²
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm ²
f_{cc}	18.8 N/mm ²

copriferro	50 mm
staffe	10 mm
armat. sec.	14 mm

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 60$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.4$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 51.6$ cm

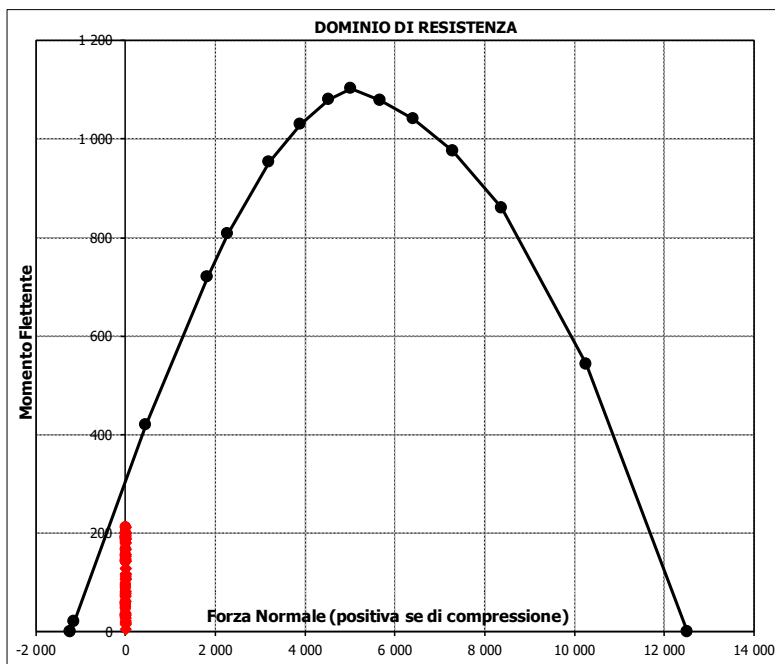
Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71 cm ²	
0	0	0.00 cm ²	
		15.71 cm²	

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71 cm ²	
0	0	0.00 cm ²	
		15.71 cm²	

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd [kN]	Msd [kNm]
(Mmax)	14S1-21M	0 213
(Mmin)	33S1T14-	0 5

Caratteristiche di sollecitazione					
Comb.	Nsd	Msd	Comb.	Nsd	Msd

01S1-11M	0	168	44S1T23M	0	192
02S1-11T	0	168	45S1T23T	0	192
03S1-12M	0	143	46S1T24-	0	79
04S1-12T	0	143	47S1T25-	0	90
05S1-13M	0	155	48S1T26S	0	189
06S1-13T	0	155	49S1T27S	0	181
07S1-14-	0	16	50S1T28S	0	185
08S1-15-	0	28	51S1T29S	0	93
09S1-16S	0	152	52S1T30S	0	97
10S1-17S	0	144	53S3-11M	0	168
11S1-18S	0	148	54S3-11T	0	168
12S1-19S	0	33	55S3-12M	0	143
13S1-20S	0	37	56S3-12T	0	143
14S1-21M	0	213	57S3-13M	0	155
15S1-21T	0	213	58S3-13T	0	155
16S1-22M	0	188	59S3-14S	0	152
17S1-22T	0	188	60S3-15S	0	144
18S1-23M	0	200	61S3-16S	0	148
19S1-23T	0	200	62S3-21M	0	213
20S1-24-	0	61	63S3-21T	0	213
21S1-25-	0	73	64S3-22M	0	192
22S1-26S	0	196	65S3-22T	0	192
23S1-27S	0	188	66S3-23M	0	202
24S1-28S	0	192	67S3-23T	0	202
25S1-29S	0	77	68S3-24S	0	196
26S1-30S	0	81	69S3-25S	0	189
27S1T11M	0	128	70S3-26S	0	193
28S1T11T	0	128	71SSS1--	0	35
29S1T12M	0	107	72SSS2--	0	31
30S1T12T	0	107	73SSS3--	0	49
31S1T13M	0	117	74SSS4--	0	34
32S1T13T	0	117	75SSS5--	0	60
33S1T14-	0	5	76SSS6--	0	56
34S1T15-	0	15	77SSS7--	0	74
35S1T16S	0	115	78SSS8--	0	59
36S1T17S	0	107	79SSS9S	0	34
37S1T18S	0	111	80SSS10S	0	30
38S1T19S	0	18	81SSS11S	0	48
39S1T20S	0	22	82SSS12S	0	33
40S1T21M	0	202	83SSS13S	0	59
41S1T21T	0	202	84SSS14S	0	55
42S1T22M	0	181	85SSS15S	0	72
43S1T22T	0	181	86SSS16S	0	58



• Verifica a pressoflessione appoggio (Solsup-App)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{ik} = 540$ N/mm ²
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450$ N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391$ N/mm ²
Modulo elastico	$E_s = 205000$ N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00191$

Calcestruzzo	
Tipo	C32/40
R_{ck}	40 N/mm ²
f_{ck}	33.2 N/mm ²
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm ²
f_{cc}	18.8 N/mm ²

copriferro	50	mm
staffe	10	mm
armat. sec.	14	mm

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 60$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.4$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 51.6$ cm

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71	cm ²
0	0	0.00	cm ²
		15.71	cm²

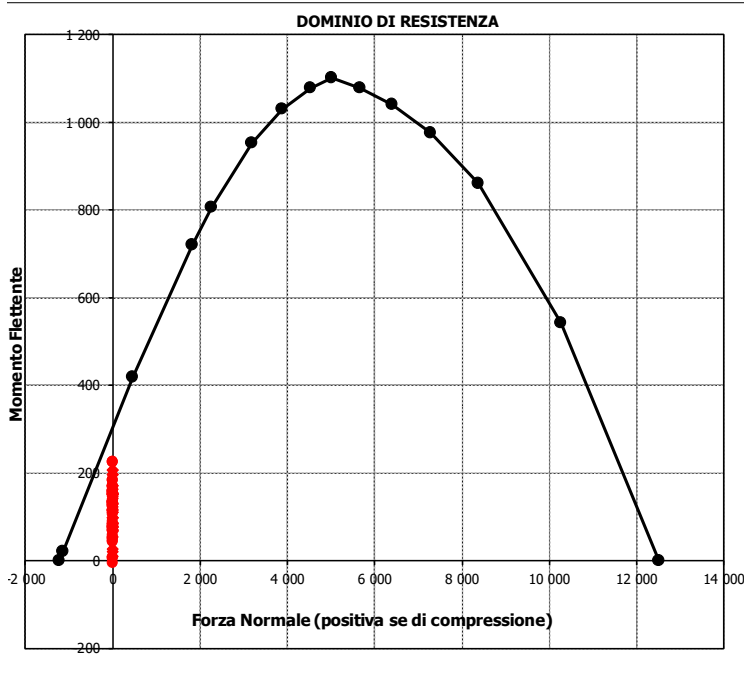
Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71	cm ²
0	0	0.00	cm ²
		15.71	cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd [kN]	Msd [kNm]	

(Mmax)	57S3-13M	0	226
(Mmin)	51S1T29S	0	-5

Caratteristiche di sollecitazione					
Comb.	Nsd	Msd	Comb.	Nsd	Msd

01S1-11M	0	130	44S1T23M	0	133
02S1-11T	0	130	45S1T23T	0	133
03S1-12M	0	154	46S1T24-	0	8
04S1-12T	0	154	47S1T25-	0	43
05S1-13M	0	197	48S1T26S	0	71
06S1-13T	0	197	49S1T27S	0	79
07S1-14-	0	72	50S1T28S	0	89
08S1-15-	0	114	51S1T29S	0	-5
09S1-16S	0	123	52S1T30S	0	5
10S1-17S	0	131	53S3-11M	0	159
11S1-18S	0	142	54S3-11T	0	159
12S1-19S	0	55	55S3-12M	0	184
13S1-20S	0	66	56S3-12T	0	184
14S1-21M	0	85	57S3-13M	0	226
15S1-21T	0	85	58S3-13T	0	226
16S1-22M	0	110	59S3-14S	0	152
17S1-22T	0	110	60S3-15S	0	160
18S1-23M	0	152	61S3-16S	0	171
19S1-23T	0	152	62S3-21M	0	114
20S1-24-	0	27	63S3-21T	0	114
21S1-25-	0	69	64S3-22M	0	135
22S1-26S	0	78	65S3-22T	0	135
23S1-27S	0	86	66S3-23M	0	170
24S1-28S	0	97	67S3-23T	0	170
25S1-29S	0	10	68S3-24S	0	107
26S1-30S	0	21	69S3-25S	0	115
27S1T11M	0	151	70S3-26S	0	125
28S1T11T	0	151	71SSS1--	0	159
29S1T12M	0	172	72SSS2--	0	157
30S1T12T	0	172	73SSS3--	0	84
31S1T13M	0	207	74SSS4--	0	77
32S1T13T	0	207	75SSS5--	0	134
33S1T14-	0	83	76SSS6--	0	132
34S1T15-	0	118	77SSS7--	0	59
35S1T16S	0	146	78SSS8--	0	53
36S1T17S	0	153	79SSS9S	0	152
37S1T18S	0	163	80SSS10S	0	150
38S1T19S	0	69	81SSS11S	0	76
39S1T20S	0	79	82SSS12S	0	70
40S1T21M	0	77	83SSS13S	0	127
41S1T21T	0	77	84SSS14S	0	125
42S1T22M	0	98	85SSS15S	0	51
43S1T22T	0	98	86SSS16S	0	45



- Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta nel seguente modo:

1. Verifica della sezione senza armatura al taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd1}$ la verifica è soddisfatta;
2. Altrimenti si verifica la sezione con armatura a taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd2}$ la verifica è soddisfatta.

Calcestruzzo

Tipo	C32/40	
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
α_{cc}	0.85	
f_{cd}	18.8	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540	N/mm ²
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_s	1.15	
f_{yd}	391	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	342
N_{Ed}	kN	0

Soletta sup

Armatura a taglio

Diametro	mm	10
Numero barre		2.5
A_{sw}	cm ²	1.96
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		5
\varnothing_1	mm	20
n_2		-
\varnothing_2	mm	-
A_{sl}	cm ²	15.71

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	60
c	cm	8.4
d	cm	51.6
k	N/mm ²	1.62
v_{min}	N/mm ²	0.42
ρ		0.0030
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	217
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

$\cot\alpha$		0.5
v		0.5
ω_{sw}		0.02
$\cot\theta$		2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8
V_{RSd}	kN	446
V_{RCd}	kN	1506
V_{Rd}	kN	446
V_{Rd}	kN	VERIFICATO

- Verifica a fessurazione campata (Solsup-Camp)

Sollecitazioni

Momento flettente	M	144	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.2	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	18.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.5	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.4	N/mm ²
Tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450.00	N/mm ²
Modulo elastico dell'acciaio	E_s	205000.00	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	337.5	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{s1} =$ 8.4 cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} =$ 9.4 cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} =$ 9.4 cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{t1} =$ 8.4 cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.3	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	195.3	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	12.8	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6440	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2019861.22	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	429173.307	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	163	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

- Verifica a fessurazione appoggio (Solsup-App)

Sollecitazioni

Momento flettente	M	150	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.2	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	18.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.5	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.4	N/mm ²
Tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450.00	N/mm ²
Modulo elastico dell'acciaio	E_s	205000.00	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	337.5	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{s1} = \mathbf{8.4}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{t1} = \mathbf{8.4}$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.5	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	203.5	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	12.8	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6440	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2019861.22	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	429173.307	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	163	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

10.5.3 Verifica piedritti

- Verifica a pressoflessione spiccato (Pied-Spicc)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540$ N/mm ²
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450$ N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391$ N/mm ²
Modulo elastico	$E_s = 205000$ N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00191$

Calcestruzzo	
Tipo	C32/40
R_{ck}	40 N/mm ²
f_{ck}	33.2 N/mm ²
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm ²
f_{cc}	18.8 N/mm ²

copriferro	50	mm
staffe	10	mm
armat. sec.	14	mm

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 60$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.4$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 51.6$ cm

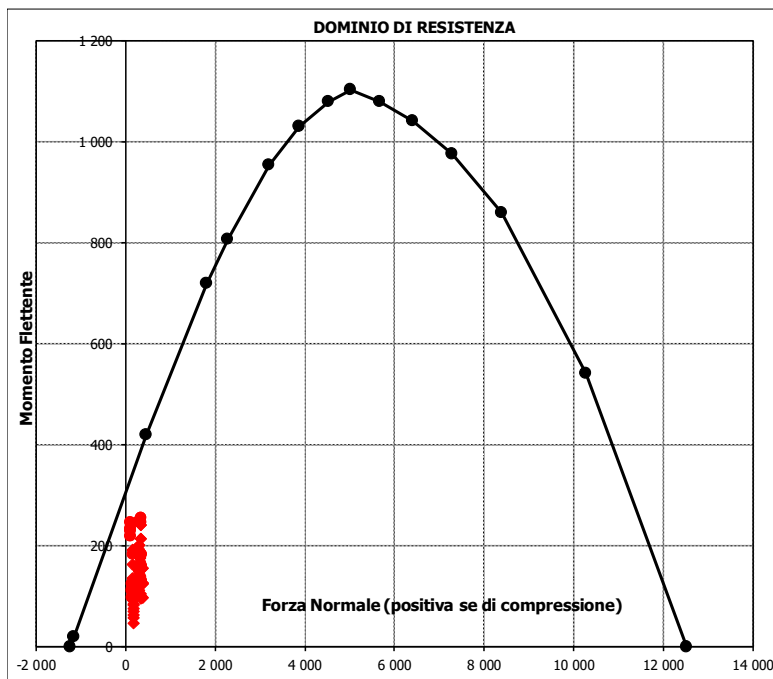
Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71	cm ²
0	0	0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.71	cm²

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71	cm ²
0	0	0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		15.71	cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd [kN]	Msd [kNm]	
(Nmax)	01S1-11M	379	97
(Nmin)	80SSS10S	104	219
(Mmax)	66S3-23M	340	256
(Mmin)	38S1T19S	189	47

Caratteristiche di sollecitazione

Comb.	Nsd	Msd	Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	379	97	44S1T23M	305	249
02S1-11T	379	97	45S1T23T	305	249
03S1-12M	379	127	46S1T24-	189	110
04S1-12T	379	127	47S1T25-	165	182
05S1-13M	350	213	48S1T26S	308	150
06S1-13T	350	213	49S1T27S	308	159
07S1-14-	189	76	50S1T28S	300	183
08S1-15-	160	163	51S1T29S	189	94
09S1-16S	353	95	52S1T30S	181	118
10S1-17S	353	105	53S1-11M	364	130
11S1-18S	345	131	54S3-11T	364	130
12S1-19S	189	57	55S3-12M	364	160
13S1-20S	181	82	56S3-12T	364	160
14S1-21M	379	126	57S3-13M	335	246
15S1-21T	379	126	58S3-13T	335	246
16S1-22M	379	155	59S3-14S	338	128
17S1-22T	379	155	60S3-15S	338	138
18S1-23M	350	242	61S3-16S	330	164
19S1-23T	350	242	62S3-21M	364	159
20S1-24-	189	105	63S3-21T	364	159
21S1-25-	160	191	64S3-22M	364	184
22S1-26S	353	123	65S3-22T	364	184
23S1-27S	353	133	66S3-23M	340	256
24S1-28S	345	159	67S3-23T	340	256
25S1-29S	189	85	68S3-24S	338	156
26S1-30S	181	111	69S3-25S	338	166
27S1T11M	329	104	70S3-26S	330	189
28S1T11T	329	104	71SSS1--	111	231
29S1T12M	329	129	72SSS2--	104	230
30S1T12T	329	129	73SSS3--	156	112
31S1T13M	305	202	74SSS4--	133	110
32S1T13T	305	202	75SSS5--	111	247
33S1T14-	189	62	76SSS6--	104	246
34S1T15-	165	135	77SSS7--	156	127
35S1T16S	308	102	78SSS8--	133	125
36S1T17S	308	112	79SSS9S	111	220
37S1T18S	300	135	80SSS10S	104	219
38S1T19S	189	47	81SSS11S	155	100
39S1T20S	181	70	82SSS12S	132	98
40S1T21M	329	151	83SSS13S	111	235
41S1T21T	329	151	84SSS14S	104	235
42S1T22M	329	176	85SSS15S	155	116
43S1T22T	329	176	86SSS16S	132	114



• Verifica a pressoflessione sommità (Pied-Sommità)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 205000 \text{ N/mm}^2$
	$\epsilon_{yd} = 0.00191$

Calcestruzzo	
Tipo	C32/40
R _{ck}	40 N/mm ²
f _{ck}	33.2 N/mm ²
γ _c	1.5
f _{cd}	22.1 N/mm ²
f _{cc}	18.8 N/mm ²

copriferro	50 mm
staffe	10 mm
armat. sec.	14 mm

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione h	= 60 cm
Base della sezione b	= 100 cm
Copriferro d'	= 8.4 cm
Altezza utile della sezione d	= 51.6 cm

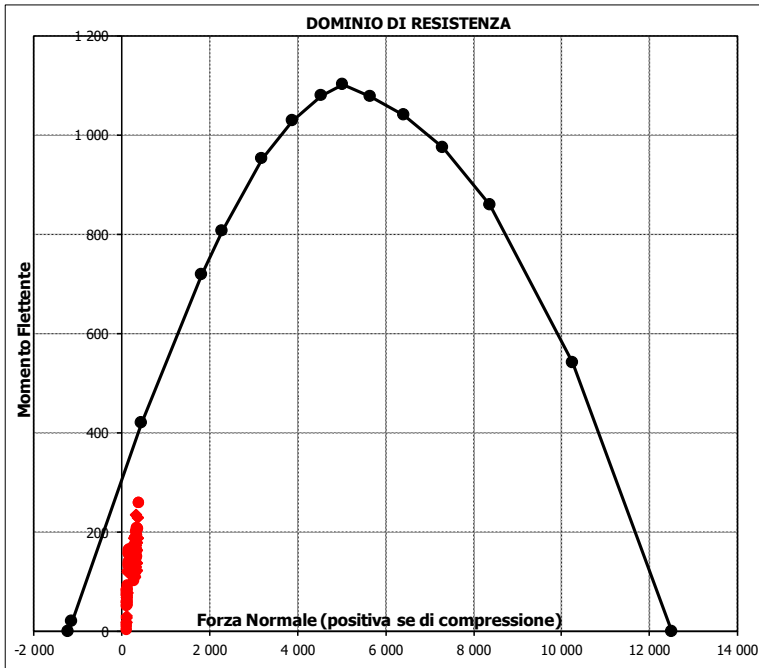
Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71 cm ²	
0	0	0.00 cm ²	
		15.71 cm²	

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71 cm ²	
0	0	0.00 cm ²	
		15.71 cm²	

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd [kN]	Msd [kNm]	
(Nmax)	57S3-13M	376	-259
(Nmin)	82SSS12S	106	-76
(Mmax)	57S3-13M	376	259
(Mmin)	51S1T29S	111	4

Caratteristiche di sollecitazione

Comb.	Nsd	Msd	Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	332	165	44S1T23M	324	165
02S1-11T	332	165	45S1T23T	324	165
03S1-12M	332	180	46S1T24-	111	11
04S1-12T	332	180	47S1T25-	135	53
05S1-13M	360	230	48S1T26S	279	102
06S1-13T	360	230	49S1T27S	279	107
07S1-14-	111	70	50S1T28S	286	119
08S1-15-	140	120	51S1T29S	111	4
09S1-16S	305	154	52S1T30S	118	16
10S1-17S	305	160	53S3-11M	347	194
11S1-18S	313	173	54S3-11T	347	194
12S1-19S	111	60	55S3-12M	347	209
13S1-20S	119	74	56S3-12T	347	209
14S1-21M	332	123	57S3-13M	376	259
15S1-21T	332	123	58S3-13T	376	259
16S1-22M	332	138	59S3-14S	321	183
17S1-22T	332	138	60S3-15S	321	189
18S1-23M	360	188	61S3-16S	329	202
19S1-23T	360	188	62S3-21M	347	152
20S1-24-	111	28	63S3-21T	347	152
21S1-25-	140	78	64S3-22M	347	164
22S1-26S	305	112	65S3-22T	347	164
23S1-27S	305	118	66S3-23M	371	206
24S1-28S	313	131	67S3-23T	371	206
25S1-29S	111	18	68S3-24S	321	141
26S1-30S	119	32	69S3-25S	321	146
27S1T11M	300	180	70S3-26S	328	159
28S1T11T	300	180	71SSS1--	164	166
29S1T12M	300	192	72SSS2--	157	164
30S1T12T	300	192	73SSS3--	136	93
31S1T13M	324	234	74SSS4--	113	83
32S1T13T	324	234	75SSS5--	164	143
33S1T14-	111	81	76SSS6--	157	140
34S1T15-	135	123	77SSS7--	136	69
35S1T16S	279	172	78SSS8--	113	60
36S1T17S	279	176	79SSS9S	158	159
37S1T18S	286	189	80SSS10S	151	156
38S1T19S	111	74	81SSS11S	130	85
39S1T20S	118	86	82SSS12S	106	76
40S1T21M	300	110	83SSS13S	158	135
41S1T21T	300	110	84SSS14S	151	133
42S1T22M	300	123	85SSS15S	130	62
43S1T22T	300	123	86SSS16S	106	52



- Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta nel seguente modo:

1. Verifica della sezione senza armatura al taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd1}$ la verifica è soddisfatta;
2. Altrimenti si verifica la sezione con armatura a taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd2}$ la verifica è soddisfatta.

Calcestruzzo

Tipo	C32/40	
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
α_{cc}	0.85	
f_{cd}	18.8	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540	N/mm ²
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_s	1.15	
f_{yd}	391	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	225
N_{Ed}	kN	0

Piedritto

Armatura a taglio

Diametro	mm	10
Numero barre		2.5
A_{sw}	cm ²	1.96
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		5
\varnothing_1	mm	20
n_2		-
\varnothing_2	mm	-
Asl	cm ²	15.71

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	60
c	cm	8.4
d	cm	51.6
k	N/mm ²	1.62
v_{min}	N/mm ²	0.42
ρ		0.0030
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	217
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

$\cot\alpha$		0.5
v		0.5
ω_{sw}		0.02
$\cot\theta$		2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8
V_{RSd}	kN	446
V_{RCd}	kN	1506
V_{Rd}	kN	446
V_{Rd}	kN	VERIFICATO

- Verifica a fessurazione spiccato (Pied-Spicc)

Sollecitazioni

Momento flettente	M	183	kN m
Sforzo normale	N	311	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.2	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	18.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.5	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.4	N/mm ²
Tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450.00	N/mm ²
Modulo elastico dell'acciaio	E_s	205000.00	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	337.5	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{s1} = \mathbf{8.4}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{t1} = \mathbf{8.4}$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	5.4	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	153.4	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	58.9	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	28.9	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	17.9	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6440	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2019861.22	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	479431.574	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	196	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

- Verifica a fessurazione sommità (Pied-Sommità)

Sollecitazioni

Momento flettente	M	172	kN m
Sforzo normale	N	385	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.2	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	18.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.5	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.4	N/mm ²
Tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450.00	N/mm ²
Modulo elastico dell'acciaio	E_s	205000.00	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	337.5	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{s1} = \mathbf{8.4}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{t1} = \mathbf{8.4}$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	5.0	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	117.9	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	44.6	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	14.6	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	20.1	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	6440	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2019861.22	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	535796.4948	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	203	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

10.5.4 Verifica soletta inferiore

- Verifica a pressoflessione campata (Solinf-Camp)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540$ N/mm ²
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450$ N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391$ N/mm ²
Modulo elastico	$E_s = 205000$ N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00191$

Calcestruzzo	
Tipo	C32/40
R_{ck}	40 N/mm ²
f_{ck}	33.2 N/mm ²
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm ²
f_{ctc}	18.8 N/mm ²

copriferro	50	mm
staffe	10	mm
armat. sec.	14	mm

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 80$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.4$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 71.6$ cm

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71	cm ²
0	0	0.00	cm ²
			15.71 cm²

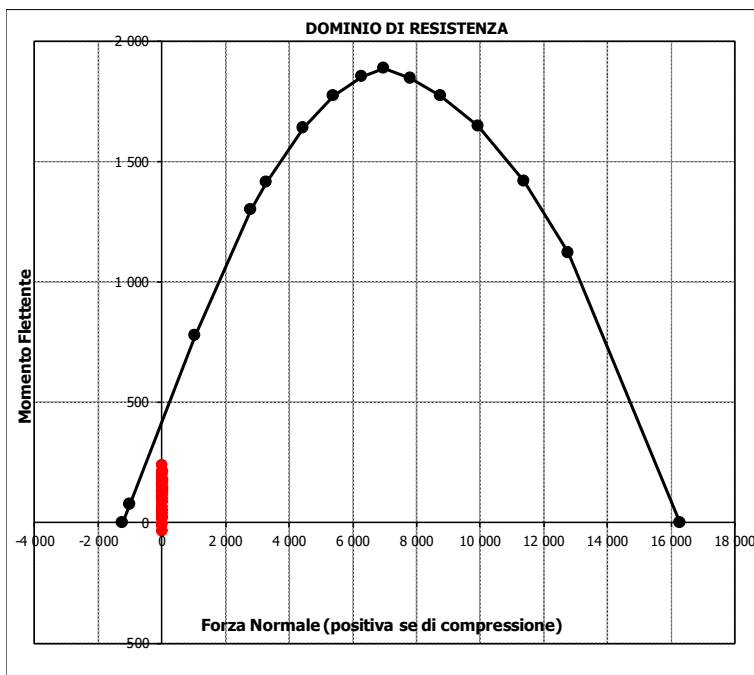
Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71	cm ²
0	0	0.00	cm ²
			15.71 cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd [kN]	Msd [kNm]	

(Mmax)	57S3-13M	0	239
(Mmin)	46S1T24-	0	-35

Caratteristiche di sollecitazione					
Comb.	Nsd	Msd	Comb.	Nsd	Msd

01S1-11M	0	180	44S1T23M	0	159
02S1-11T	0	180	45S1T23T	0	159
03S1-12M	0	134	46S1T24-	0	-35
04S1-12T	0	134	47S1T25-	0	37
05S1-13M	0	219	48S1T26S	0	115
06S1-13T	0	219	49S1T27S	0	100
07S1-14-	0	1	50S1T28S	0	125
08S1-15-	0	86	51S1T29S	0	-11
09S1-16S	0	165	52S1T30S	0	14
10S1-17S	0	149	53S3-11M	0	200
11S1-18S	0	176	54S3-11T	0	200
12S1-19S	0	31	55S3-12M	0	154
13S1-20S	0	57	56S3-12T	0	154
14S1-21M	0	148	57S3-13M	0	239
15S1-21T	0	148	58S3-13T	0	239
16S1-22M	0	102	59S3-14S	0	186
17S1-22T	0	102	60S3-15S	0	170
18S1-23M	0	187	61S3-16S	0	196
19S1-23T	0	187	62S3-21M	0	168
20S1-24-	0	-31	63S3-21T	0	168
21S1-25-	0	54	64S3-22M	0	129
22S1-26S	0	133	65S3-22T	0	129
23S1-27S	0	117	66S3-23M	0	201
24S1-28S	0	144	67S3-23T	0	201
25S1-29S	0	-1	68S3-24S	0	154
26S1-30S	0	25	69S3-25S	0	138
27S1T11M	0	180	70S3-26S	0	164
28S1T11T	0	180	71SSS1--	0	116
29S1T12M	0	141	72SSS2--	0	112
30S1T12T	0	141	73SSS3--	0	68
31S1T13M	0	213	74SSS4--	0	55
32S1T13T	0	213	75SSS5--	0	98
33S1T14-	0	18	76SSS6--	0	94
34S1T15-	0	90	77SSS7--	0	50
35S1T16S	0	169	78SSS8--	0	37
36S1T17S	0	153	79SSS9S	0	110
37S1T18S	0	178	80SSS10S	0	106
38S1T19S	0	42	81SSS11S	0	62
39S1T20S	0	67	82SSS12S	0	49
40S1T21M	0	127	83SSS13S	0	92
41S1T21T	0	127	84SSS14S	0	88
42S1T22M	0	88	85SSS15S	0	44
43S1T22T	0	88	86SSS16S	0	31



• Verifica a pressoflessione appoggio (Solinf-App)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Tensione car. di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 205000 \text{ N/mm}^2$
	$\epsilon_{yd} = 0.00191$

Calcestruzzo	
Tipo	C32/40
R_{ck}	40 N/mm^2
f_{ck}	33.2 N/mm^2
γ_c	1.5
f_{cd}	22.1 N/mm^2
f_{cc}	18.8 N/mm^2

copriferro	50 mm
staffe	10 mm
armat. sec.	14 mm

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 80 \text{ cm}$
Base della sezione	$b = 100 \text{ cm}$
Copriferro	$d' = 8.4 \text{ cm}$
Altezza utile della sezione	$d = 71.6 \text{ cm}$

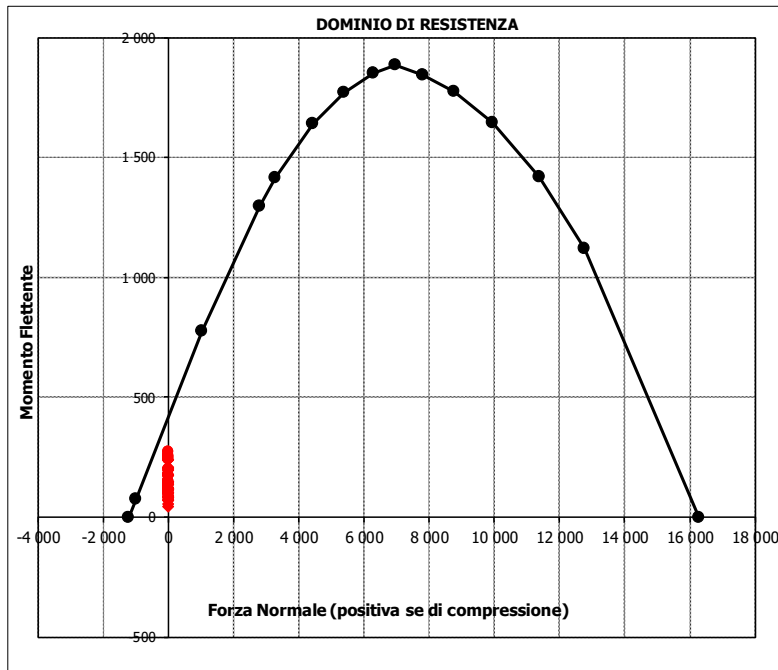
Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71 cm^2	
0	0	0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		15.71 cm^2	

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	20	15.71 cm^2	
0	0	0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		15.71 cm^2	

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd [kN]	Msd [kNm]	
(Mmax)	76SSS6--	0	273
(Mmin)	38S1T19S	0	46

Caratteristiche di sollecitazione

Comb.	Nsd	Msd	Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	0	70	44S1T23M	0	251
02S1-11T	0	70	45S1T23T	0	251
03S1-12M	0	116	46S1T24-	0	123
04S1-12T	0	116	47S1T25-	0	199
05S1-13M	0	207	48S1T26S	0	136
06S1-13T	0	207	49S1T27S	0	151
07S1-14-	0	87	50S1T28S	0	176
08S1-15-	0	179	51S1T29S	0	99
09S1-16S	0	71	52S1T30S	0	124
10S1-17S	0	87	53S3-11M	0	105
11S1-18S	0	113	54S3-11T	0	105
12S1-19S	0	57	55S3-12M	0	151
13S1-20S	0	84	56S3-12T	0	151
14S1-21M	0	102	57S3-13M	0	243
15S1-21T	0	102	58S3-13T	0	243
16S1-22M	0	148	59S3-14S	0	106
17S1-22T	0	148	60S3-15S	0	122
18S1-23M	0	239	61S3-16S	0	149
19S1-23T	0	239	62S3-21M	0	137
20S1-24-	0	119	63S3-21T	0	137
21S1-25-	0	211	64S3-22M	0	176
22S1-26S	0	103	65S3-22T	0	176
23S1-27S	0	119	66S3-23M	0	253
24S1-28S	0	145	67S3-23T	0	253
25S1-29S	0	89	68S3-24S	0	138
26S1-30S	0	116	69S3-25S	0	153
27S1T11M	0	82	70S3-26S	0	178
28S1T11T	0	82	71SSS1--	0	255
29S1T12M	0	121	72SSS2--	0	255
30S1T12T	0	121	73SSS3--	0	117
31S1T13M	0	197	74SSS4--	0	117
32S1T13T	0	197	75SSS5--	0	272
33S1T14-	0	70	76SSS6--	0	273
34S1T15-	0	146	77SSS7--	0	134
35S1T16S	0	82	78SSS8--	0	135
36S1T17S	0	98	79SSS9S	0	242
37S1T18S	0	122	80SSS10S	0	242
38S1T19S	0	46	81SSS11S	0	104
39S1T20S	0	70	82SSS12S	0	105
40S1T21M	0	135	83SSS13S	0	260
41S1T21T	0	135	84SSS14S	0	260
42S1T22M	0	174	85SSS15S	0	122
43S1T22T	0	174	86SSS16S	0	122



- Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta nel seguente modo:

1. Verifica della sezione senza armatura al taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd1}$ la verifica è soddisfatta;
2. Altrimenti si verifica la sezione con armatura a taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd2}$ la verifica è soddisfatta.

Calcestruzzo

Tipo	C32/40	
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
α_{cc}	0.85	
f_{cd}	18.8	N/mm ²

Acciaio

f_{tk}	540	N/mm ²
f_{yk}	450	N/mm ²
γ_s	1.15	
f_{yd}	391	N/mm ²

Sollecitazioni

V_{Ed}	kN	299
N_{Ed}	kN	0

Soletta inf

Armatura a taglio

Diametro	mm	10
Numero barre		2.5
A_{sw}	cm ²	1.96
Passo s	cm	40
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		5
\varnothing_1	mm	20
n_2		-
\varnothing_2	mm	-
Asl	cm ²	15.71

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	80
c	cm	8.4
d	cm	71.6
k	N/mm ²	1.53
v_{min}	N/mm ²	0.38
ρ		0.0022
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	273
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

$\cot\alpha$		0.5
v		0.5
ω_{sw}		0.01
$\cot\theta$		2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8
V_{RSd}	kN	309
V_{RCd}	kN	2090
V_{Rd}	kN	309
V_{Rd}	kN	VERIFICATO

SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	60 di 64

- Verifica a fessurazione campata (Solinf-Camp)

Sollecitazioni

Momento flettente	M	148	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.2	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	18.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.5	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.4	N/mm ²
Tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450.00	N/mm ²
Modulo elastico dell'acciaio	E_s	205000.00	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	337.5	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	80	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{s1} = \mathbf{8.4}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} = \mathbf{9.4}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{t1} = \mathbf{8.4}$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	2.6	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	142.5	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	15.3	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	8440	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	4737226.981	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	877442.2475	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	287	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

- Verifica a fessurazione appoggio (Solinf-App)

Sollecitazioni

Momento flettente	M	183	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.2	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{amm}	18.3	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	3.5	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.4	N/mm ²
Tensione di snervamento acciaio	f_{yk}	450.00	N/mm ²
Modulo elastico dell'acciaio	E_s	205000.00	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{amm}	337.5	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	80	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{s1} = 8.4$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = 9.4$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} = 9.4$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	15.71	cm ²	5 Ø 20	$c_{t1} = 8.4$ cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	3.2	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	176.3	N/mm ²	< σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	15.3	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	8440	cm ²	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	4737226.981	cm ⁴	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	877442.2475	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	287	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA												
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 26 CL</td> <td>SL1200001</td> <td>A</td> <td>62 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	62 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	62 di 64								

11. INCIDENZA SCATOLARE

I valori delle incidenze di armatura lenta sono indicati nella seguente tabella:

Soletta superiore	100 kg/mc
Soletta inferiore	90 kg/mc
Piedritti	100 kg/mc

Come previsto dall' Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale.

Pertanto nel calcolo è stata considerata un' armatura longitudinale diffusa $\phi 20/20$ ed un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature e spille.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA												
SL12 - Nuovo Sottovia e Viabilità al Km 85+690.56 Relazione di calcolo scatolare	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 26 CL</td> <td>SL1200001</td> <td>A</td> <td>63 di 64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	63 di 64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IV01	00	D 26 CL	SL1200001	A	63 di 64								

12. DICHIARAZIONI SECONDO D.M. 17/01/2018 (P.TO 10.2)

12.1 Tipo di analisi svolte

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. L'analisi strutturale è condotta con l'analisi statica, utilizzando il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato limite indotto dai carichi statici. L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, schematizzando la struttura in elementi lineari e nodi. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento in corrispondenza di ogni nodo (2 spostamenti e 1 rotazioni).

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

12.2 Origine e caratteristiche dei Codici di Calcolo

Titolo: SAP2000 Ultimate
 Versione: 21.0.2
 Produttore: CSI Computers and Structures, Inc.

12.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a valutazione che ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.