

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

OPERE PRINCIPALI – SOTTOVIA E SOTTOPASSI

SL08C - Sottovia Intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Zona Svincolo Albenga
Relazione di calcolo vasca

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 2 6 C L S L 0 8 C 0 0 0 3 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: IV0100D26CLSL08C0003A.docx

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL08C0003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 1 di 76</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 (carico stradale)	10
6.4 Azione di frenamento (Q_3).....	11
6.5 Azione del sisma.....	11
6.6 Ritiro del calcestruzzo	13
6.7 Variazione termica.....	14
6.8 Spinta statica del terreno.....	14
6.9 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	15
6.10 Incremento di Spinta in condizione sismiche	15
7. COMBINAZIONE DEI CARICHI.....	16
8. VERIFICHE STRUTTURALI	18
8.1 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione.....	18
8.2 Verifica agli stati limite ultimi a taglio.....	18
8.3 Verifica agli stati limite d'esercizio.....	20

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL08C0003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 2 di 76</p>

9. VERIFICHE GEOTECNICHE	21
10. ANALISI STRUTTURALE	22
10.1 Modellazione strutturale	22
10.2 Analisi dei carichi	25
10.3 Combinazioni	41
10.4 Sollecitazioni	43
10.5 Verifiche strutturali	51
10.5.1 Riepilogo armature	51
10.5.2 Verifica soletta superiore	52
10.5.3 Verifica piedritti	57
10.5.4 Verifica soletta inferiore	64
10.5.5 Verifica soletta intermedia	69
11. INCIDENZA VASCA DI SOLLEVAMENTO	74
12. DICHIARAZIONI SECONDO D.M. 17/01/2018 (P.TO 10.2)	75
12.1 Tipo di analisi svolte	75
12.2 Origine e caratteristiche dei Codici di Calcolo	75
12.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	75

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL08C0003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 3 di 76</p>

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 SL08C al km 84+766, in località Albenga.

L'ubicazione dell'opera lungo la tratta in questione è indicata in Figura 1.1.

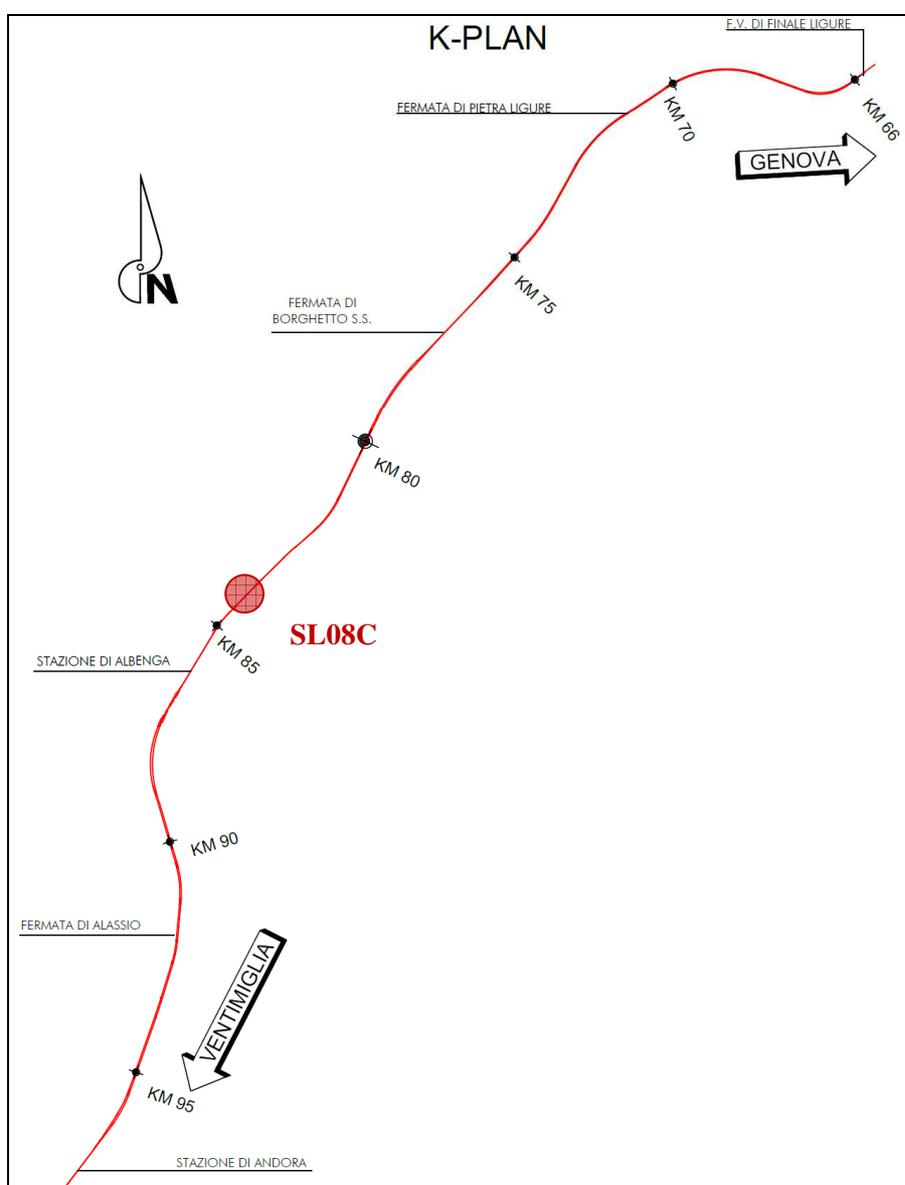


Figura 1.1: Raddoppio tratta Finale L. - Andora. Inquadramento dell'opera

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

2. DESCRIZIONE

La presente relazione ha per oggetto la verifica della sezione trasversale della vasca di sollevamento SL08C del sottopasso stradale, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Ricoprimento			
Spessore pacchetto stradale	Hp		0.10 m
Spessore del rinterro	Hr		0.11 m
Geometria			
Spessore soletta superiore	Ss		1.10 m
Spessore soletta di fondazione	Sf		1.00 m
Spessore soletta intermedia	Sint		1.10 m
Spessore piedritti	Sp		1.10 m
Spessore piedritto interno	Spint		0.60 m
Spessore piedritto intermedio	Spinterm		0.90 m
Altezza netta	Hint		9.10 m
Larghezza netta	Lint		11.00 m
Lunghezza risvolti sol. inf.	Lr		0.00 m
Lunghezza dello scatolare	L		9.23 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					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 5 di 76

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					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	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_{ctfm}	[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					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	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	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
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 riportata nel prospetto seguente:

Classe di esposizione: XC4

Copriferro di progetto: 50 mm

Condizioni ambientali: Aggressive

Il valore limite di apertura delle fessure calcolato secondo le combinazioni agli SLE (frequente e quasi permanente) è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

$w_1 = 0.2 \text{ mm}$

$w_2 = 0.3 \text{ mm}$

$w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	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	γ	ϕ	c'	c_u	E	V_s	v
-	kN/mc	°	kPa	kPa	MPa	m/s	-
1	19	28	0	-	10	-	0.3
2	20	34	0	-	30	210	0.25
3	20	25	5	50	5	400	0.3

Unità	Descrizione	γ	ϕ	c'	c_u	E	V_s	v
-	-	kN/mc	°	kPa	kPa	MPa	m/s	-
2	Limo con sabbia fine moderatamente consistente	20	34	0	-	40	210	0.25
3	Sabbia con limo ghiaiosa addensata e ghiaia con sabbia limosa	20	25	5	50	5	400	0.3
CMV-c	Limo argilloso debolmente sabbioso da consistente a duro	20.5	25	10	100	14	800	0.25
CMV	Conglomerato con clasti poligenici ed eterometrici i matrice limo-	20	35	0	-	50	800	0.3

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

$$\phi' = 35^\circ \text{ (angolo di attrito)}$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3 \text{ (peso specifico)}$$

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					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 10 di 76

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
Pacchetto stradale:	γ_{pac}	= 24.00 kN/m ³

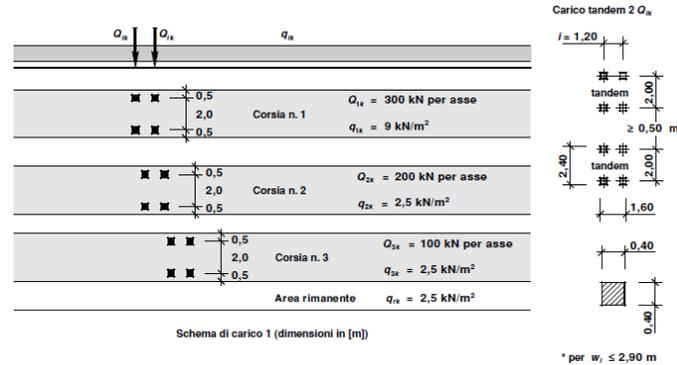
6.2 Permanenti non strutturali

Sono stati considerati i seguenti carichi permanenti sulla soletta superiore:

- Strato di usura;
- Binder;
- Strato di base;
- Strato di fondazione di inerti stabilizzati all'acqua e compattati.

6.3 Carichi mobili (carico stradale)

Utilizzato sia per le verifiche globali che per quelle locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Esso è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem (applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m) e da carichi uniformemente distribuiti secondo le seguenti colonne di carico:



In senso trasversale i carichi Q_{ik} e q_{ik} sono distribuiti su corsie convenzionali di larghezza pari a 3,00 m in modo tale da ottenere la distribuzione trasversale più gravosa.

A favore di sicurezza si considera un carico stradale all'interno dello scatolare di 20 kN/m.

6.4 Azione di di frenamento (Q_3)

La forza di frenamento o accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1 e per i ponti di 1^a categoria è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq Q_3 = 0,6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

Tale azione deve essere applicata all'impalcato a quota pavimentazione.

6.5 Azione del sisma

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

- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- 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

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione cometa

Interpolazione

superficie rigata

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



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 progetto

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="90"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>

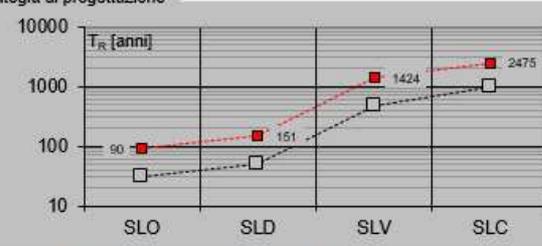
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--- Strategia per costruzioni ordinarie -.-.- Strategia speciale

INTRO	FASE 1	FASE 2	FASE 3
-------	--------	--------	--------

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.205 g
F_g	2.471
T_C	0.306 s
S_S	1.197
C_C	1.394
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.197
η	1.000
T_B	0.142 s
T_C	0.427 s
T_D	2.422 s

6.6 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

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 14 di 76

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.

6.7 Variazione termica

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a $\Delta T = +15^{\circ}\text{C}$, con un variazione termica a aggiuntiva a farfalla pari a $\Delta T = +5^{\circ}\text{C}$ 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:

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

6.8 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.

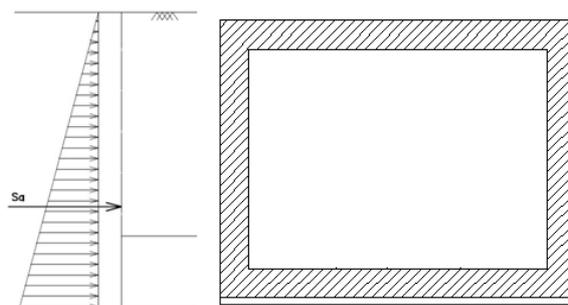


Figura 6.1 – Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

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

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

6.9 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.

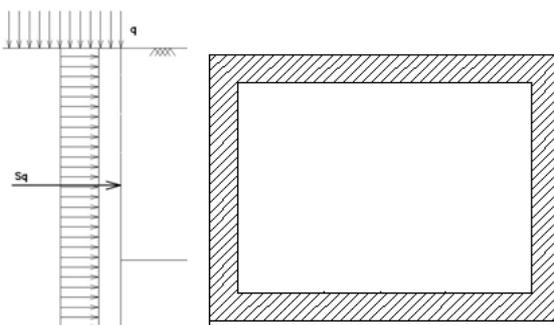


Figura 6.2– Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

6.10 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 $H/2$.

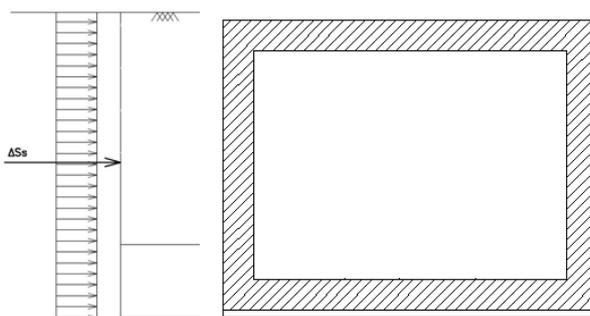


Figura 6.3– Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	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):

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

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si devono considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV.

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Tab. 1 – Valutazione dei carichi da traffico

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

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

		Coefficiente	EQU ¹⁰	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ_{e2} , γ_{e3} , γ_{e4}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tab. 3 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	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":

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

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 19 di 76

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_{fd} 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					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 20 di 76

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:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \text{ per combinazione di carico quasi permanente;}$$

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} \text{ per combinazione di carico caratteristica (rara).}$$

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

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

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

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

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 21 di 76

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.

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				
Modulo elastico del terreno	E_t		10.00	N/mm ²
Coefficiente di Poisson	ν		0.30	-
Larghezza della fondazione	B	$B = L_r + S_p + L_{int} + S_p + L_r$	16.45	m
Lato maggiore della fondazione	L		9.23	m
Fattore di forma	c_t		0.54	-
Terreno di fondazione - Costante di sottofondo	K_w	$K_w = E_t / (1 - \nu^2) * B * c_t$	1227	kN/m ³
Interasse molle	i	$i = (S_p / 2 + L_{int} + S_p / 2) / 10$	1.21	m
Molle centrali	K1	$K_1 = K_w * i$	1 485	kN/m
Molle intermedie	K2	$K_2 = 1.50 * K_w * i$	2 227	kN/m
Molle laterali	K3	$K_3 = 2.00 * K_w * (i / 2 + S_p / 2)$	2 834	kN/m
Molle risolto	K4	$K_4 = 1.50 * K_w * L_r$	0	kN/m

La rigidezza 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.

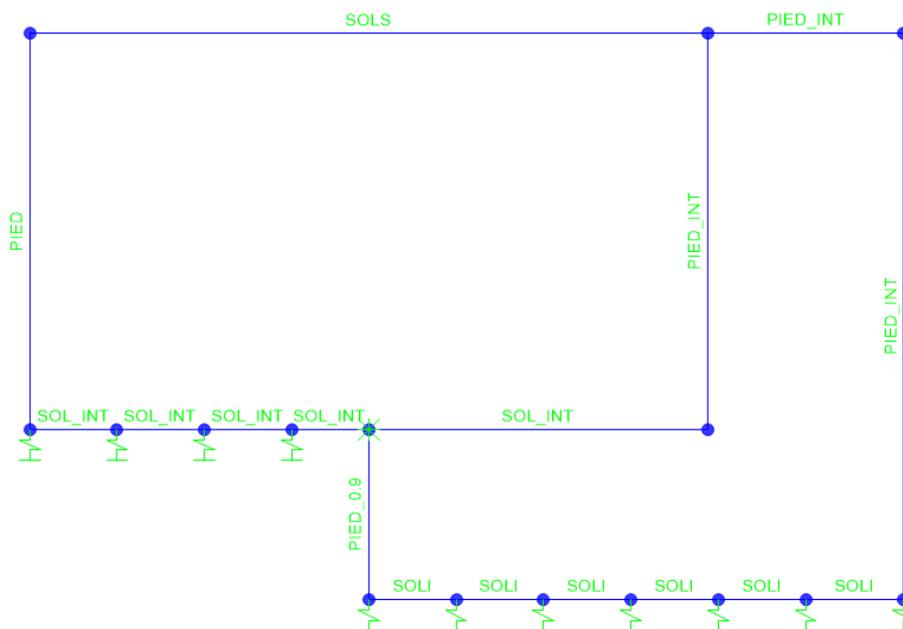


Figura 10.1 – Schema di calcolo per lo studio della vasca di sollevamento

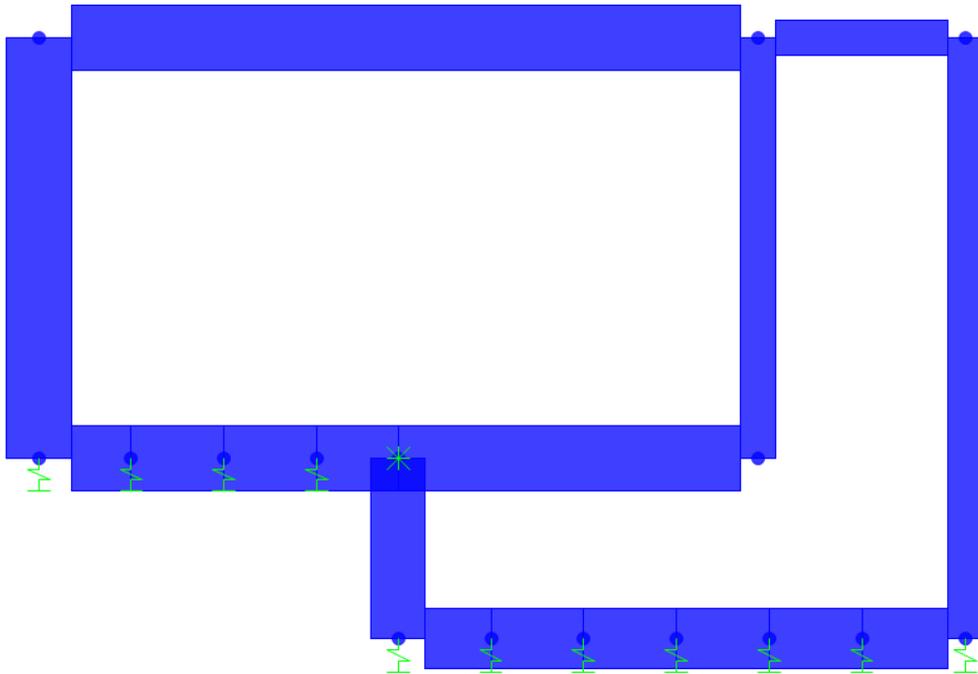


Figura 10.2 – Schema di calcolo con vista estrusa per lo studio della vasca di sollevamento

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

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}		33.2 N/mm ²
Calcestruzzo armato - Modulo elastico	E		33600 N/mm ²
Pacchetto stradale - Peso specifico	γ		24 kN/m ³
Terreno del rilevato - Peso specifico	γ		19 kN/m ³
Terreno del rilevato - Angolo di attrito	φ		35 °
Condizioni ambientali per ver. a fessurazione			aggressive
Ricoprimento			
Spessore pacchetto stradale	H_p		0.10 m
Spessore del rinterro	H_r		0.11 m
Geometria			
Spessore soletta superiore	S_s		1.10 m
Spessore soletta di fondazione	S_f		1.00 m
Spessore soletta intermedia	S_{int}		1.10 m
Spessore piedritti	S_p		1.10 m
Spessore piedritto interno	S_{pint}		0.60 m
Spessore piedritto intermedio	$S_{pinterm}$		0.90 m
Altezza netta	H_{int}		9.10 m
Larghezza netta	L_{int}		11.00 m
Lunghezza risvolti sol. inf.	L_r		0.00 m
Lunghezza dello scatolare	L		9.23 m

Tab. 4: Geometria del modello

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

Azioni elementari applicate

Carichi permanenti						
Soletta superiore						
Peso pacchetto stradale	Ps	$0.10 \cdot 24 =$		2.40	kN/m ²	
Peso del rinterro	Pr	$0.11 \cdot 19 =$		2.09	kN/m ²	
Totale				4.49	kN/m²	
Risvolti soletta inferiore						
Peso pacchetto stradale	Ps	-		0.00	kN/m ²	
Peso del rinterro	Pr	-		0.00	kN/m ²	
Totale				0.00	kN/m²	
Carichi accidentali sulla copertura						
Tandem						
Ldiffusione x				1.60	m	
Ldiffusione y				2.40	m	
Impronta di carico x	Ld1	$1.60 + 2 \cdot (0.10 + (0.11) \cdot \text{TAN}(35^\circ) + 1.10/2) =$		2.99	m	
Impronta di carico y	Ld2	$2.40 + 2 \cdot (0.10 + (0.11) \cdot \text{TAN}(35^\circ) + 1.10/2) =$		3.79	m	
Impronta sull'impalcato		$2.99 \cdot 3.79 =$		11.36	m ²	
carico q1 (totale)				600	kN	
carico q1 (ripartito)	Q _{1k}	$600 / 11.36 =$		52.82	kN/m²	
Carico distribuito						
	Ld3	$3.00 + 2 \cdot (0.10 + (0.11) \cdot \text{TAN}(35^\circ) + 1.10/2) =$		4.39	m	
	q _{1k}	$9.00 \cdot (3.00 / 4.39) =$		6.14	kN/m²	
Frenamento q3						
q3	q3	$180 < 0.6(2Q_{1k}) + 0.10q_{1k} \cdot w \cdot L < 900 \text{ kN}$		90.04	kN/m	

Per il calcolo della lunghezza caratteristica si fa riferimento al Manuale di Progettazione Caso 5.3 pag. 41 di 481 Manuale Parte II - Sezione II - Ponti

Carichi accidentali sulla soletta di fondazione						
Carico distribuito				20.00	kN/m²	

Azione termica					
Variazione termica uniforme	ΔT_U			15	°
Variazione termica a farfalla	ΔT_F			5	°
Variazione termica uniforme di calcolo	ΔT_{U*}	$15 / 2 =$		7.5	°
Variazione termica a farfalla di calcolo	ΔT_{F*}	$5 / 2 =$		2.50	°
Ritiro (applicato alla soletta superiore)					
	ΔT_R			-10	°
Spinta del terreno					
K0		$1 - \text{sen}(35^\circ) =$		0.426	
Spinta alla quota di estradosso sol. sup.	p1	$0.426 \cdot 4.49 =$		1.91	kN/m ²
Spinta in asse sol. sup.	p2	$0.426 \cdot (4.49 + 19 \cdot 1.10/2) =$		6.37	kN/m²
Spinta in asse sol. inf.	p3	$0.426 \cdot [4.49 + 19 \cdot (1.10/2 + 9.10 + 1.00/2)] =$		88.61	kN/m²
Spinta alla quota di intradosso sol. inf.	p4	$0.426 \cdot [4.49 + 19 \cdot (1.10/2 + 9.10 + 1.00)] =$		92.66	kN/m ²
Spinta semispessore sol. sup.	F1	$(1.91 + 6.37)/2 \cdot 1.10/2$		2.28	kN/m
Spinta semispessore sol. inf.	F2	$(88.61 + 92.66)/2 \cdot 1.00/2$		45.32	kN/m
Spinta del carico accidentale					
Spinta dovuta al q1	p	$0.426 \cdot (52.82 + 6.14) =$		25.14	kN/m²
Sisma orizzontale					
Stato limite		Salvaguardia della vita - SLU -		SLV	
Vita nominale	V_N			75	anni
Classe d'uso	C_U			IV	
Coefficiente C_U	C_U			2	
Periodo di riferimento	V_R			150	anni
accelerazione orizzontale	a_g/g			0.206	
amplificazione spettrale	F_o			2.47	
Categoria sottosuolo		A, B, C, D, E		B	
Coeff. Amplificazione stratigrafica	S_s			1.196	
Coeff. Amplificazione topografica	S_t			1	
Coefficiente S	S	$= S_s \cdot S_t$		1.196	
accelerazione orizzontale max	a_{max}/g	$= a_g/g \cdot S$		0.246	
Fattore di struttura	q			1.00	
Forza orizz. sul s. di cop. dovuta a perm+0.2acc.	FHs	$0.246 \cdot (1.10 \cdot 25 + 4.49 + 0.2 \cdot 19.21) / 1.00 =$		8.83	kN/m²
Forza orizz. sui piedritti	FHp	$0.246 \cdot (1.10 \cdot 25) / 1.00 =$		6.78	kN/m²
				3.70	
Spinta del terreno in fase sismica					
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	$= a_{max}/g$		0.246	
Coefficiente sismico verticale	k_v	$= \pm 0.5 \cdot k_h$		0.123	
Risultante della spinta sismica	ΔS_E	$= (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot [(Hint + S_s + S_f + H_r)^2]$		599.0	kN/m
Pressione risultante	Δp_E	$= \Delta S_E / [(Hint + S_s/2 + S_f/2)]$		58.4	kN/m²

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

Seguono le schermate di applicazione dei principali carichi al modello:

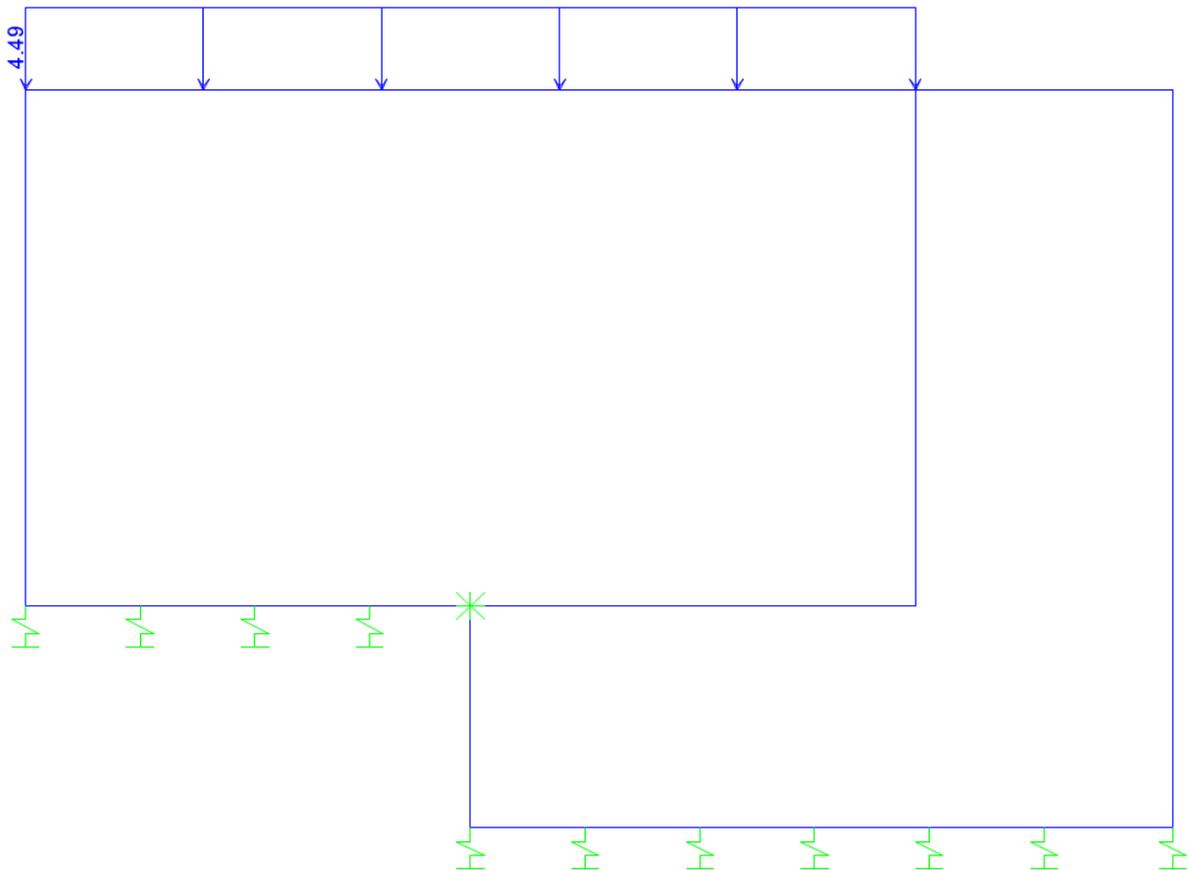


Figura 10.3: Condizione di carico PERM (kN/m/m)

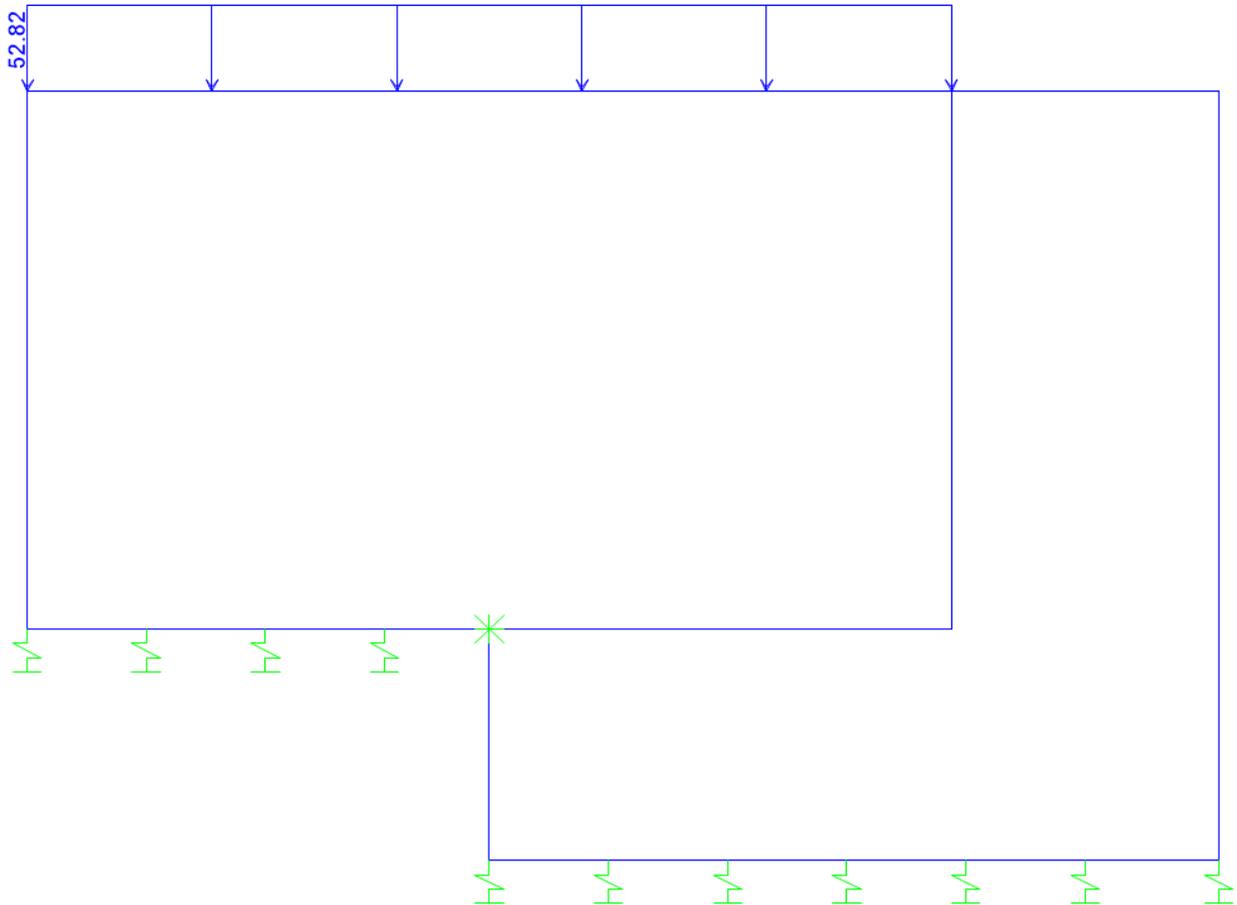


Figura 10.4: Condizione $Q1 - M(kN/m/m)$

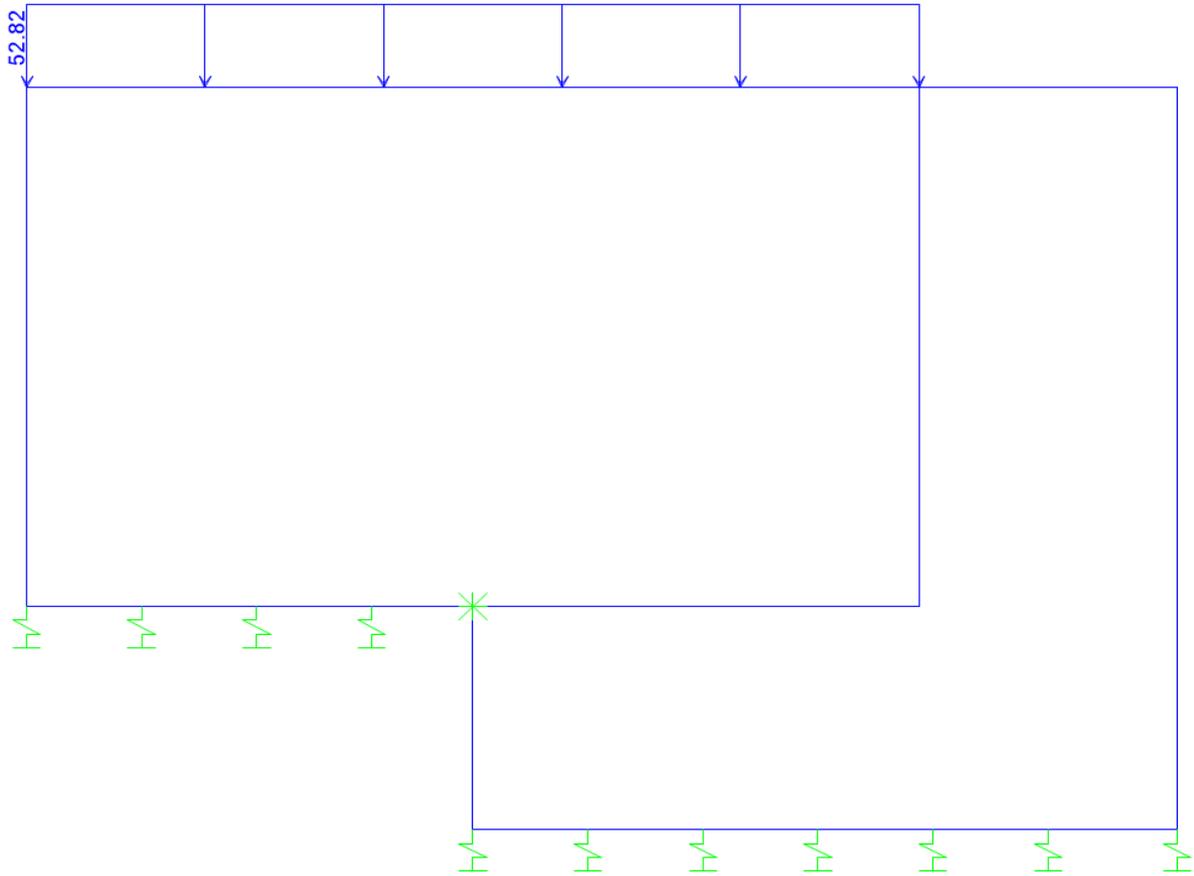


Figura 10.5: Condizione $Q1-T(kN/m/m)$

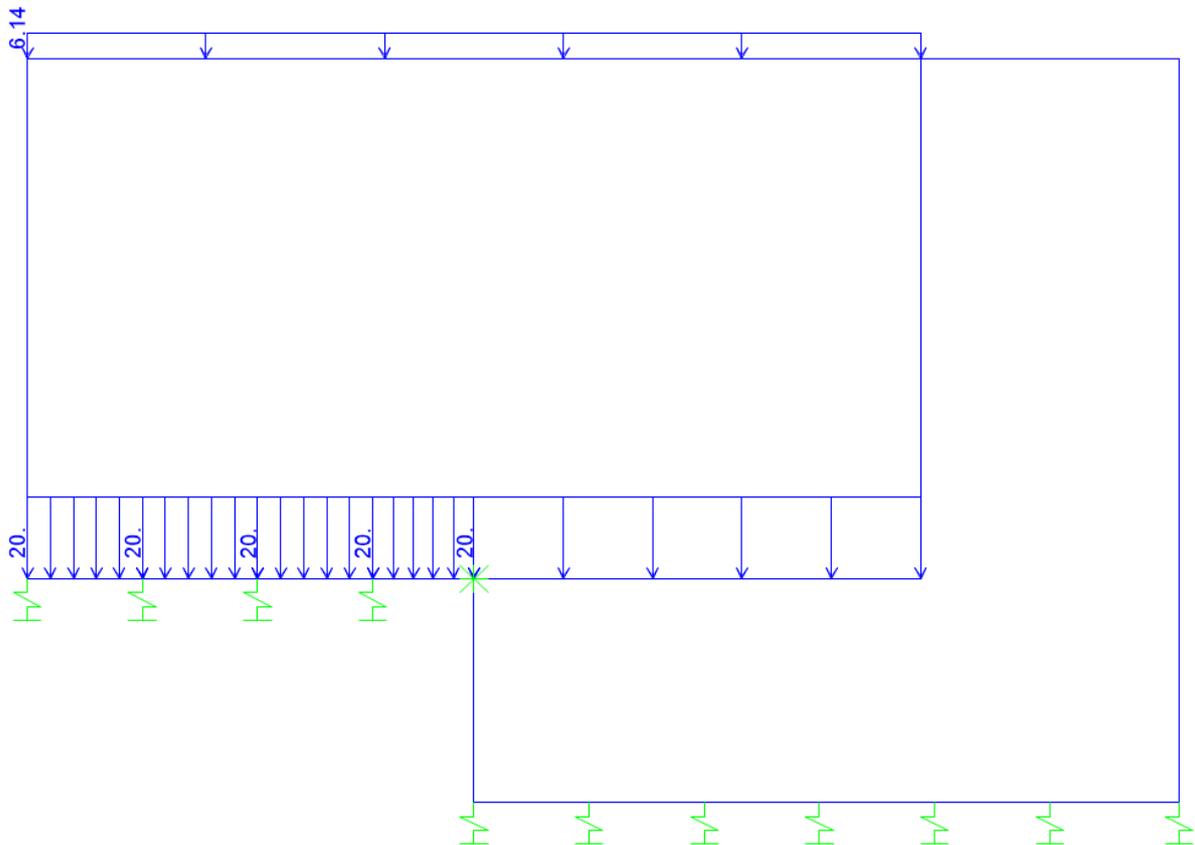


Figura 10.6: Condizione Q2e Sovraccarico stradale sulla soletta di fondazione (kN/m/m)

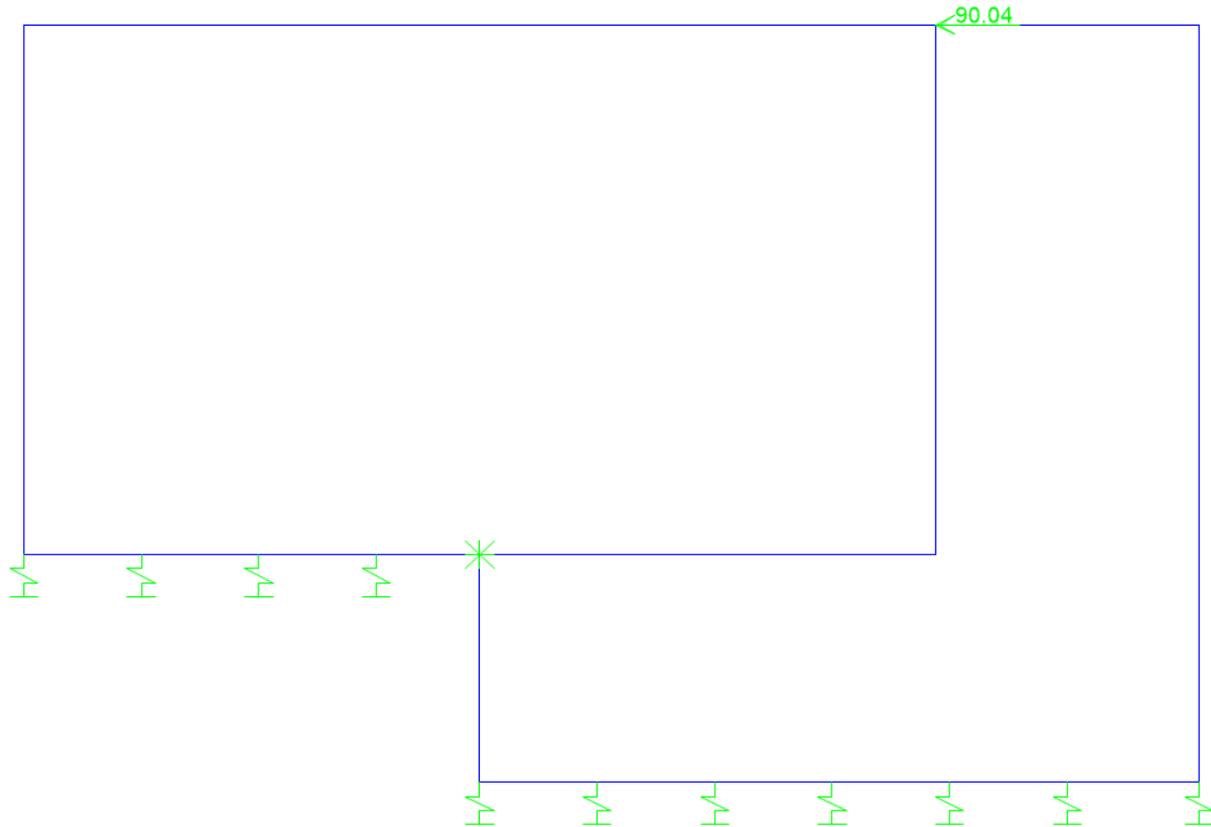


Figura 10.7: Condizione Q_3 (kN/m/m)

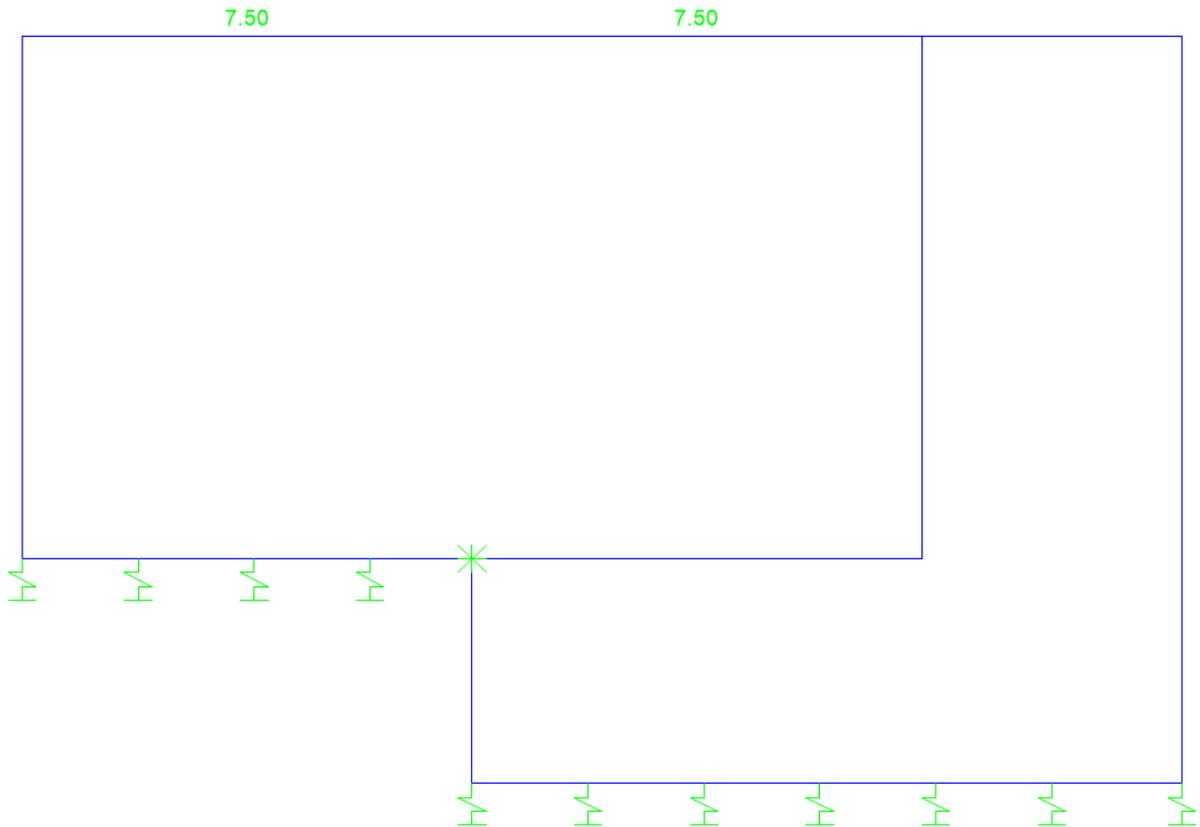


Figura 10.8: Condizione TERM (°C)

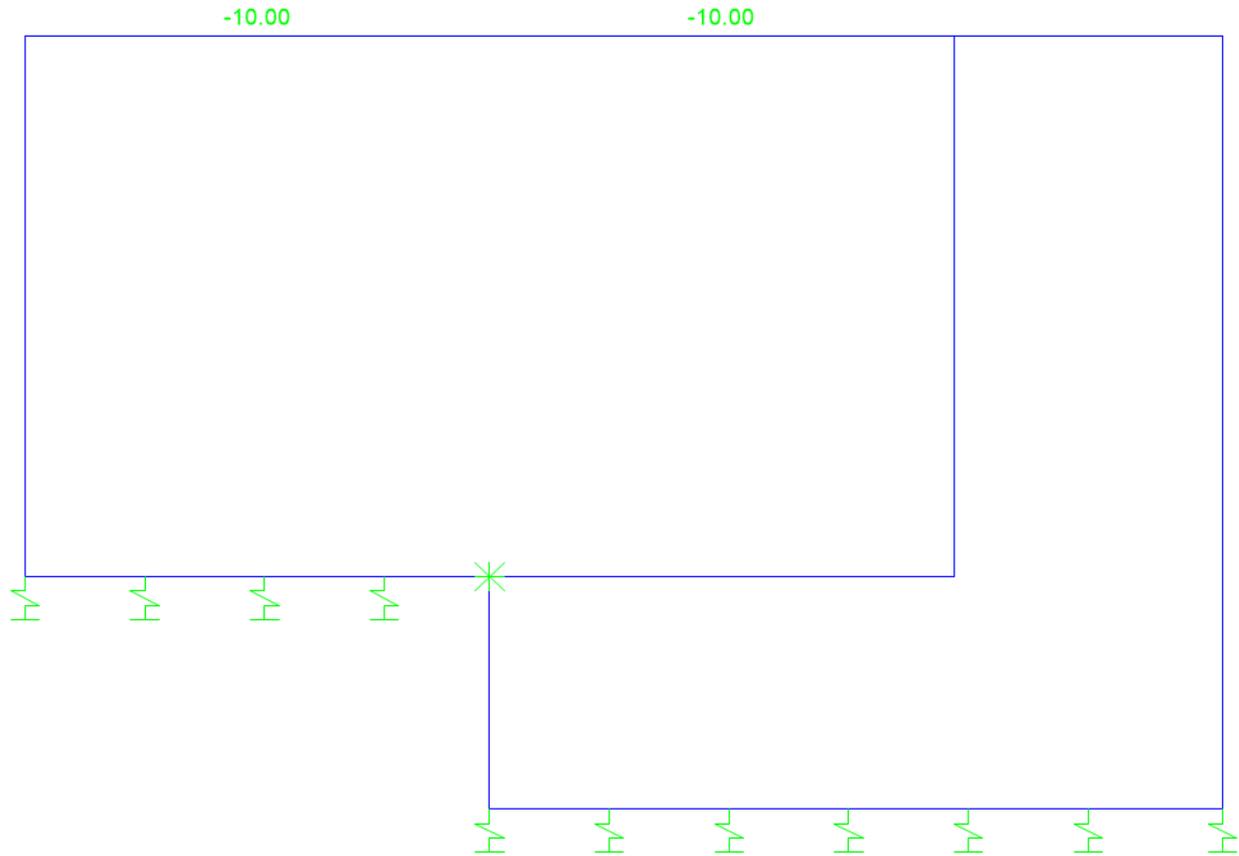


Figura 10.9: Condizione RITIRO (°C)

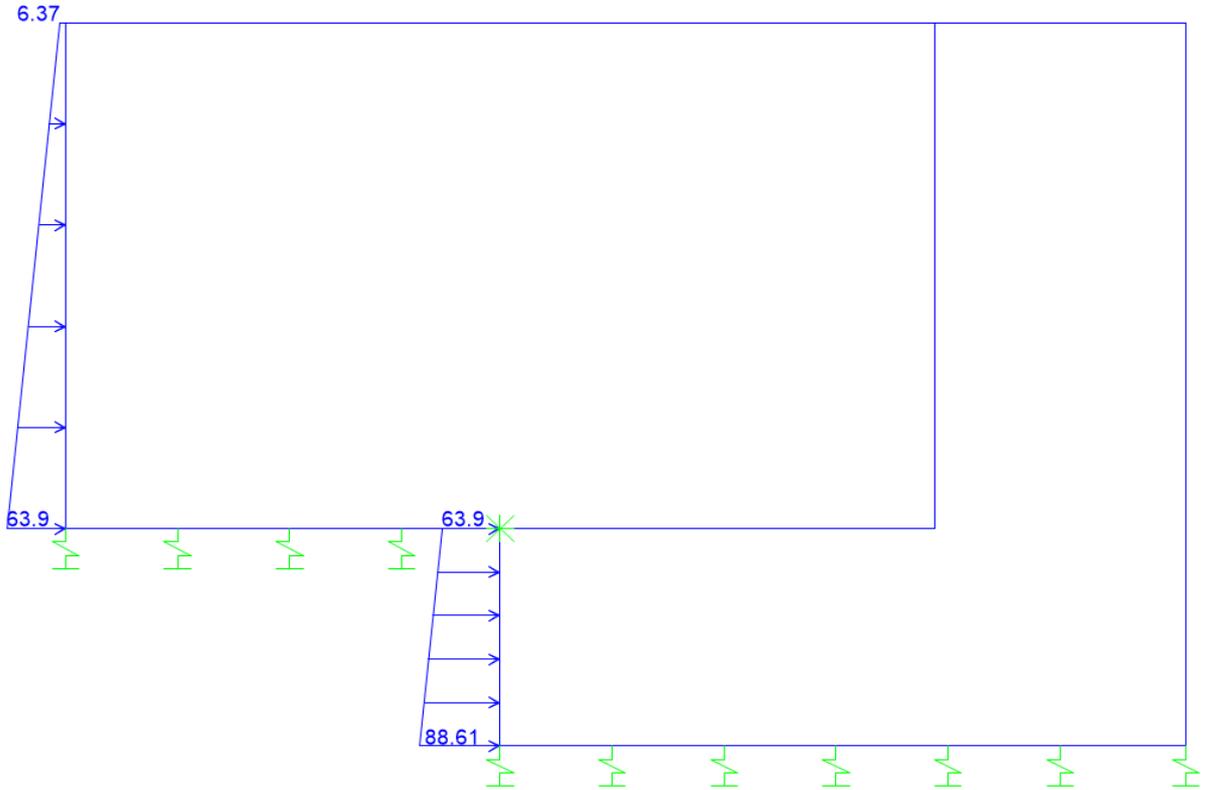


Figura 10.10: Condizione SPTSX (kN/m/m)

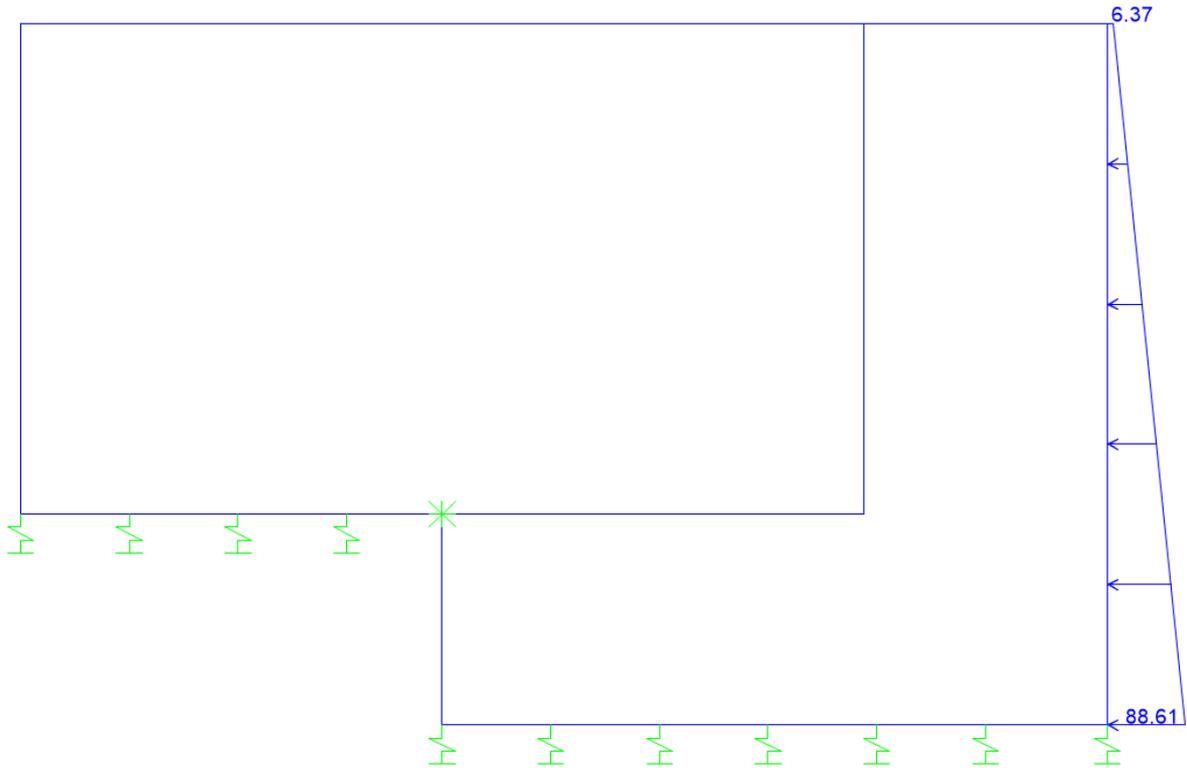


Figura 10.11: Condizione SPTDX (kN/m/m)

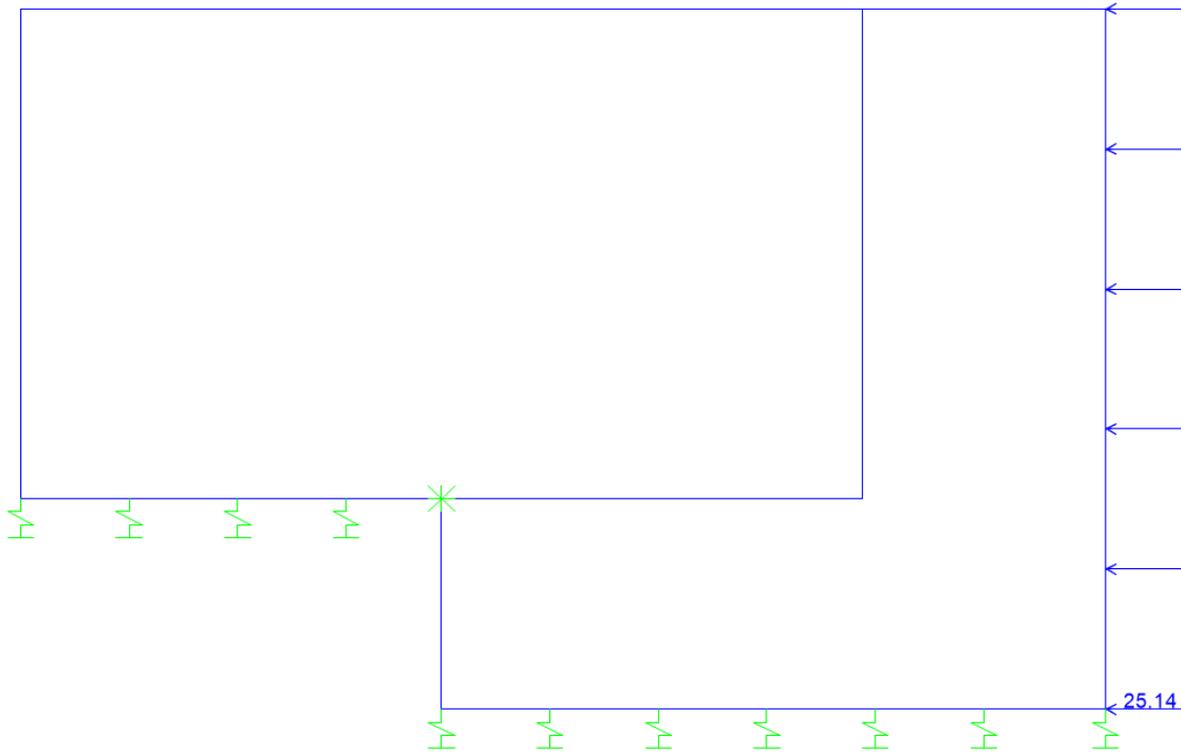


Figura 10.12: Condizione SPACCDX (kN/m/m)

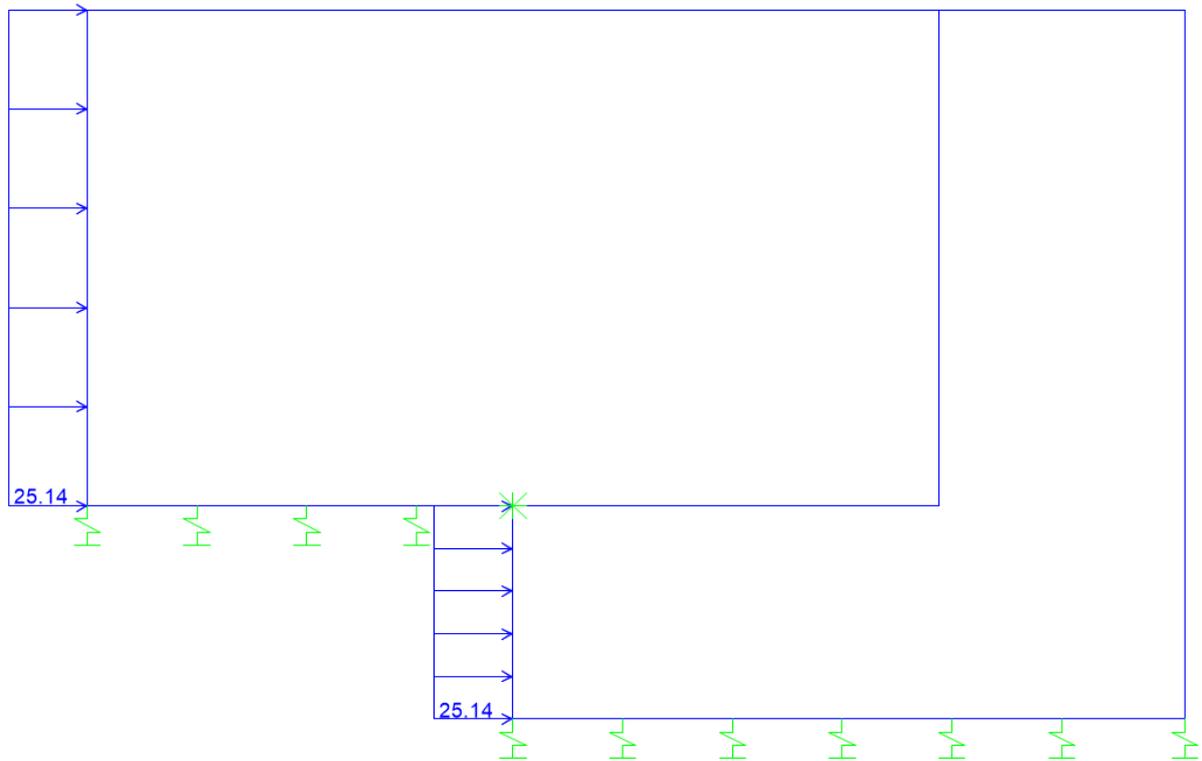


Figura 10.13: Condizione SPACCSX (kN/m/m)

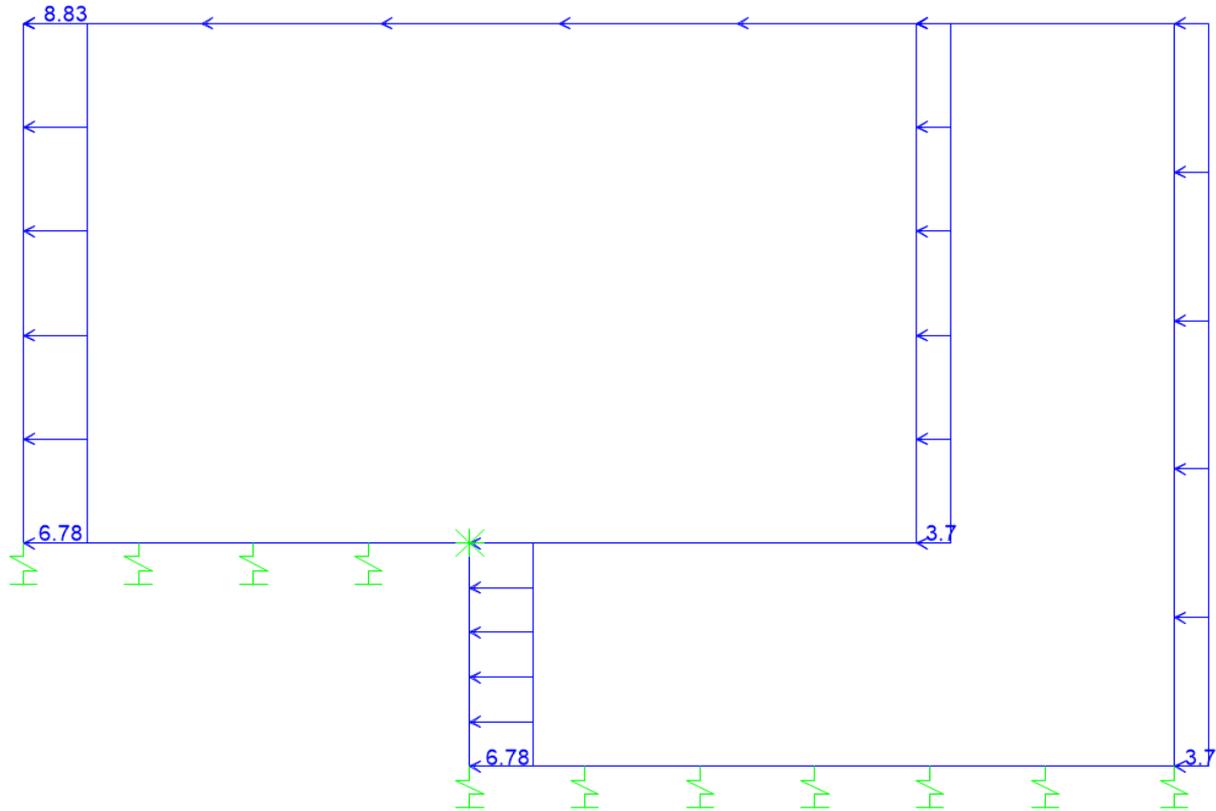


Figura 10.14: Condizione SISMAH (kN/m/m)

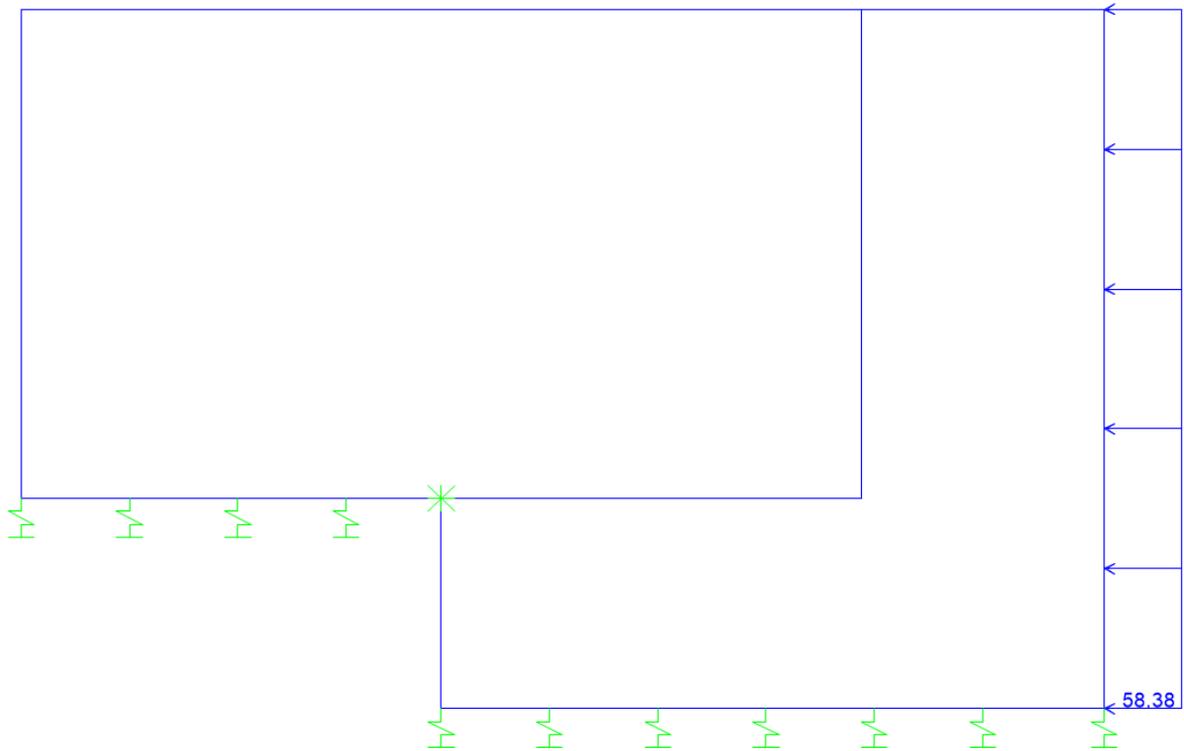


Figura 10.15: Condizione SP5DX (kN/m^2)

10.3 Combinazioni

N	PERM	PERM-G2	Q1-M	Q1-T	Q2	Q3	SPTSX	SPTDX	SPACCSX	SPACCDX	TERM	RITIRO	SISMAH	SPSDX	
01	01S1-11M	1.35	1.50	1.35	0.0	1.35	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
02	02S1-11T	1.35	1.50	0.0	1.35	1.35	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
03	03S1-12M	1.35	1.50	1.35	0.0	1.35	0.0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.9	0.0	0.0	0.0
04	04S1-12T	1.35	1.50	0.00	1.35	1.35	0.0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.9	0.0	0.0	0.0
05	05S1-13M	1.35	1.50	1.35	0.0	1.35	0.0	1.00	1.35	0.0	1.35	0.9	0.0	0.0	0.0
06	06S1-13T	1.35	1.50	0.0	1.35	1.35	0.0	1.00	1.35	0.0	1.35	0.9	0.0	0.0	0.0
07	07S1-14-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.9	0.0	0.0	0.0
08	08S1-15-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.35	0.9	0.0	0.0	0.0
09	09S1-21M	1.35	1.50	1.35	0.0	1.35	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.9	1.2	0.0	0.0
10	10S1-21T	1.35	1.50	0.0	1.35	1.35	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.9	1.2	0.0	0.0
11	11S1-22M	1.35	1.50	1.35	0.0	1.35	0.0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.9	1.2	0.0	0.0
12	12S1-22T	1.35	1.50	0.0	1.35	1.35	0.0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.9	1.2	0.0	0.0
13	13S1-23M	1.35	1.50	1.35	0.0	1.35	0.0	1.00	1.35	0.0	1.35	-0.9	1.2	0.0	0.0
14	14S1-23T	1.35	1.50	0.0	1.35	1.35	0.0	1.00	1.35	0.0	1.35	-0.9	1.2	0.0	0.0
15	15S1-24-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.00	0.0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.9	1.2	0.0	0.0
16	16S1-25-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.00	0.0	1.00	1.35	0.0	1.35	-0.9	1.2	0.0	0.0
17	17S1T11M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
18	18S1T11T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
19	19S1T12M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
20	20S1T12T	1.35	1.50	0.00	1.01	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
21	21S1T13M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
22	22S1T13T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
23	23S1T14-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
24	24S1T15-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
25	25S1T21M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.5	1.2	0.0	0.0
26	26S1T21T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.5	1.2	0.0	0.0
27	27S1T22M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
28	28S1T22T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
29	29S1T23M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
30	30S1T23T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
31	31S1T24-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
32	32S1T25-	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
33	33S2-11M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	1.35	1.00	1.00	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
34	34S2-11T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.00	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
35	35S2-12M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	0.9	0.0	0.0	0.0
36	36S2-12T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	0.9	0.0	0.0	0.0
37	37S2-13M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	1.35	1.00	1.35	0.0	1.01	0.9	0.0	0.0	0.0
38	38S2-13T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.35	0.0	1.01	0.9	0.0	0.0	0.0
39	39S2-21M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	1.35	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.9	1.2	0.0	0.0
40	40S2-21T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.9	1.2	0.0	0.0
41	41S2-22M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	-0.9	1.2	0.0	0.0
42	42S2-22T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	-0.9	1.2	0.0	0.0
43	43S2-23M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	1.35	1.00	1.35	0.0	1.01	-0.9	1.2	0.0	0.0
44	44S2-23T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.35	0.0	1.01	-0.9	1.2	0.0	0.0
45	45S2T11M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
46	46S2T11T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0
47	47S2T12M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
48	48S2T12T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
49	49S2T13M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
50	50S2T13T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	1.5	0.0	0.0	0.0
51	51S2T21M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.5	1.2	0.0	0.0
52	52S2T21T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.5	1.2	0.0	0.0
53	53S2T22M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
54	54S2T22T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
55	55S2T23M	1.35	1.50	1.01	0.0	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
56	56S2T23T	1.35	1.50	0.0	1.01	0.54	0.0	1.00	1.35	0.0	1.01	-1.5	1.2	0.0	0.0
57	57SED1-	1.00	1.00	0.20	0.00	0.20	0.0	0.70	1.00	0.0	0.2	0.5	0.0	1.0	1.0
58	58SED2-	1.00	1.00	0.20	0.00	0.20	0.0	0.70	1.00	0.0	0.2	-0.5	1.0	1.0	1.0

N	PERM	PERM-G2	Q1-M	Q1-T	Q2	Q3	SPTSX	SPTDX	SPACCSX	SPACCDX	TERM	RITIRO	SISMAH	SPSDX	
59	59Q1-11-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	0.70	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
60	60Q1-12-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
61	61Q1-13-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	1.00	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
62	62Q1-21-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	0.70	0.0	0.0	-0.5	1.0	0.0	0.0
63	63Q1-22-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.5	1.0	0.0	0.0
64	64Q1-23-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	1.00	0.0	0.0	-0.5	1.0	0.0	0.0
65	65F1-11M	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	0.0	0.70	0.70	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
66	66F1-11T	1.00	1.00	0.0	0.75	0.40	0.0	0.70	0.70	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
67	67F1-12M	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	0.0	1.00	1.00	0.75	0.75	0.5	0.0	0.0	0.0
68	68F1-12T	1.00	1.00	0.0	0.75	0.40	0.0	1.00	1.00	0.75	0.75	0.5	0.0	0.0	0.0
69	69F1-13M	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	0.0	0.70	1.00	0.0	0.75	0.5	0.0	0.0	0.0
70	70F1-13T	1.00	1.00	0.0	0.75	0.40	0.0	0.70	1.00	0.0	0.75	0.5	0.0	0.0	0.0
71	71F1-14-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.75	0.75	0.5	0.0	0.0	0.0
72	72F1-15-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	1.00	0.0	0.75	0.5	0.0	0.0	0.0
73	73F1-21M	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	0.0	0.70	0.70	0.0	0.0	-0.5	1.0	0.0	0.0
74	74F1-21T	1.00	1.00	0.0	0.75	0.40	0.0	0.70	0.70	0.0	0.0	-0.5	1.0	0.0	0.0
75	75F1-22M	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	0.0	1.00	1.00	0.75	0.75	-0.5	1.0	0.0	0.0
76	76F1-22T	1.00	1.00	0.0	0.75	0.40	0.0	1.00	1.00	0.75	0.75	-0.5	1.0	0.0	0.0
77	77F1-23M	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	0.0	0.70	1.00	0.0	0.75	-0.5	1.0	0.0	0.0
78	78F1-23T	1.00	1.00	0.0	0.75	0.40	0.0	0.70	1.00	0.0	0.75	-0.5	1.0	0.0	0.0
79	79F1-24-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.75	0.75	-0.5	1.0	0.0	0.0
80	80F1-25-	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.70	1.00	0.0	0.75	-0.5	1.0	0.0	0.0
81	81C025-	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.00	1.00	0.6	1.0	0.0	0.0
82	82C025-	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.00	1.00	-0.6	1.0	0.0	0.0
83	83C025-	1.00	1.00	0.75	0.0	0.40	1.0	1.00	1.00	0.00	0.75	0.6	1.0	0.0	0.0
84	84C025-	1	1.00	0.75	0	0.4	1	1	1	0	0.75	-0.6	1	0	0

dove:

- PERM** : carichi permanenti strutturali
- PERM-G2** : carichi permanenti non strutturali
- Q1k-M** : carichi da traffico concentrato (disposizione per massimizzare il momento)
- Q1K-T** : carichi da traffico concentrato (disposizione per massimizzare il taglio)
- Q2-M** : carichi da traffico distribuito (disposizione per massimizzare il momento)
- Q2-T** : carichi da traffico distribuito (disposizione per massimizzare il taglio)
- Q3** : azione longitudinale di frenamento
- SPTSx** : spinta del terreno sulla parete sx
- SPTDx** : spinta del terreno sulla parete dx
- SPACCSx** : spinta del carico accidentale sulla parete sx
- SPACCDx** : spinta del carico accidentale sulla parete dx
- TERM** : termica
- RITIRO** : ritiro
- SISMAH** : azione sismica
- SISDX** : incremento sismico della spinta del terreno

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO SL08C0003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 43 di 76</p>

10.4 Sollecitazioni

Si riportano di seguito i diagrammi qualitativi delle sollecitazioni di momento, taglio e sforzo normale nella combinazione di involuppo SLU statica e sismica.

Nella figura che segue si riportano gli assi locali dei singoli elementi frame.

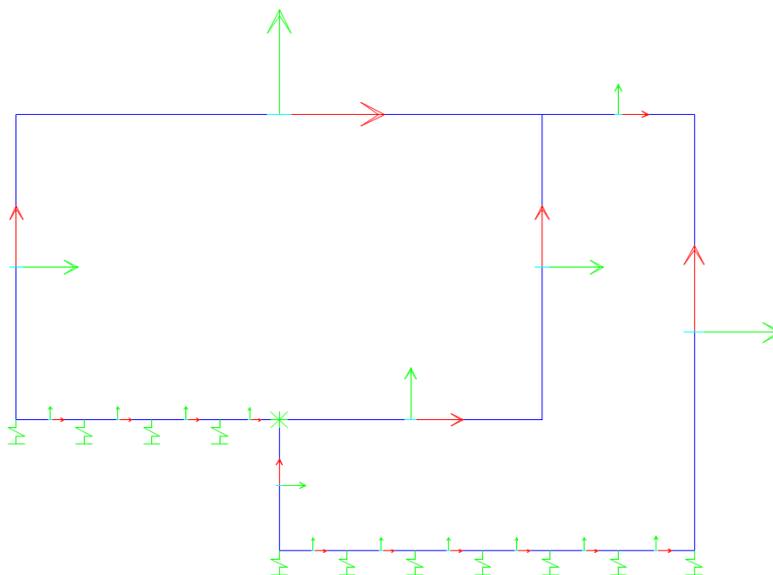


Figura 10.16 - Assi locali del modello di calcolo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

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

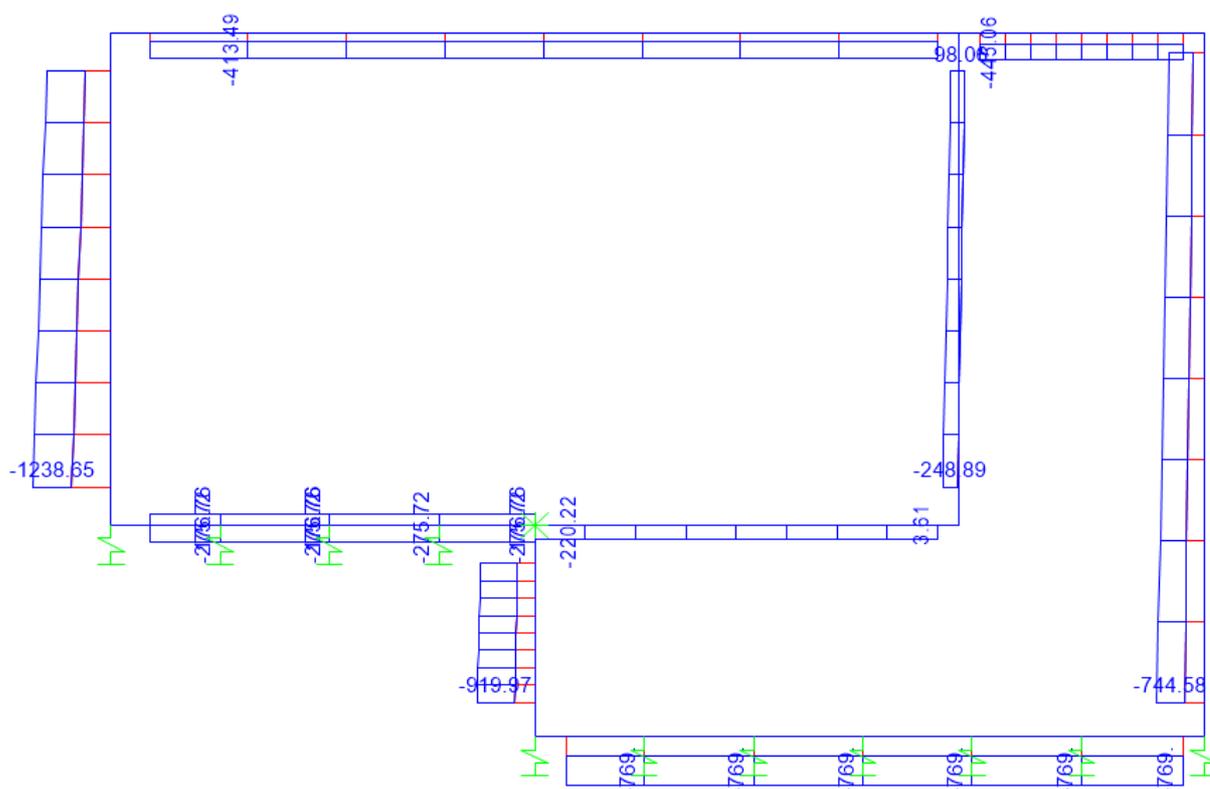


Figura 10.17 - Sforzo Normale – Involuppo SLU (KN)

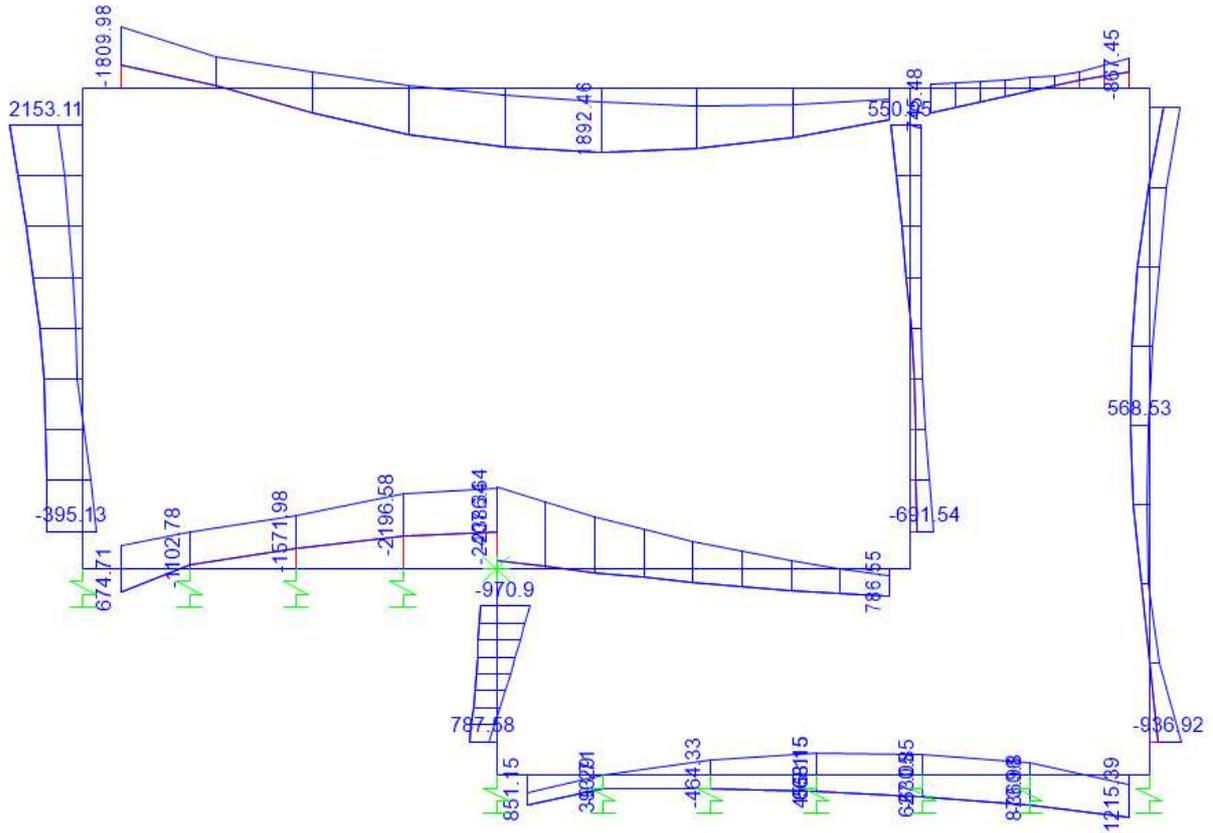


Figura 10.18 - Momento flettente – Involuppo SLU (KNm)

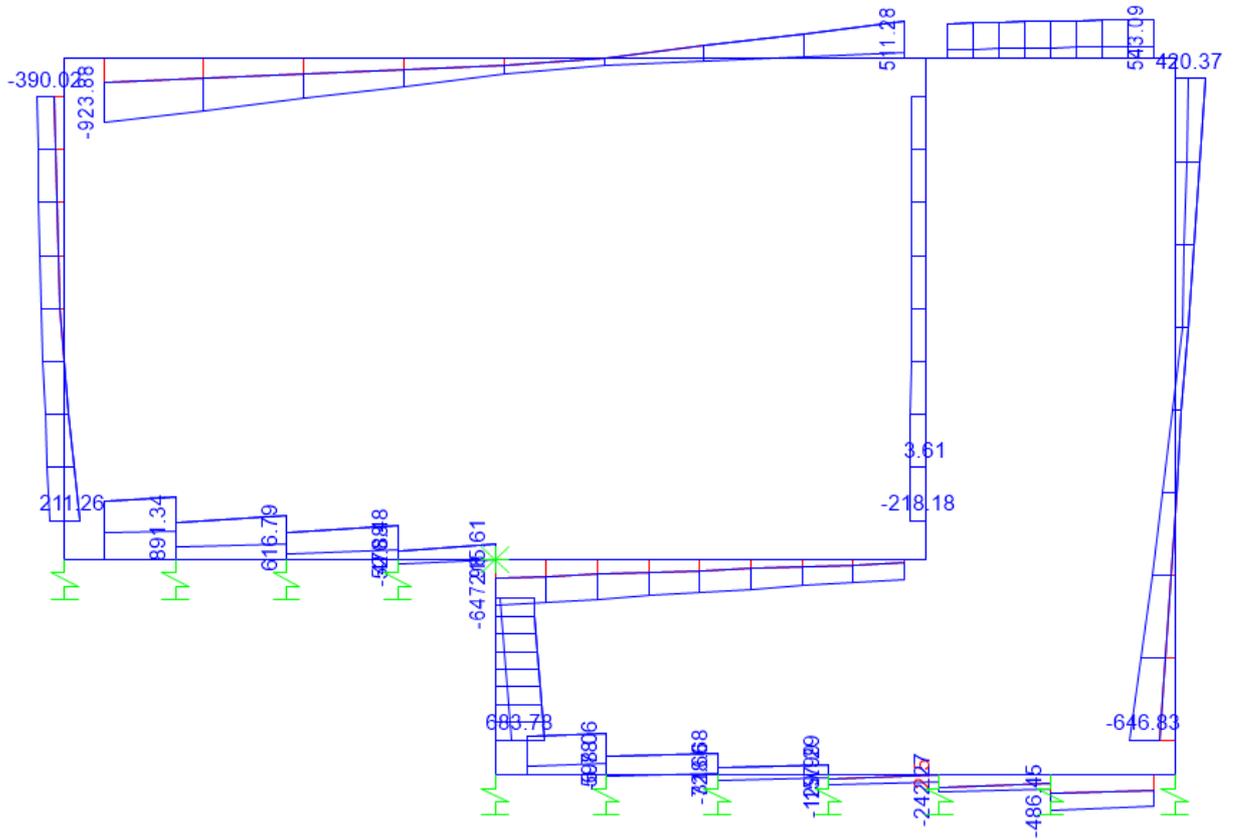


Figura 10.19 - Taglio – Inviluppo SLU (kN)

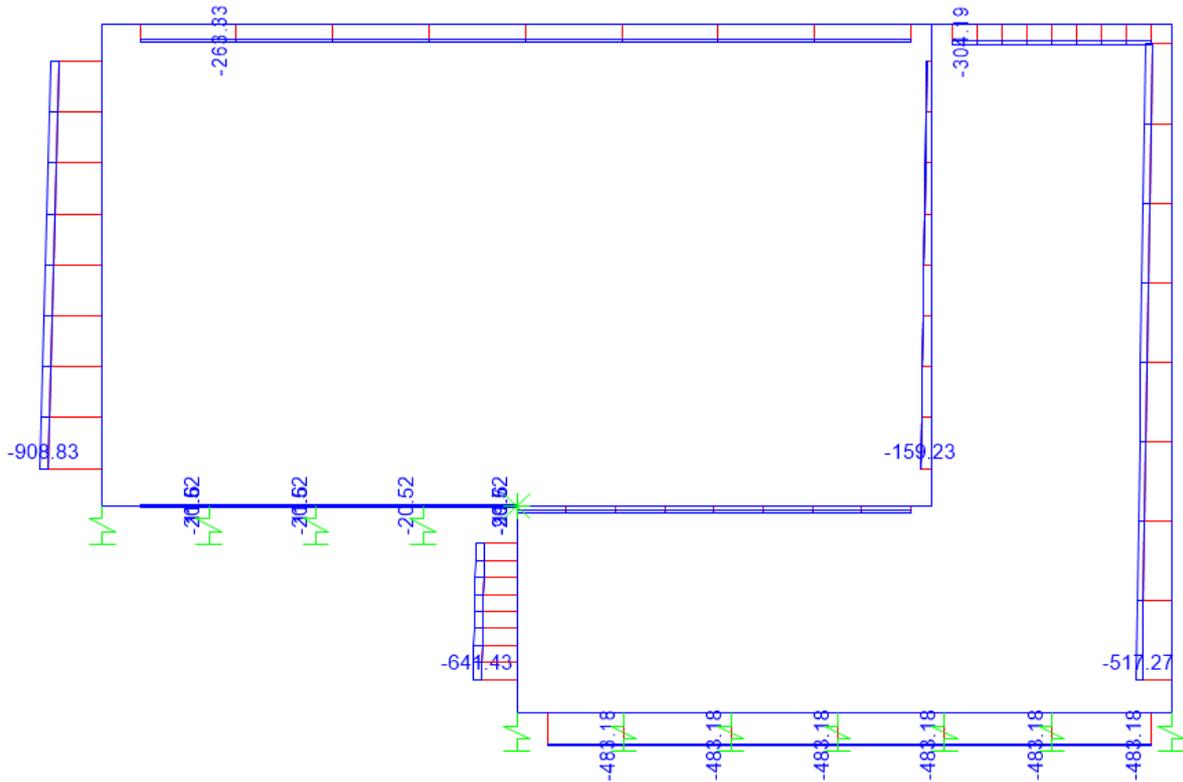


Figura 10.20 - Sforzo Normale – Involuppo SLE – Rara (kN)

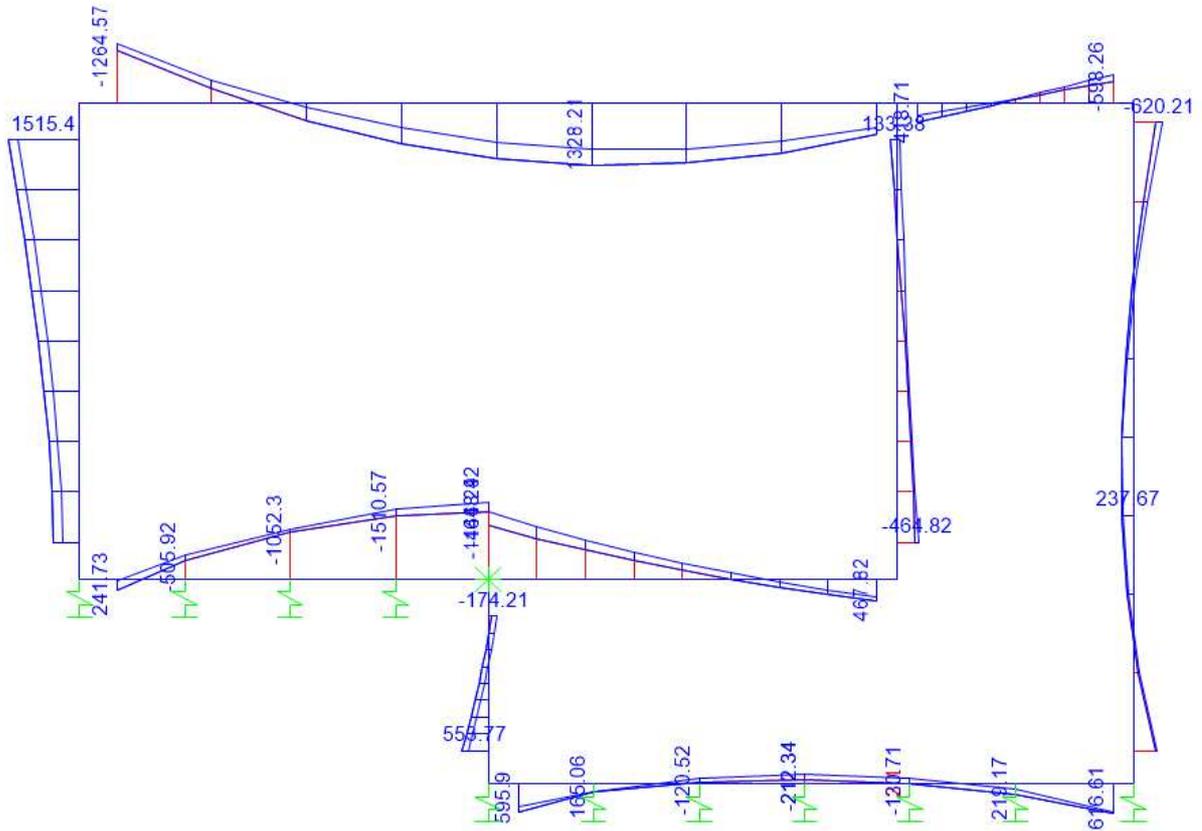


Figura 10.21 - Momento flettente – Involuppo SLE – Rara (kNm)

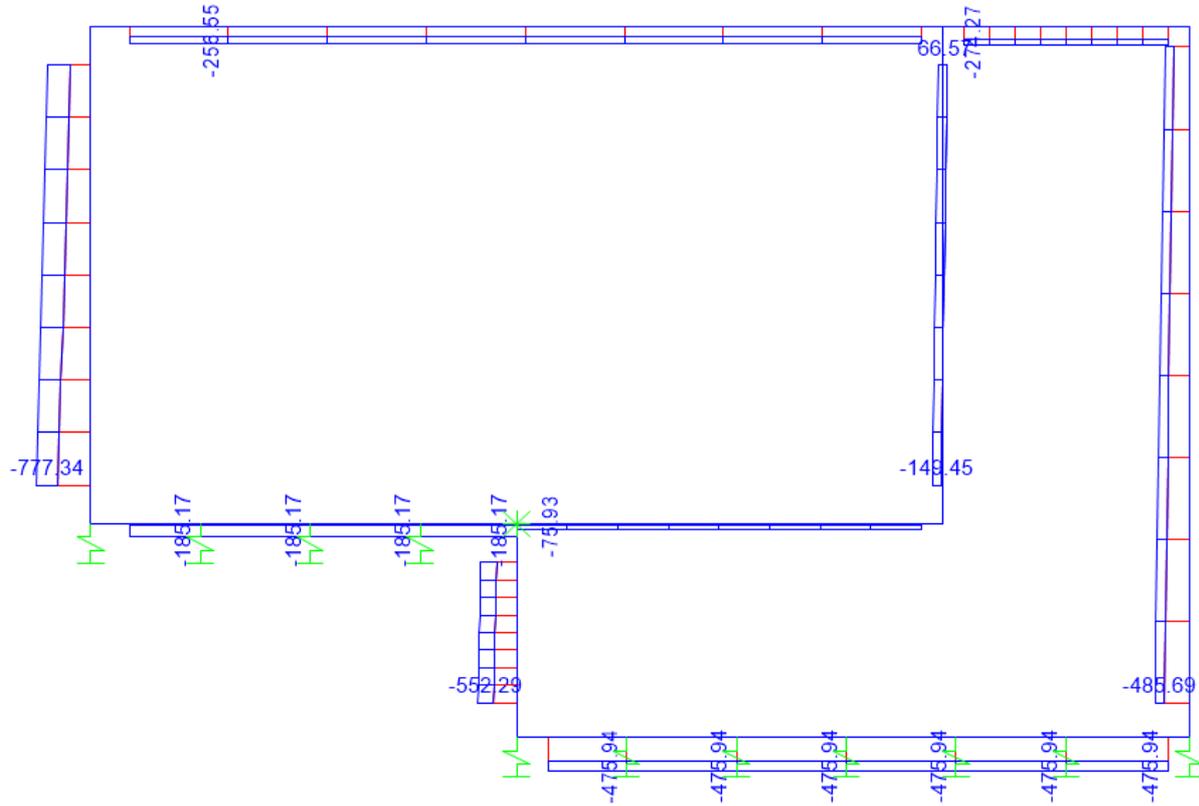


Figura 10.22 - Sforzo Normale – Involuppo SLE – Frequente (kN)

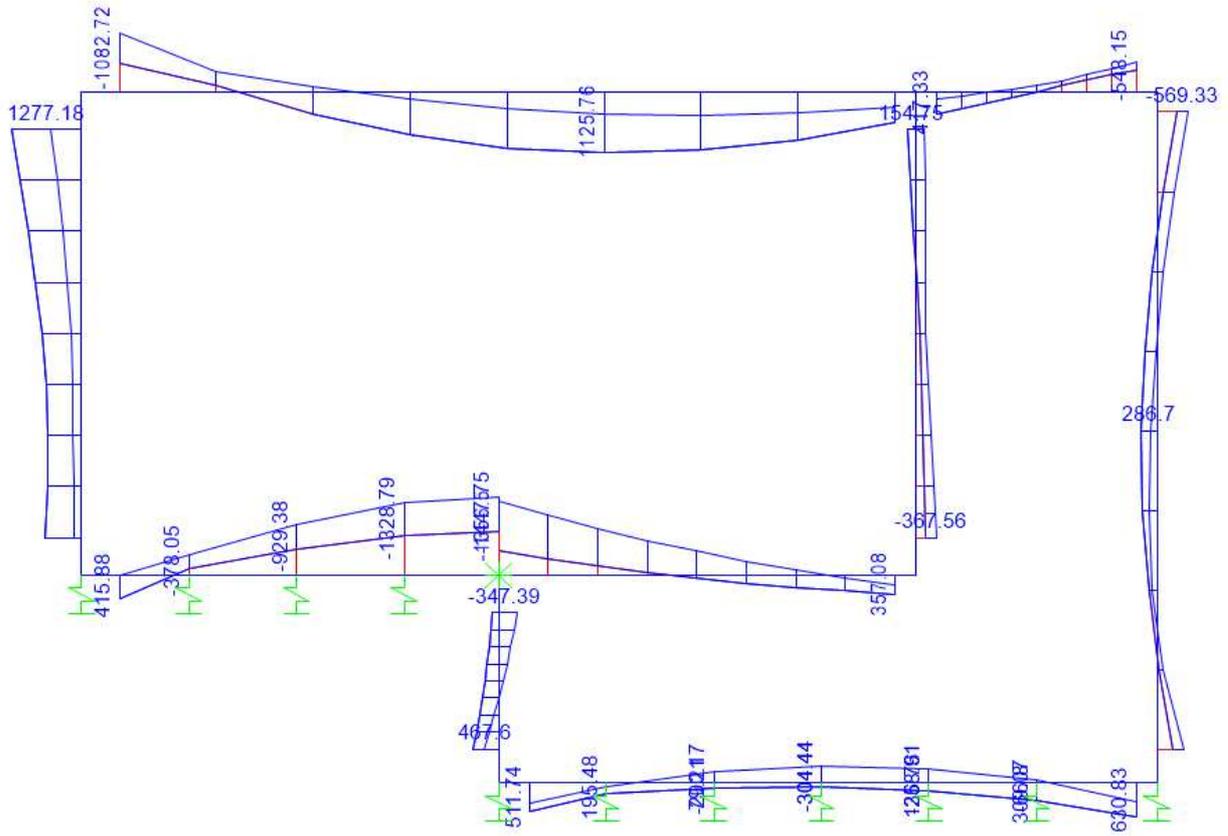


Figura 10.23 - Momento flettente – Inviluppo SLE – Frequente (kN)

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	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	10 Ø26	5 Ø26	5 Ø26	-
Soletta superiore - Appoggio	10 Ø26	5 Ø26	5 Ø26	-
Soletta inferiore - Campata	5 Ø26	-	5 Ø26	-
Soletta inferiore - Appoggio	10 Ø26	-	5 Ø26	-
Piedritto - Spiccato	10 Ø26	-	5 Ø26	-
Piedritto - Sommità	10 Ø26	-	5 Ø26	-
Piedritto - Intermedio	10 Ø26	-	5 Ø26	-
Soletta intermedia - Campata	10 Ø26	5 Ø26	5 Ø26	-
Soletta intermedia - Appoggio	5 Ø26	-	5 Ø26	-

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
	$\epsilon_{y,d} = 0.00191$

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

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

Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 110$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copri ferro	$d' = 8.7$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 101.3$ cm

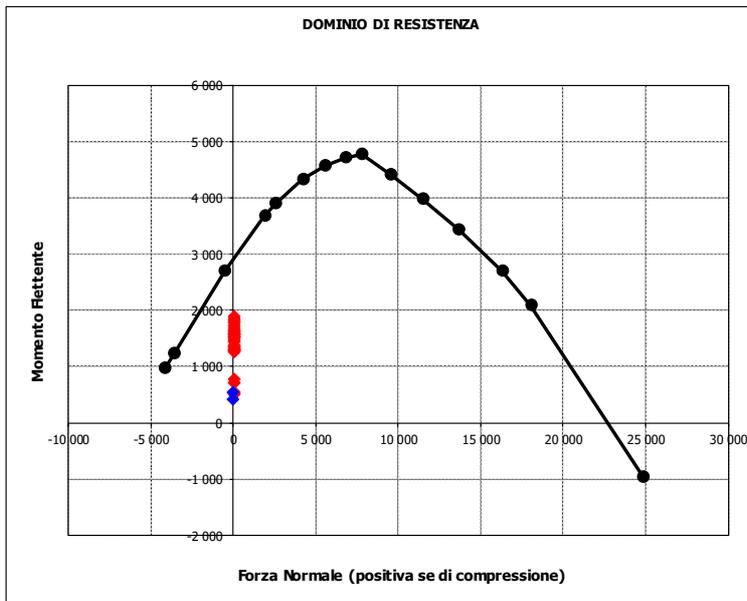
Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	26	53.09	cm ²
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
			79.64 cm ²

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
			26.55 cm ²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
(Nmax)	11M_7.58	0	1722
(Nmin)	11M_7.58	0	1722
(Mmax)	21M_7.58	0	1893
(Mmin)	1-_7.581	0	427

Caratteristiche di sollecitazione

Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	0	1722
02S1-11T	0	1678
03S1-12M	0	1646
04S1-12T	0	1602
05S1-13M	0	1635
06S1-13T	0	1591
07S1-14-	0	537
08S1-15-	0	526
09S1-21M	0	1893
10S1-21T	0	1849
11S1-22M	0	1817
12S1-22T	0	1773
13S1-23M	0	1806
14S1-23T	0	1762
15S1-24-	0	708
16S1-25-	0	697
17S1T11M	0	1363
18S1T11T	0	1330
19S1T12M	0	1301
20S1T12T	0	1268
21S1T13M	0	1293
22S1T13T	0	1260
23S1T14-	0	508
24S1T15-	0	500
25S1T21M	0	1620
26S1T21T	0	1587
27S1T22M	0	1558
28S1T22T	0	1525
29S1T23M	0	1550
30S1T23T	0	1517
31S1T24-	0	765
32S1T25-	0	757
33S2-11M	0	1368
34S2-11T	0	1335
35S2-12M	0	1306
36S2-12T	0	1273
37S2-13M	0	1298
38S2-13T	0	1265
39S2-21M	0	1539
40S2-21T	0	1506
41S2-22M	0	1476
42S2-22T	0	1443
43S2-23M	0	1469
44S2-23T	0	1435
45S2T11M	0	1363
46S2T11T	0	1330
47S2T12M	0	1301
48S2T12T	0	1268
49S2T13M	0	1293
50S2T13T	0	1260
51S2T21M	0	1620
52S2T21T	0	1587
53S2T22M	0	1558
54S2T22T	0	1525
55S2T23M	0	1550
56S2T23T	0	1517
57SED1-	0	427
58SED2-	0	534



• Verifica a pressoflessione appoggio (Solsup-App)

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

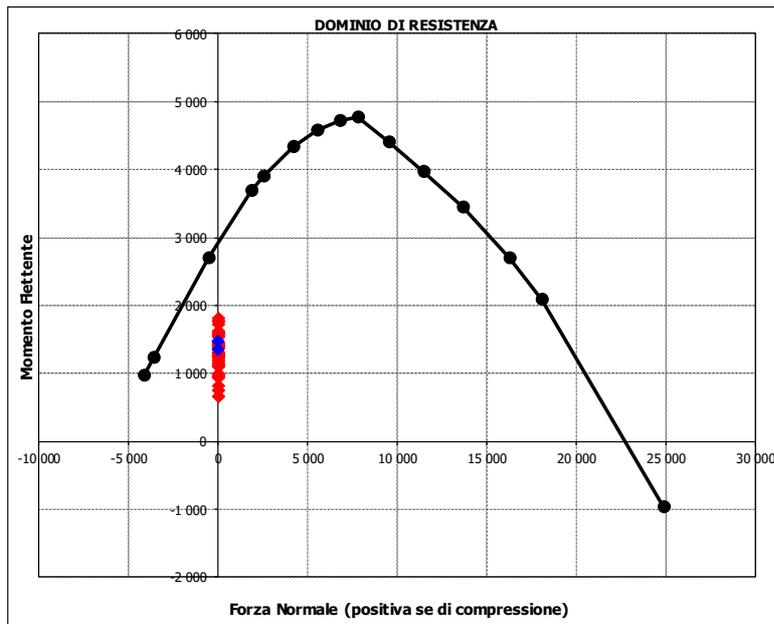
Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 110$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.7$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 101.3$ cm

Armadura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	26	53.09	cm ²
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		79.64	cm²

Armadura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		26.55	cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
(Nmax)	11M_0.55	0	1420
(Nmin)	11M_0.55	0	1420
(Mmax)	13M_0.55	0	1808
(Mmin)	24_-0.55	0	653

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
01S1-11M	0	1420	
02S1-11T	0	1374	
03S1-12M	0	1620	
04S1-12T	0	1575	
05S1-13M	0	1808	
06S1-13T	0	1763	
07S1-14-	0	932	
08S1-15-	0	1121	
09S1-21M	0	1225	
10S1-21T	0	1180	
11S1-22M	0	1425	
12S1-22T	0	1380	
13S1-23M	0	1614	
14S1-23T	0	1568	
15S1-24-	0	738	
16S1-25-	0	926	
17S1T11M	0	1275	
18S1T11T	0	1241	
19S1T12M	0	1441	
20S1T12T	0	1407	
21S1T13M	0	1592	
22S1T13T	0	1558	
23S1T14-	0	948	
24S1T15-	0	1100	
25S1T21M	0	979	
26S1T21T	0	945	
27S1T22M	0	1145	
28S1T22T	0	1111	
29S1T23M	0	1297	
30S1T23T	0	1263	
31S1T24-	0	653	
32S1T25-	0	804	
33S2-11M	0	1433	
34S2-11T	0	1399	
35S2-12M	0	1599	
36S2-12T	0	1565	
37S2-13M	0	1750	
38S2-13T	0	1716	
39S2-21M	0	1238	
40S2-21T	0	1204	
41S2-22M	0	1404	
42S2-22T	0	1370	
43S2-23M	0	1555	
44S2-23T	0	1522	
45S2T11M	0	1275	
46S2T11T	0	1241	
47S2T12M	0	1441	
48S2T12T	0	1407	
49S2T13M	0	1592	
50S2T13T	0	1558	
51S2T21M	0	979	
52S2T21T	0	945	
53S2T22M	0	1145	
54S2T22T	0	1111	
55S2T23M	0	1297	
56S2T23T	0	1263	
57SED1-	0	1468	
58SED2-	0	1348	



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

- 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	924
N_{Ed}	kN	0

Soletta sup

Armatura a taglio

Diametro	mm	12
Numero barre		2.5
A_{sw}	cm ²	2.83
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		10
\varnothing_1	mm	26
n_2		
\varnothing_2	mm	
Asl	cm ²	53.09

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	110
c	cm	8.7
d	cm	101.3
k	N/mm ²	1.44
v_{min}	N/mm ²	0.35
ρ		0.0052
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	455
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

$\cot\alpha$		0.5
v		0.5
ω_{sw}		0.03
$\cot\theta$		2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8
V_{Rsd}	kN	1261
V_{Rcd}	kN	2957
V_{Rd}	kN	1261
V_{Rd}	kN	VERIFICATO

• Verifica a fessurazione campata (Solsup-Camp)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	1328.83	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	0.00	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	1137.59	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	0.00	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{zamm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	110.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{s1} = 8.7$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{s2} = 10.0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$C_{t1} = 8.7$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{t2} = 11.3$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	∞	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.25	cm		
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	12486.60	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	14412931.18	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	6812968.82	cm ⁴		

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	7.07	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	190.31	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	∞	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.25	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	12486.60	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	14412931.18	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	6812968.82	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	756.09	kNm	La sezione è fessurata
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	∞	cm	
Distanza sforzo N dal bordo sezione per $M=M_{fess}$	u (M_{fess})	∞	cm	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	36.25	cm	
Compressione massima nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cf}	4.02	N/mm ²	
Trazione nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sf}	108.29	N/mm ²	
Coefficiente dipendente dalla durata del carico	k_t	0.40	-	
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	24.58	cm	
Rapporto tra moduli elastici	α_e	6.09	-	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	79.64	cm ²	
Area efficace	AC_{eff}	2458.34	cm ²	
Rapporto geometrico di armatura	ρ_{eff}	0.0324	-	
Deformazione unitaria media dell'armatura	ϵ_{sm}	0.0003	-	
Copriferro netto	c'	5.00	cm	
Coefficiente dipendente dall'aderenza dell'acciaio	K_1	0.80	-	
Coefficiente dipendente dal diagramma tensioni	K_2	0.50	-	
Coefficiente adimensionale	K_3	3.40	-	
Coefficiente adimensionale	K_4	0.425	-	
Diametro equivalente delle barr edi armatura	ϕ_{eq}	26.00	mm	
Distanza massima tra le fessure	Δs_{max}	306.44	mm	
Distanza media tra le fessure	Δs_m	180.26	mm	
Valore medio dell'apertura delle fessure	w_m	0.05	mm	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure	w_d	0.09	mm	

**SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata**
Relazione di calcolo vasca

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	56 di 76

• Verifica a fessurazione appoggio (Solsup-App)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	1263.11	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	0.00	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	1093.27	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	0.00	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	110.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{s1} = 8.7$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{s2} = 10.0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$C_{t1} = 8.7$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{t2} = 11.3$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	∞	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.25	cm		
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	12486.60	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	14412931.18	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	6812968.82	cm ⁴		

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	6.72	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	180.90	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	∞	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.25	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	12486.60	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	14412931.18	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id+}	6812968.82	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	756.09	kNm	La sezione è fessurata
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	∞	cm	
Distanza sforzo N dal bordo sezione per $M=M_{fess}$	u (M_{fess})	∞	cm	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	36.25	cm	
Compressione massima nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cf}	4.02	N/mm ²	
Trazione nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sf}	108.29	N/mm ²	
Coefficiente dipendente dalla durata del carico	k_t	0.40	-	
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	24.58	cm	
Rapporto tra moduli elastici	α_e	6.09	-	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	79.64	cm ²	
Area efficace	AC_{eff}	2458.34	cm ²	
Rapporto geometrico di armatura	ρ_{eff}	0.0324	-	
Deformazione unitaria media dell'armatura	ϵ_{sm}	0.0003	-	
Copriferro netto	c'	5.00	cm	
Coefficiente dipendente dall'aderenza dell'acciaio	K_1	0.80	-	
Coefficiente dipendente dal diagramma tensioni	K_2	0.50	-	
Coefficiente adimensionale	K_3	3.40	-	
Coefficiente adimensionale	K_4	0.425	-	
Diametro equivalente delle barr edi armatura	ϕ_{eq}	26.00	mm	
Distanza massima tra le fessure	Δs_{max}	306.44	mm	
Distanza media tra le fessure	Δs_m	180.26	mm	
Valore medio dell'apertura delle fessure	w_m	0.05	mm	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure	w_d	0.09	mm	

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	$E_s = 200000$ N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00196$

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

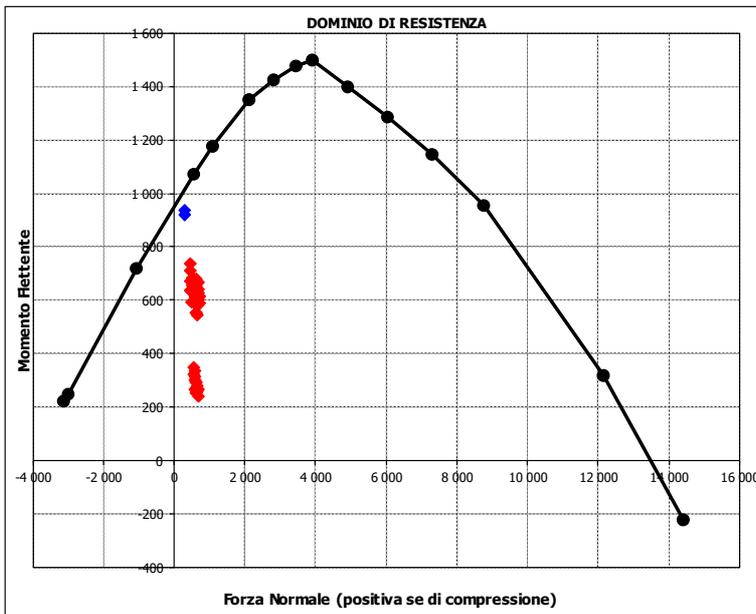
Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione h	= 60 cm
Base della sezione b	= 100 cm
Copriferro d'	= 8.7 cm
Altezza utile della sezione d	= 51.3 cm

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	26	53.09	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		53.09	cm²

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		26.55	cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
(Nmax)	-12M_0.5	745	587
(Nmin)	D2_-0.5	310	936
(Mmax)	D2_-0.5	310	936
(Mmin)	-11M_0.5	703	240

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	703	240
02S1-11T	650	256
03S1-12M	745	587
04S1-12T	691	604
05S1-13M	694	640
06S1-13T	640	656
07S1-14-	522	659
08S1-15-	472	711
09S1-21M	702	265
10S1-21T	649	281
11S1-22M	743	613
12S1-22T	690	629
13S1-23M	692	665
14S1-23T	639	681
15S1-24-	521	684
16S1-25-	470	737
17S1T11M	642	253
18S1T11T	602	265
19S1T12M	676	543
20S1T12T	636	555
21S1T13M	636	584
22S1T13T	596	596
23S1T14-	515	595
24S1T15-	475	635
25S1T21M	640	291
26S1T21T	600	303
27S1T22M	675	580
28S1T22T	635	592
29S1T23M	634	621
30S1T23T	594	633
31S1T24-	514	632
32S1T25-	474	673
33S2-11M	593	312
34S2-11T	553	324
35S2-12M	627	602
36S2-12T	587	614
37S2-13M	587	643
38S2-13T	547	655
39S2-21M	591	338
40S2-21T	551	350
41S2-22M	625	627
42S2-22T	585	639
43S2-23M	585	668
44S2-23T	545	680
45S2T11M	642	253
46S2T11T	602	265
47S2T12M	676	543
48S2T12T	636	555
49S2T13M	636	584
50S2T13T	596	596
51S2T21M	640	291
52S2T21T	600	303
53S2T22M	675	580
54S2T22T	635	592
55S2T23M	634	621
56S2T23T	594	633
57SED1-	311	920
58SED2-	310	936



**SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata**
Relazione di calcolo vasca

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	58 di 76

• 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

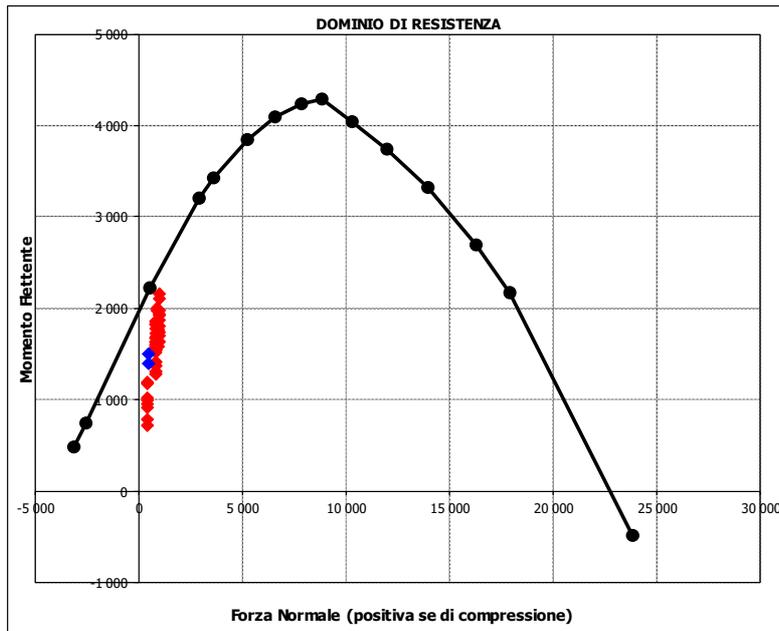
Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 110 \text{ cm}$
Base della sezione	$b = 100 \text{ cm}$
Copriferro	$d' = 8.7 \text{ cm}$
Altezza utile della sezione	$d = 101.3 \text{ cm}$

Armatura tesa		
N° ferri	Diametro	Area
10	26	53.09 cm^2
		0.00 cm^2
		0.00 cm^2
53.09 cm^2		

Armatura compressa		
N° ferri	Diametro	Area
5	26	26.55 cm^2
		0.00 cm^2
		0.00 cm^2
26.55 cm^2		

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd	Msd
(Nmax) 05S1-13M	1016	2151
(Nmin) 31S1T24-	404	720
(Mmax) 05S1-13M	1016	2151
(Mmin) 31S1T24-	404	720

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	973	1804
02S1-11T	960	1760
03S1-12M	991	1916
04S1-12T	978	1872
05S1-13M	1016	2151
06S1-13T	1003	2107
07S1-14-	411	957
08S1-15-	437	1192
09S1-21M	969	1630
10S1-21T	957	1586
11S1-22M	987	1742
12S1-22T	974	1698
13S1-23M	1012	1977
14S1-23T	1000	1933
15S1-24-	408	783
16S1-25-	433	1018
17S1T11M	808	1577
18S1T11T	799	1544
19S1T12M	823	1672
20S1T12T	814	1638
21S1T13M	844	1861
22S1T13T	834	1828
23S1T14-	410	986
24S1T15-	430	1175
25S1T21M	803	1311
26S1T21T	794	1278
27S1T22M	818	1405
28S1T22T	808	1372
29S1T23M	838	1595
30S1T23T	829	1561
31S1T24-	404	720
32S1T25-	425	909
33S2-11M	832	1718
34S2-11T	822	1685
35S2-12M	846	1813
36S2-12T	837	1780
37S2-13M	867	2002
38S2-13T	857	1969
39S2-21M	828	1544
40S2-21T	819	1511
41S2-22M	843	1638
42S2-22T	834	1605
43S2-23M	863	1828
44S2-23T	854	1794
45S2T11M	808	1577
46S2T11T	799	1544
47S2T12M	823	1672
48S2T12T	814	1638
49S2T13M	844	1861
50S2T13T	834	1828
51S2T21M	803	1311
52S2T21T	794	1278
53S2T22M	818	1405
54S2T22T	808	1372
55S2T23M	838	1595
56S2T23T	829	1561
57SED1-	465	1500
58SED2-	463	1393



**SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata**
Relazione di calcolo vasca

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	59 di 76

• **Verifica a pressoflessione intermedio (Pied-Interm)**

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	$E_s = 200000$ N/mm ²
	$\epsilon_{yd} = 0.00196$

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	$h = 90$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.7$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 81.3$ cm

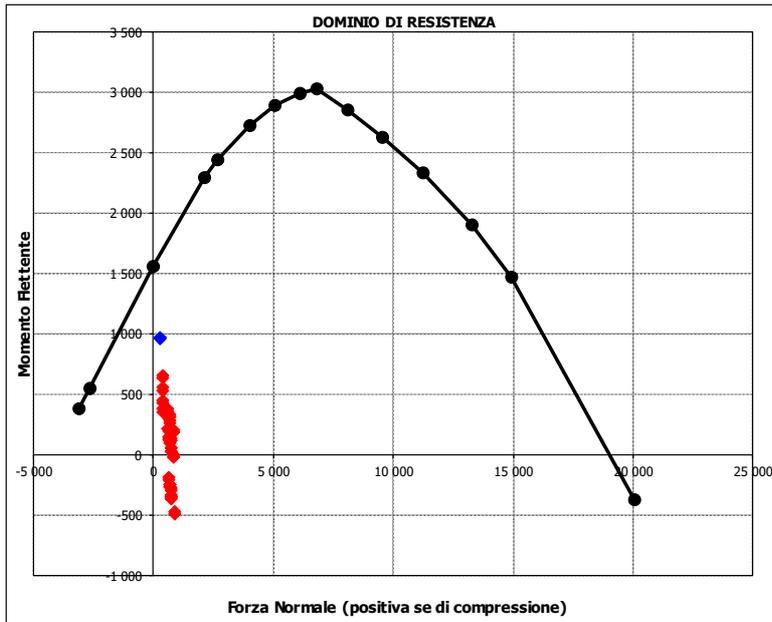
Armadura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	26	53.09	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		53.09	cm²

Armadura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		26.55	cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
(Nmax)	-21M_2.5	859	-487
(Nmin)	D1_-2.5	272	970
(Mmax)	D1_-2.5	272	970
(Mmin)	-21M_2.5	859	-487

Caratteristiche di sollecitazione

Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	857	-467
02S1-11T	744	-338
03S1-12M	817	4
04S1-12T	704	133
05S1-13M	810	207
06S1-13T	697	336
07S1-14	386	455
08S1-15	379	658
09S1-21M	859	-487
10S1-21T	746	-358
11S1-22M	819	-16
12S1-22T	706	113
13S1-23M	812	187
14S1-23T	699	316
15S1-24	388	435
16S1-25	381	638
17S1T11M	738	-341
18S1T11T	653	-244
19S1T12M	704	53
20S1T12T	620	150
21S1T13M	700	227
22S1T13T	615	324
23S1T14	393	380
24S1T15	388	554
25S1T21M	740	-364
26S1T21T	656	-267
27S1T22M	707	30
28S1T22T	622	127
29S1T23M	702	204
30S1T23T	618	300
31S1T24	395	356
32S1T25	391	530
33S2-11M	720	-280
34S2-11T	635	-183
35S2-12M	686	114
36S2-12T	602	211
37S2-13M	682	288
38S2-13T	597	385
39S2-21M	722	-300
40S2-21T	637	-203
41S2-22M	689	94
42S2-22T	604	191
43S2-23M	684	268
44S2-23T	599	365
45S2T11M	738	-341
46S2T11T	653	-244
47S2T12M	704	53
48S2T12T	620	150
49S2T13M	700	227
50S2T13T	615	324
51S2T21M	740	-364
52S2T21T	656	-267
53S2T22M	707	30
54S2T22T	622	127
55S2T23M	702	204
56S2T23T	618	300
57SED1-	272	970
58SED2-	274	955



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

- 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

		Piedritto sx	Piedritto dx	Piedritto iter
V_{Ed}	kN	647	395	684
N_{Ed}	kN	0	0	0

Armatura a taglio

		Piedritto sx	Piedritto dx	Piedritto iter
Diametro	mm	12	12	12
Numero barre		2.5	2.5	2.5
A_{sw}	cm ²	2.83	2.83	2.83
Passo s	cm	20	20	20
Angolo α	°	90	90	90

Armatura longitudinale

		Piedritto sx	Piedritto dx	Piedritto iter
n_1		10	10	10
\varnothing_1	mm	26	26	26
n_2				
\varnothing_2	mm			
Asl	cm ²	53.09	53.09	53.09

Sezione

		Piedritto sx	Piedritto dx	Piedritto iter
b_w	cm	100	100	100
H	cm	110	60	90
c	cm	8.7	8.7	8.7
d	cm	101.3	51.3	81.3
k	N/mm ²	1.44	1.62	1.50
v_{min}	N/mm ²	0.35	0.42	0.37
ρ		0.0052	0.0103	0.0065
σ_{cp}	N/mm ²	0.00	0.00	0.00
α_c		1.00	1.00	1.00

Resistenza senza armatura a taglio

		Piedritto sx	Piedritto dx	Piedritto iter
V_{Rd}	kN	455	325	407
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

		Piedritto sx	Piedritto dx	Piedritto iter
$\cot\alpha$		0.5	0.5	0.5
v		0.5	0.5	0.5
ω_{sw}		0.03	0.03	0.03
$\cot\theta$		2.50	2.50	2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8	21.8	21.8
V_{RSd}	kN	1261	639	1012
V_{RCd}	kN	2957	1498	2373
V_{Rd}	kN	1261	639	1012
V_{Rd}	kN	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO

**SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata
Relazione di calcolo vasca**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	61 di 76

• Verifica a fessurazione spiccato (Pied-Spicc)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	620.44	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	376.88	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	583.31	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	359.23	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	60.00	cm	
Larghezza sezione	B	100.00	cm	
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26 $C_{s1} = 8.7$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0 $C_{s2} = 10.0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26 $C_{t1} = 8.7$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0 $C_{t2} = 10.0$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	164.62	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	134.62	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	22.27	cm	
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	7114.95	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2341973.81	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	1112682.98	cm ⁴	

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	11.84	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	231.39	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	162.38	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	132.38	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	22.30	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	7114.95	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	2341973.81	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	1113118.32	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	264.65	kNm	La sezione è fessurata
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	73.67	cm	
Distanza sforzo N dal bordo sezione per $M=M_{fess}$	u (M_{fess})	43.67	cm	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	25.10	cm	
Compressione massima nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cf}	5.25	N/mm ²	
Trazione nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sf}	82.21	N/mm ²	
Coefficiente dipendente dalla durata del carico	k_t	0.40	-	
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	11.63	cm	
Rapporto tra moduli elastici	α_e	6.09	-	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	53.09	cm ²	
Area efficace	AC_{eff}	1163.28	cm ²	
Rapporto geometrico di armatura	ρ_{eff}	0.0456	-	
Deformazione unitaria media dell'armatura	ϵ_{sm}	0.0002	-	
Copriferro netto	c'	5.00	cm	
Coefficiente dipendente dall'aderenza dell'acciaio	K_1	0.80	-	
Coefficiente dipendente dal diagramma tensioni	K_2	0.50	-	
Coefficiente adimensionale	K_3	3.40	-	
Coefficiente adimensionale	K_4	0.425	-	
Diametro equivalente delle barre di armatura	ϕ_{eq}	26.00	mm	
Distanza massima tra le fessure	Δs_{max}	266.84	mm	
Distanza media tra le fessure	Δs_m	156.97	mm	
Valore medio dell'apertura delle fessure	w_m	0.03	mm	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure	w_d	0.06	mm	

• Verifica a fessurazione sommità (Pied-Sommità)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	1514.06	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	743.70	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	1287.58	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	615.53	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	110.00	cm	
Larghezza sezione	B	100.00	cm	
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26 $C_{s1} = 8.7$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0 $C_{s2} = 10.0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26 $C_{t1} = 8.7$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0 $C_{t2} = 10.0$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	203.59	cm	< H/6 Sez. interamente reagente
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	148.59	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	37.01	cm	
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	12114.95	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	13652498.60	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	5300598.74	cm ⁴	

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	9.64	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	251.12	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	209.18	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	154.18	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	36.83	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	12114.95	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	13652498.60	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	5290673.29	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	842.31	kNm	La sezione è fessurata
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	136.84	cm	
Distanza sforzo N dal bordo sezione per $M=M_{fess}$	u (M_{fess})	81.84	cm	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	40.34	cm	
Compressione massima nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cf}	5.47	N/mm ²	
Trazione nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sf}	124.01	N/mm ²	
Coefficiente dipendente dalla durata del carico	k_t	0.40	-	
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	23.22	cm	
Rapporto tra moduli elastici	α_e	6.09	-	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	53.09	cm ²	
Area efficace	AC_{eff}	2322.16	cm ²	
Rapporto geometrico di armatura	ρ_{eff}	0.0229	-	
Deformazione unitaria media dell'armatura	ϵ_{sm}	0.0003	-	
Copriferro netto	c'	5.00	cm	
Coefficiente dipendente dall'aderenza dell'acciaio	K_1	0.80	-	
Coefficiente dipendente dal diagramma tensioni	K_2	0.50	-	
Coefficiente adimensionale	K_3	3.40	-	
Coefficiente adimensionale	K_4	0.425	-	
Diametro equivalente delle barr edi armatura	ϕ_{eq}	26.00	mm	
Distanza massima tra le fessure	Δs_{max}	363.32	mm	
Distanza media tra le fessure	Δs_m	213.72	mm	
Valore medio dell'apertura delle fessure	w_m	0.06	mm	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure	w_d	0.10	mm	

- Verifica a fessurazione intermedio (Pied-Interm)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	554.12	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	641.53	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	497.52	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	581.62	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	90.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$c_{s1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = \mathbf{10.0}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$c_{t1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{t2} = \mathbf{10.0}$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	86.37	cm	< H/6	Sez. interamente reagente
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	41.37	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	37.26	cm		
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	10114.95	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	7649100.10	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	3593413.74	cm ⁴		

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	5.23	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	92.74	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	85.54	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	40.54	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	37.37	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	10114.95	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	7649100.10	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	3603817.13	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	588.17	kNm	La sezione non è fessurata
---	------------	--------	-----	----------------------------

10.5.4 Verifica soletta inferiore

- Verifica a pressoflessione campata (Solinf-Camp)

Acciaio	
Tensione car. di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
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

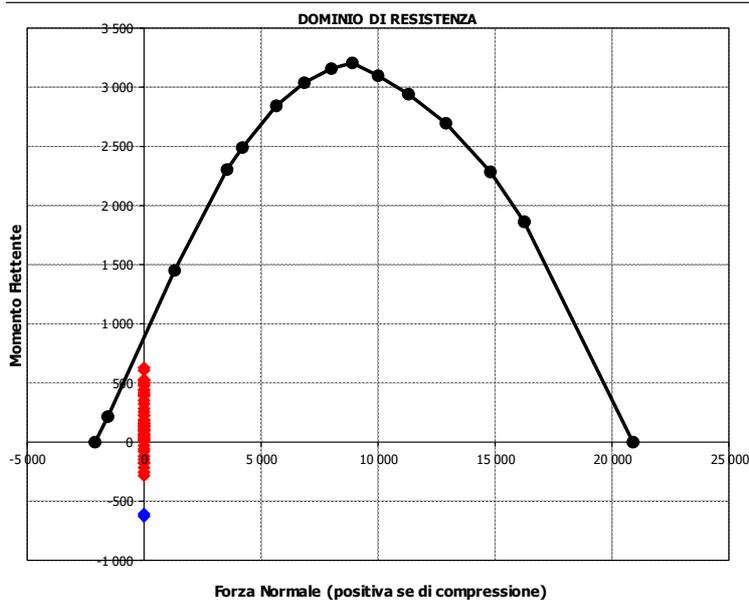
Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 100 \text{ cm}$
Base della sezione	$b = 100 \text{ cm}$
Copriferro	$d' = 8.7 \text{ cm}$
Altezza utile della sezione	$d = 91.3 \text{ cm}$

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55 cm^2	
		0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		26.55 cm^2	

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55 cm^2	
		0.00 cm^2	
		0.00 cm^2	
		26.55 cm^2	

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
(Nmax)	-11M_1.5	0	631
(Nmin)	-11M_1.5	0	631
(Mmax)	-11M_1.5	0	631
(Mmin)	D2_1.56	0	-627

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
01S1-11M	0	631	
02S1-11T	0	533	
03S1-12M	0	281	
04S1-12T	0	183	
05S1-13M	0	168	
06S1-13T	0	70	
07S1-14-	0	-144	
08S1-15-	0	-257	
09S1-21M	0	602	
10S1-21T	0	504	
11S1-22M	0	252	
12S1-22T	0	154	
13S1-23M	0	139	
14S1-23T	0	41	
15S1-24-	0	-173	
16S1-25-	0	-286	
17S1T11M	0	519	
18S1T11T	0	445	
19S1T12M	0	225	
20S1T12T	0	152	
21S1T13M	0	135	
22S1T13T	0	61	
23S1T14-	0	-82	
24S1T15-	0	-172	
25S1T21M	0	478	
26S1T21T	0	404	
27S1T22M	0	184	
28S1T22T	0	111	
29S1T23M	0	94	
30S1T23T	0	20	
31S1T24-	0	-122	
32S1T25-	0	-213	
33S2-11M	0	424	
34S2-11T	0	350	
35S2-12M	0	130	
36S2-12T	0	56	
37S2-13M	0	39	
38S2-13T	0	-34	
39S2-21M	0	395	
40S2-21T	0	321	
41S2-22M	0	101	
42S2-22T	0	27	
43S2-23M	0	11	
44S2-23T	0	-63	
45S2T11M	0	519	
46S2T11T	0	445	
47S2T12M	0	225	
48S2T12T	0	152	
49S2T13M	0	135	
50S2T13T	0	61	
51S2T21M	0	478	
52S2T21T	0	404	
53S2T22M	0	184	
54S2T22T	0	111	
55S2T23M	0	94	
56S2T23T	0	20	
57SED1-	0	-608	
58SED2-	0	-627	



• Verifica a pressoflessione appoggio (Solinf-App)

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

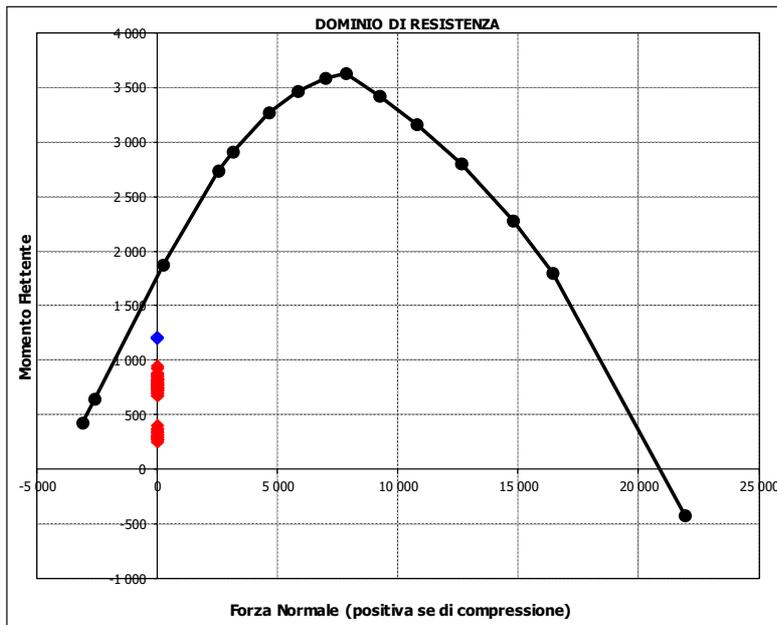
Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 100$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.7$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 91.3$ cm

Armatura tesa		
N° ferri	Diametro	Area
10	26	53.09 cm ²
		0.00 cm ²
		0.00 cm ²
53.09 cm²		

Armatura compressa		
N° ferri	Diametro	Area
5	26	26.55 cm ²
		0.00 cm ²
		0.00 cm ²
26.55 cm²		

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd	Msd
(Nmax)	11M_1.45	0
(Nmin)	11M_1.45	0
(Mmax)	2-_1.45	0
(Mmin)	11M_1.45	0

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	0	246
02S1-11T	0	276
03S1-12M	0	726
04S1-12T	0	756
05S1-13M	0	792
06S1-13T	0	822
07S1-14-	0	859
08S1-15-	0	926
09S1-21M	0	274
10S1-21T	0	304
11S1-22M	0	754
12S1-22T	0	784
13S1-23M	0	820
14S1-23T	0	850
15S1-24-	0	888
16S1-25-	0	954
17S1T11M	0	276
18S1T11T	0	299
19S1T12M	0	678
20S1T12T	0	700
21S1T13M	0	730
22S1T13T	0	752
23S1T14-	0	774
24S1T15-	0	826
25S1T21M	0	318
26S1T21T	0	340
27S1T22M	0	719
28S1T22T	0	741
29S1T23M	0	771
30S1T23T	0	793
31S1T24-	0	815
32S1T25-	0	867
33S2-11M	0	348
34S2-11T	0	370
35S2-12M	0	749
36S2-12T	0	772
37S2-13M	0	801
38S2-13T	0	824
39S2-21M	0	376
40S2-21T	0	398
41S2-22M	0	778
42S2-22T	0	800
43S2-23M	0	830
44S2-23T	0	852
45S2T11M	0	276
46S2T11T	0	299
47S2T12M	0	678
48S2T12T	0	700
49S2T13M	0	730
50S2T13T	0	752
51S2T14M	0	318
52S2T14T	0	340
53S2T15M	0	719
54S2T15T	0	741
55S2T16M	0	771
56S2T16T	0	793
57SED1-	0	1197
58SED2-	0	1215



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

- 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	598
N_{Ed}	kN	0

Soletta inf

Armatura a taglio

Diametro	mm	12
Numero barre		2.5
A_{sw}	cm ²	2.83
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		10
\varnothing_1	mm	26
n_2		
\varnothing_2	mm	
A_{sl}	cm ²	53.09

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	100
c	cm	8.7
d	cm	91.3
k	N/mm ²	1.47
v_{min}	N/mm ²	0.36
ρ		0.0058
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	431
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

$\cot \alpha$		0.5
v		0.5
ω_{sw}		0.03
$\cot \theta$		2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8
V_{RSd}	kN	1136
V_{RCd}	kN	2665
V_{Rd}	kN	1136
V_{Rd}	kN	VERIFICATO

SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata
Relazione di calcolo vasca

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	67 di 76

• Verifica a fessurazione campata (Solinf-Camp)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	212.41	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	480.54	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	328.91	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	340.32	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	100.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{s1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{s2} = \mathbf{10.0}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{t1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{t2} = \mathbf{10.0}$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	44.20	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	-5.80	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	50.00	cm	
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	10743.30	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	9691734.17	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	5524380.28	cm ⁴	

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	1.92	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	23.82	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	96.65	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	46.65	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	31.31	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	10743.30	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	9691734.17	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	2659452.75	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	620.66	kNm	La sezione non è fessurata
---	------------	--------	-----	----------------------------

**SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata**
Relazione di calcolo vasca

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	68 di 76

• Verifica a fessurazione appoggio (Solinf-App)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	608.34	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	464.39	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	630.47	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	475.88	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	100.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{s1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{s2} = \mathbf{10.0}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$C_{t1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{t2} = \mathbf{10.0}$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	131.00	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	81.00	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	37.10	cm	
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	11114.95	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	10370934.58	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	4362495.78	cm ⁴	

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	4.66	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	102.21	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	132.48	cm	> H/6 Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	82.48	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	37.00	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	11114.95	cm ²	
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	10370934.58	cm ⁴	
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	4355153.95	cm ⁴	

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	687.26	kNm	La sezione non è fessurata
---	------------	--------	-----	----------------------------

10.5.5 Verifica soletta intermedia

- Verifica a pressoflessione campata (Solinter-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

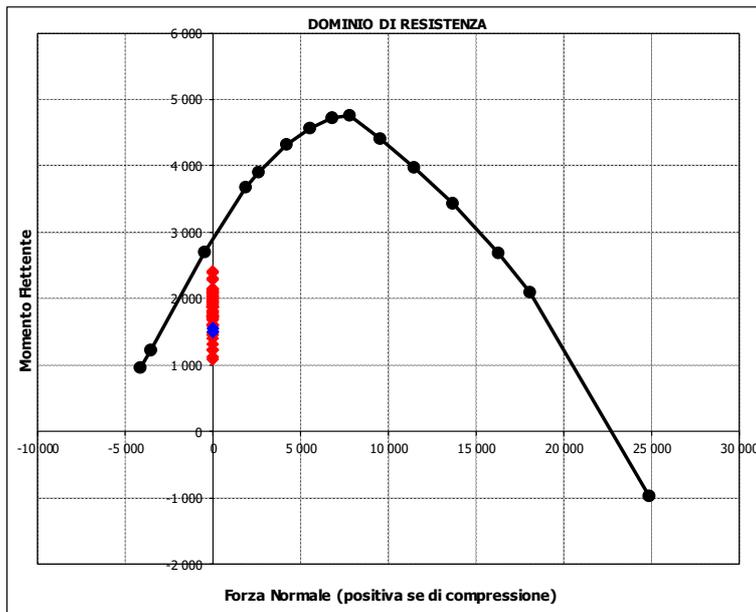
Geometria della sezione	
Altezza geometrica della sezione	$h = 110$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.7$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 101.3$ cm

Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
10	26	53.09	cm ²
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		79.64	cm²

Armatura compressa		
N° ferri	Diametro	Area
5	26	26.55
		0.00
		0.00
		26.55
		cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
	Comb.	Nsd	Msd
(Nmax)	-11M_1.3	0	1969
(Nmin)	-11M_1.3	0	1969
(Mmax)	-13T_1.3	0	2403
(Mmin)	T24_1.3	0	1081

Caratteristiche di sollecitazione		
Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	0	1969
02S1-11T	0	1987
03S1-12M	0	2120
04S1-12T	0	2138
05S1-13M	0	2384
06S1-13T	0	2403
07S1-14-	0	1225
08S1-15-	0	1490
09S1-21M	0	1868
10S1-21T	0	1886
11S1-22M	0	2018
12S1-22T	0	2037
13S1-23M	0	2283
14S1-23T	0	2302
15S1-24-	0	1124
16S1-25-	0	1389
17S1T11M	0	1731
18S1T11T	0	1745
19S1T12M	0	1859
20S1T12T	0	1872
21S1T13M	0	2083
22S1T13T	0	2096
23S1T14-	0	1221
24S1T15-	0	1445
25S1T21M	0	1591
26S1T21T	0	1605
27S1T22M	0	1719
28S1T22T	0	1733
29S1T23M	0	1943
30S1T23T	0	1957
31S1T24-	0	1081
32S1T25-	0	1306
33S2-11M	0	1779
34S2-11T	0	1793
35S2-12M	0	1907
36S2-12T	0	1921
37S2-13M	0	2131
38S2-13T	0	2145
39S2-21M	0	1678
40S2-21T	0	1692
41S2-22M	0	1806
42S2-22T	0	1820
43S2-23M	0	2030
44S2-23T	0	2044
45S2T11M	0	1731
46S2T11T	0	1745
47S2T12M	0	1859
48S2T12T	0	1872
49S2T13M	0	2083
50S2T13T	0	2096
51S2T21M	0	1591
52S2T21T	0	1605
53S2T22M	0	1719
54S2T22T	0	1733
55S2T23M	0	1943
56S2T23T	0	1957
57SED1-	0	1562
58SED2-	0	1494



• Verifica a pressoflessione appoggio (Solinter-App)

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	$h = 110$ cm
Base della sezione	$b = 100$ cm
Copriferro	$d' = 8.7$ cm
Altezza utile della sezione	$d = 101.3$ cm

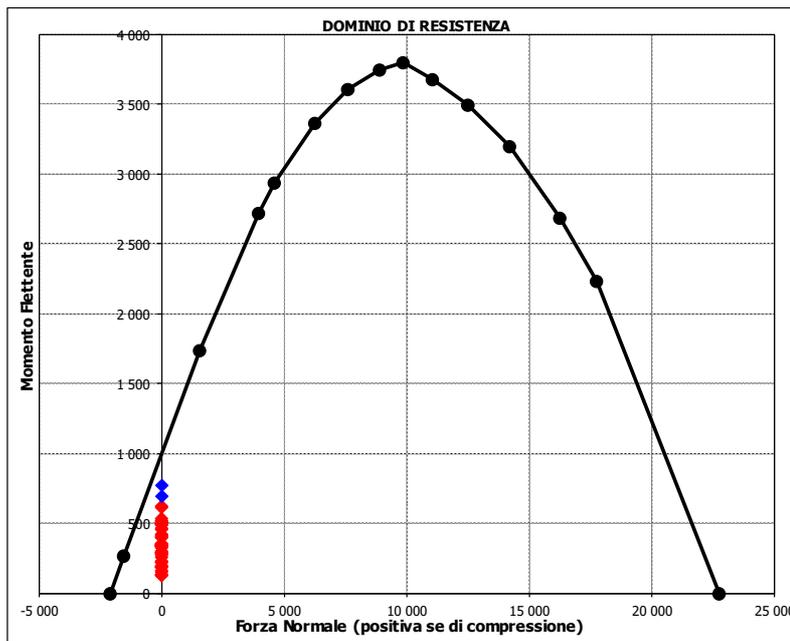
Armatura tesa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		26.55	cm²

Armatura compressa			
N° ferri	Diametro	Area	
5	26	26.55	cm ²
		0.00	cm ²
		0.00	cm ²
		26.55	cm²

Caratteristiche di sollecitazione			
Comb.	Nsd	Msd	
(Nmax)	-11M_5,5	0	163
(Nmin)	-11M_5,5	0	163
(Mmax)	D2_5,5	0	768
(Mmin)	T11T_5,5	0	127

Caratteristiche di sollecitazione

Comb.	Nsd	Msd
01S1-11M	0	163
02S1-11T	0	151
03S1-12M	0	234
04S1-12T	0	222
05S1-13M	0	423
06S1-13T	0	411
07S1-14-	0	221
08S1-15-	0	410
09S1-21M	0	273
10S1-21T	0	261
11S1-22M	0	344
12S1-22T	0	333
13S1-23M	0	533
14S1-23T	0	521
15S1-24-	0	331
16S1-25-	0	520
17S1T11M	0	136
18S1T11T	0	127
19S1T12M	0	196
20S1T12T	0	187
21S1T13M	0	348
22S1T13T	0	339
23S1T14-	0	186
24S1T15-	0	338
25S1T21M	0	293
26S1T21T	0	284
27S1T22M	0	353
28S1T22T	0	344
29S1T23M	0	505
30S1T23T	0	497
31S1T24-	0	343
32S1T25-	0	495
33S2-11M	0	298
34S2-11T	0	289
35S2-12M	0	358
36S2-12T	0	349
37S2-13M	0	511
38S2-13T	0	502
39S2-21M	0	408
40S2-21T	0	399
41S2-22M	0	468
42S2-22T	0	459
43S2-23M	0	621
44S2-23T	0	612
45S2T11M	0	136
46S2T11T	0	127
47S2T12M	0	196
48S2T12T	0	187
49S2T13M	0	348
50S2T13T	0	339
51S2T21M	0	293
52S2T21T	0	284
53S2T22M	0	353
54S2T22T	0	344
55S2T23M	0	505
56S2T23T	0	497
57SED1-	0	696
58SED2-	0	768



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A

- Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta nel seguente modo:

3. Verifica della sezione senza armatura al taglio → se $V_{Ed} < V_{Rd1}$ la verifica è soddisfatta;
4. 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	891
N_{Ed}	kN	0

Soletta inter

Armatura a taglio

Diametro	mm	12
Numero barre		2.5
A_{sw}	cm ²	2.83
Passo s	cm	20
Angolo α	°	90

Armatura longitudinale

n_1		5
\varnothing_1	mm	26
n_2		
\varnothing_2	mm	
A_{sl}	cm ²	26.55

Sezione

b_w	cm	100
H	cm	110
c	cm	8.7
d	cm	101.3
k	N/mm ²	1.44
v_{min}	N/mm ²	0.35
ρ		0.0026
σ_{cp}	N/mm ²	0.00
α_c		1.00

Resistenza senza armatura a taglio

V_{Rd}	kN	361
V_{Rd}	kN	NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Resistenza con armatura a taglio

$\cot\alpha$		0.5
v		0.5
ω_{sw}		0.03
$\cot\theta$		2.50
Inclinazione puntone θ	°	21.8
V_{Rsd}	kN	1261
V_{Rcd}	kN	2957
V_{Rd}	kN	1261
V_{Rd}	kN	VERIFICATO

SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa
Entrata
Relazione di calcolo vasca

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 26 CL	SL08C0003	A	72 di 76

• Verifica a fessurazione campata (Solinter-Camp)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	1646.76	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	2.48	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	1509.07	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	2.48	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	110.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$c_{s1} = 8.7$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$c_{s2} = 10.0$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	53.09	cm ²	10 Ø 26	$c_1 = 8.7$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	26.55	cm ²	5 Ø 26	$c_2 = 11.3$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	66535.72	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	66480.72	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.27	cm		
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	12486.60	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	14412931.18	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	6812970.83	cm ⁴		

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	8.76	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	235.71	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	60972.59	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	60917.59	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	36.27	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	12486.60	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	14412931.18	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	6812971.21	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	756.61	kNm	La sezione è fessurata
Eccentricità per $M=M_{fess}$	e (M_{fess})	30569.94	cm	
Distanza sforzo N dal bordo sezione per $M=M_{fess}$	u (M_{fess})	30514.94	cm	
Posizione asse neutro per $M=M_{fess}$	y (M_{fess})	36.29	cm	
Compressione massima nel cls. per $M=M_{fess}$	σ_{cf}	4.03	N/mm ²	
Trazione nell'acciaio (1° str.) per $M=M_{fess}$	σ_{sf}	108.22	N/mm ²	
Coefficiente dipendente dalla durata del carico	k_t	0.40	-	
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	24.57	cm	
Rapporto tra moduli elastici	α_e	6.09	-	
Armatura nell'area efficace	AS_{eff}	79.64	cm ²	
Area efficace	AC_{eff}	2456.91	cm ²	
Rapporto geometrico di armatura	ρ_{eff}	0.0324	-	
Deformazione unitaria media dell'armatura	ϵ_{sm}	0.0003	-	
Copriferro netto	c'	5.00	cm	
Coefficiente dipendente dall'aderenza dell'acciaio	K_1	0.80	-	
Coefficiente dipendente dal diagramma tensioni	K_2	0.50	-	
Coefficiente adimensionale	K_3	3.40	-	
Coefficiente adimensionale	K_4	0.425	-	
Diametro equivalente delle barr ed armatura	ϕ_{eq}	26.00	mm	
Distanza massima tra le fessure	Δs_{max}	306.36	mm	
Distanza media tra le fessure	Δs_m	180.21	mm	
Valore medio dell'apertura delle fessure	w_m	0.05	mm	
Valore di calcolo dell'apertura delle fessure	w_d	0.09	mm	

- Verifica a fessurazione appoggio (Solinf-App)

Sollecitazioni

Momento flettente - Combinazione rara	M_R	428.26	kNm
Sforzo normale - Combinazione rara	N_R	98.41	kN
Momento flettente - Combinazione frequente	M_F	321.45	kNm
Sforzo normale - Combinazione frequente	N_F	63.69	kN

Materiali

Resistenza caratteristica cubica calcestruzzo	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica calcestruzzo	f_{ck}	33.20	N/mm ²
Modulo elastico del calcestruzzo	E_{cm}	33642.78	N/mm ²
Tensione ammissibile di compressione calcestruzzo	σ_{camm}	19.92	N/mm ²
Resistenza media a trazione calcestruzzo	f_{ctm}	3.46	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione calcestruzzo	f_{ctk}	2.42	N/mm ²
Tensione ammissibile di trazione calcestruzzo	σ_{tamm}	2.89	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}	360.00	N/mm ²
Coefficiente omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo	n	15.00	-

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	110.00	cm		
Larghezza sezione	B	100.00	cm		
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{S1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{S2} = \mathbf{10.0}$ cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	26.55	cm ²	5 Ø 26	$C_{I1} = \mathbf{8.7}$ cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²	0 Ø 0	$C_{I2} = \mathbf{10.0}$ cm

Proprietà sezione in combinazione rara

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	435.16	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	380.16	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	24.97	cm		
Area ideale (sezione interamente reagente)	A_{id}	11743.30	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	12798887.96	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	2944407.54	cm ⁴		

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	3.38	N/mm ²	< σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	155.03	N/mm ²	< σ_{samm}

Proprietà sezione in combinazione frequente

Eccentricità dello sforzo normale	e (M)	504.70	cm	> H/6	Sez. parzializzata
Distanza sforzo N dal bordo sezione	u (M)	449.70	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	24.65	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	11743.30	cm ²		
Momento di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	12798887.96	cm ⁴		
Momento di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id*}	2940013.02	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (σ_{tamm})	M_{fess}	684.04	kNm	La sezione non è fessurata
---	------------	--------	-----	----------------------------

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 74 di 76

11. INCIDENZA VASCA DI SOLLEVAMENTO

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

Soletta superiore	110 kg/mc
Soletta inferiore	90 kg/mc
Soletta intermedia	90 kg/mc
Piedritti Sp_110	90 kg/mc
Piedritti Sp_60	145 kg/mc
Piedritti Sp_90	105 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.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
SL08C - Sottovia intersezione tra SP 582 e Rampa Entrata Relazione di calcolo vasca	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO SL08C0003	REV. A	FOGLIO 75 di 76

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.