

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



ATLANTE

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	I V 0 2 0 0	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	M. Calderoni	Dicembre 2022	V. Calzona	Dicembre 2022	S. Canale	Dicembre 2022	
B	Emissione a seguito RdV 0264	Ing. A.Zaza	Luglio 2023	Ing. M. Calderoni	Luglio 2023	Ing. S. Canale	Luglio 2023	Ing. M. Facchini Luglio 2023



**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
1.. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
2.. MATERIALI.....	6
2.1 Calcestruzzo Magrone	6
2.2 Soletta superiore	6
2.3 Piedritti	6
2.4 Soletta inferiore	6
2.5 Acciaio B450C.....	6
3.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	7
3.1 Terreno di ricoprimento/rinterro	7
3.2 Terreno di fondazione	7
3.3 Falda	7
3.4 Interazione terreno-struttura	7
4.. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	9
4.1 Vita nominale e classe d'uso	9
4.2 Parametri di pericolosità sismica	9
5.. VERIFICHE STRUTTURALI	13
5.1 Verifica allo stato limite ultimo	13
5.2 Verifica S.L.E.	14
6.. SOFTWARE DI CALCOLO.....	16
7.. SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01	17
7.1 Modello di calcolo.....	18
7.2 Analisi dei carichi	19
7.3 Azione sismica	33
8.. COMBINAZIONI DI CARICO	36
9.. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI.....	40
10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	46
10.1 SOLETTA SUPERIORE.....	47
10.2 PIEDRITTO TESTA.....	48
10.3 PIEDRITTO SPICCATO.....	49
10.4 SOLETTA INFERIORE APPOGGIO	50
10.5 SOLETTA INFERIORE MEZZERIA.....	51

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	2

11 VERIFICA DELLO SBALZO.....	52
12 VERIFICHE INTEGRATIVE MURO POSTERIORE	54
13 RIEPILOGO ARMATURE – SCATOLARE	64
14 VERIFICHE GEOTECNICHE	65
14.1 Verifica della capacita portante.....	65

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	3

1. PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al raddoppio ferroviario della Linea Bari - Pescara nella tratta Termoli - Ripalta, per uno sviluppo complessivo di 24.930,52 km.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica delle spalle del cavalcavia denominato IV02 Cavalcavia in viadotto (Viabilità accesso fermata Campomarino)

L'opera in esame in esame è costituita da uno scatolare in c.a. di dimensioni interne 14.25m (larghezza)x5.40-6.90m (altezza). Lo spessore strutturale per la parte in fondazione è di 1.50m, per i piedritti è per il trasverso è pari a 1,30m.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative del sottovia. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

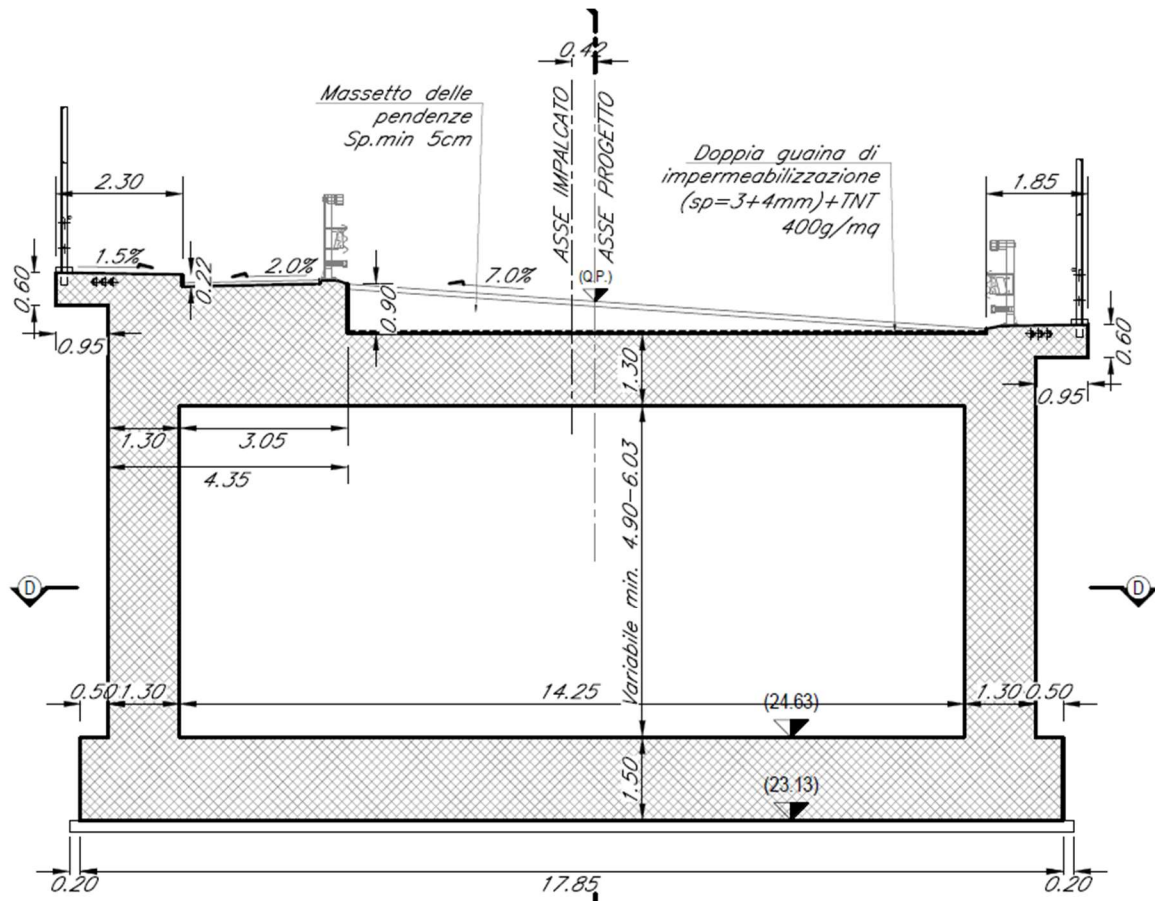


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	4

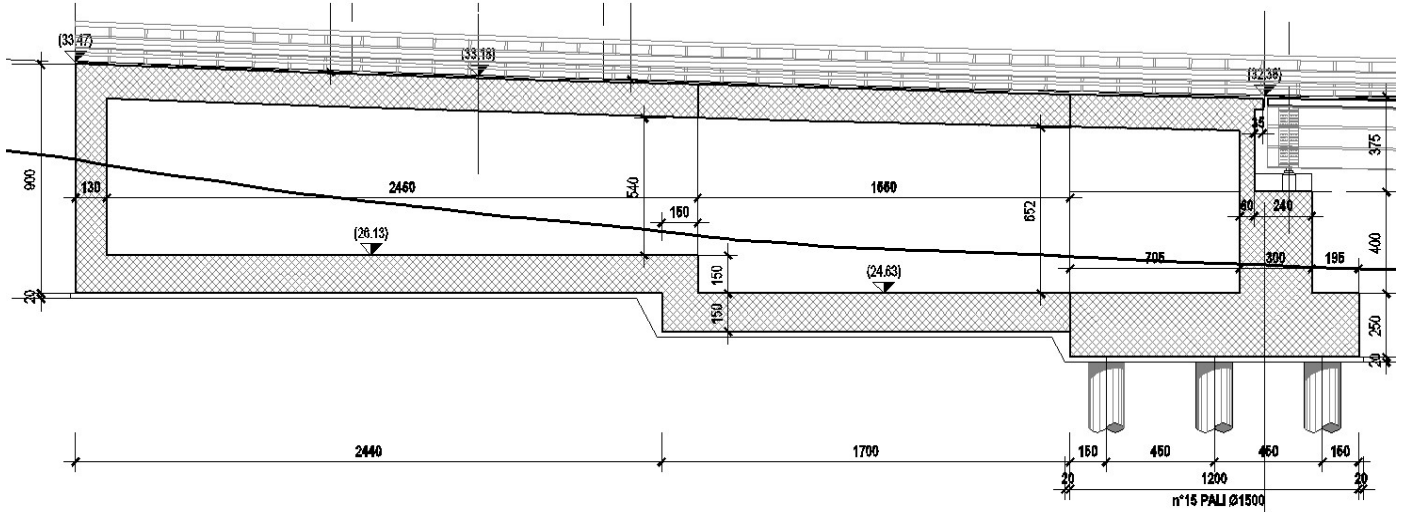


Fig. 2 – Sezione longitudinale

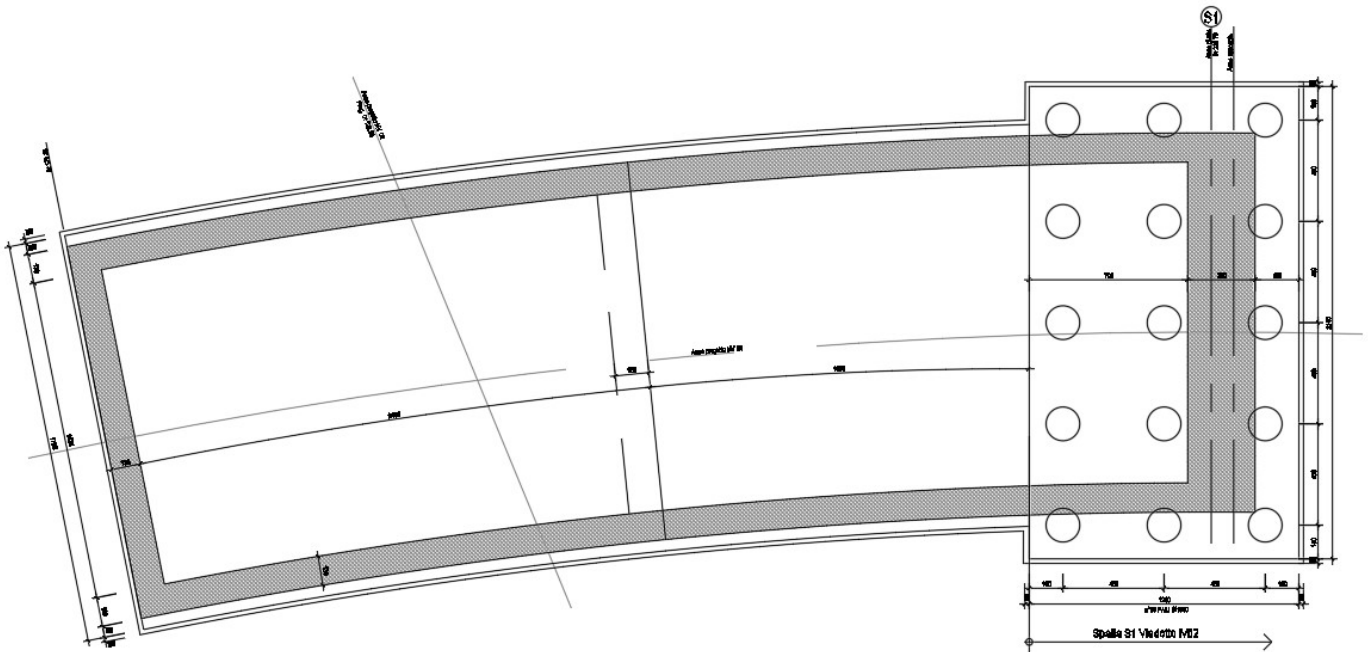


Fig. 3 – Planimetria dell'opera

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	5

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 14/01/2008;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 31/12/2020: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 E del 30/12/2020 : Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 – Corpo Stradale;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 E del 31/12/2020: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- STI 2014 –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;

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	6

2 MATERIALI

2.1 CALCESTRUZZO MAGRONE

Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa

Resistenza caratteristica cubica:	Rck = 15 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica:	fck = 12 N/mm ²
Classe di esposizione:	X0
Classe di consistenza slump:	S3

2.2 SOLETTA SUPERIORE

Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa

Conforme alla UNI EN 206-1	
Classe di esposizione	XC2/XF4
Rck (UNI EN 206-2016)	>= 40 MPa
Classe di resistenza (UNI EN 206-2016)	C32/40
Tipo cemento	CEM III-V
Dimensione max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S3-S4
Copriferro minimo	50 mm

2.3 PIEDRITTI

Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa

Conforme alla UNI EN 206-1	
Classe di esposizione	XC2
Rck (UNI EN 206-2016)	>= 40 MPa
Classe di resistenza (UNI EN 206-2016)	C32/40
Tipo cemento	CEM III-V
Dimensione max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S3-S4
Copriferro minimo	50 mm

2.4 SOLETTA INFERIORE

Conglomerato classe di resistenza C32/40 – Rck 40MPa

Conforme alla UNI EN 206-1	
Classe di esposizione	XC2
Rck (UNI EN 206-2016)	>= 40 MPa
Classe di resistenza (UNI EN 206-2016)	C32/40
Tipo cemento	CEM III-V
Dimensione max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S3-S4
Copriferro minimo	50 mm

2.5 ACCIAIO B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$
in cui $\gamma_m = 1.15$	$f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa};$
Modulo Elastico	$E_s = 210'000 \text{ MPa}.$

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	7

3 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

3.1 TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$\varphi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

3.2 TERRENO DI FONDAZIONE

I dati geotecnici del terreno di fondazione utilizzato si basano sulla relazione geotecnica.

3.3 FALDA

La quota di falda non interferisce con la fondazione

3.4 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno-struttura. Considerando un numero fisso e pari ad 11 di molle elastiche, la caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{bt^2 \cdot bl}}$$

- K_s = costante di sottofondo [F/L^3]
- bt = dimensione trasversale dell'opera
- bl = dimensione longitudinale dell'opera (il modello del calcolo è effettuato al metro)
- E = modulo di Young del terreno

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale $K_s = 4857 \text{ kN/m}^3$

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle, ottenendo per le 5 molle centrali un valore di:

$$K_{\text{centrale}} = K_s \cdot L_{\text{int}} / 10 = 6920.6 \text{ kN/m}^2$$

I valori delle molle di spigolo si ottengono con la seguente formulazione:

$$K_{\text{bordo}} = K_s \cdot 3L_p / 4 = 5038.7 \text{ kN/m}^2$$

ed infine in valori delle molle nei nodi laterali:

$$K_{\text{laterali}} = K_s (L_{\text{int}} / 10 / 2 + L_p / 4) = 7163 \text{ kN/m}^2$$

$$K_{\text{orizzontali}} = 10 \cdot K_{\text{centrale}} = 69206.1 \text{ kN/m}^2$$

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	8

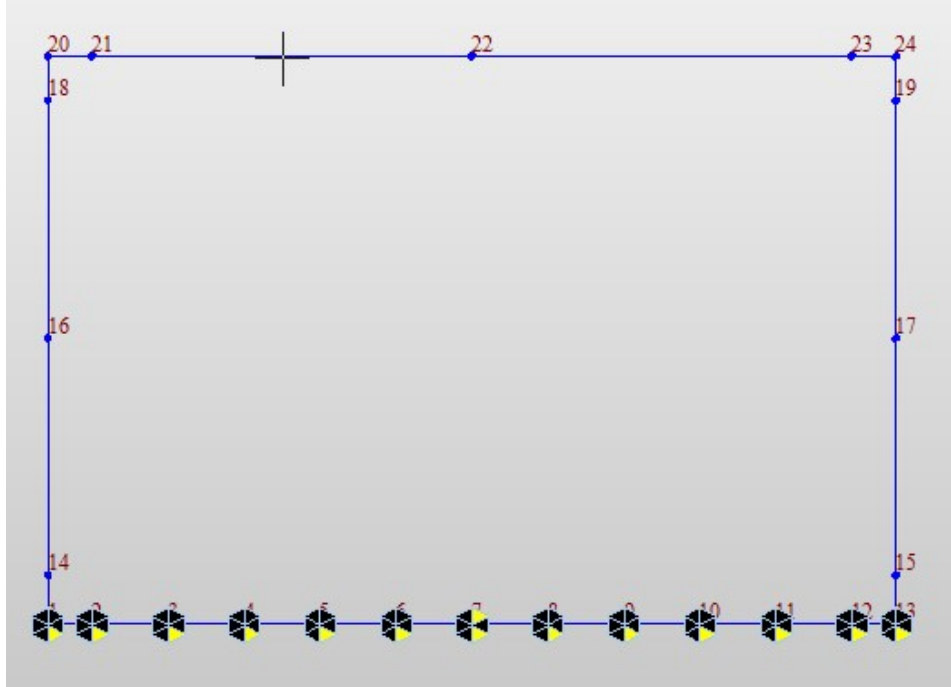


Fig. 4 – Modellazione molle elastiche in MIDAS

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	9

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

4.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_n \cdot C_u$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

4.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo C

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.2008, si ottiene per il sito in esame:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE:
 LATITUDINE:

Ricerca per comune
 REGIONE:
 PROVINCIA:
 COMUNE:

Elaborazioni grafiche

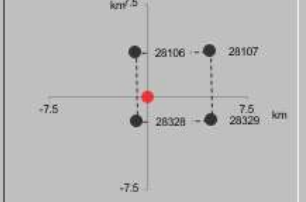
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:



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".

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 00	PROGR 001	REV B

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_{Nl} info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

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

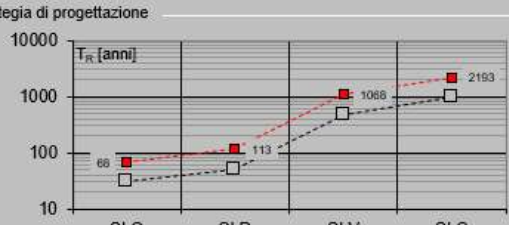
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	113
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.064	2.497	0.326
SLD	113	0.081	2.547	0.334
SLV	1068	0.189	2.544	0.380
SLC	2193	0.244	2.518	0.387

- $a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	11

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.189 g
F_a	2.544
T_C	0.380 s
S_S	1.411
C_C	1.445
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.411
η	1.000
T_B	0.183 s
T_C	0.549 s
T_D	2.356 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / \xi + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

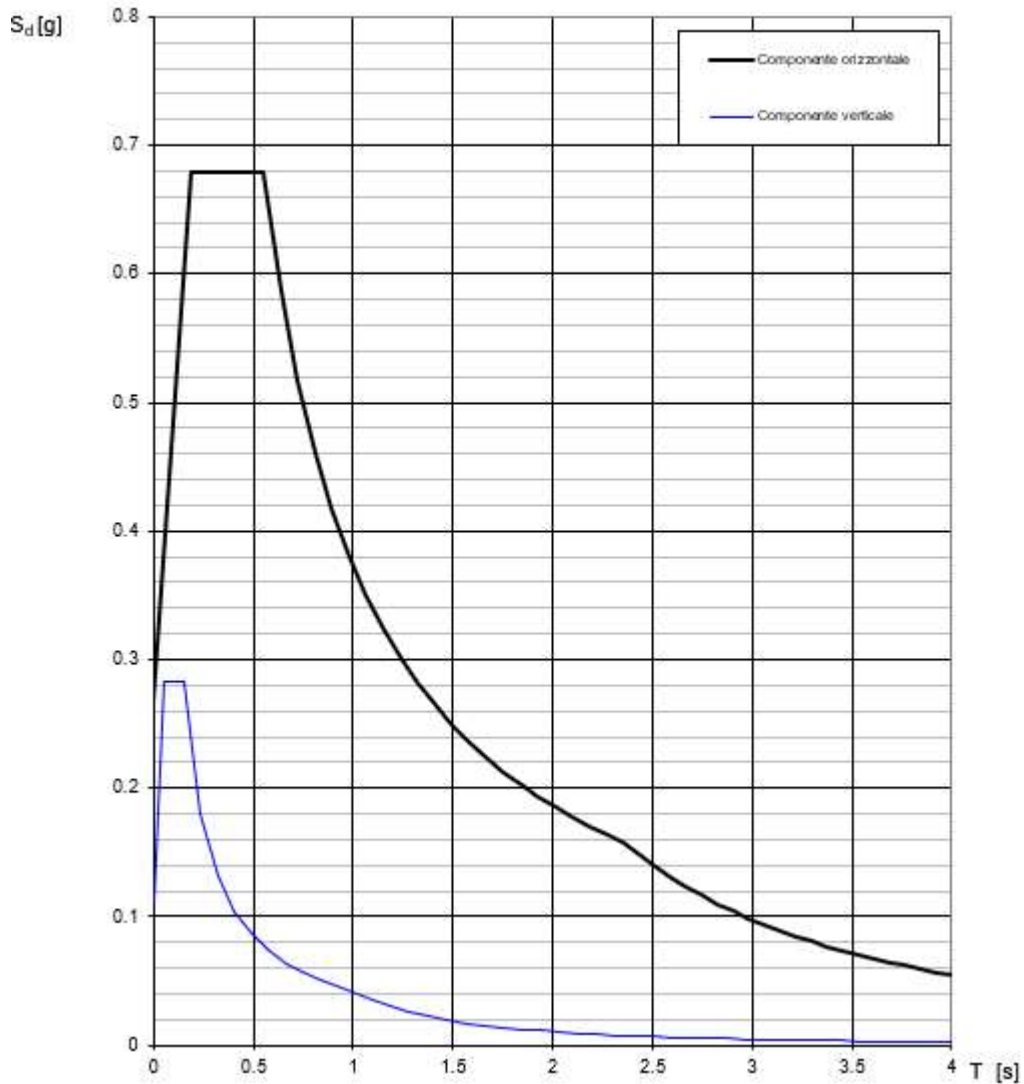
Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.267
T_B ←	0.183	0.679
T_C ←	0.549	0.679
	0.635	0.587
	0.721	0.517
	0.807	0.462
	0.894	0.417
	0.980	0.381
	1.066	0.350
	1.152	0.324
	1.238	0.301
	1.324	0.282
	1.410	0.265
	1.496	0.249
	1.582	0.236
	1.668	0.224
	1.754	0.213
	1.840	0.203
	1.926	0.194
	2.012	0.185
	2.098	0.178
	2.184	0.171
	2.270	0.164
T_D ←	2.356	0.158
	2.434	0.148
	2.513	0.139
	2.591	0.131
	2.669	0.123
	2.748	0.116
	2.826	0.110
	2.904	0.104
	2.982	0.099
	3.061	0.094
	3.139	0.089
	3.217	0.085
	3.295	0.081
	3.374	0.077
	3.452	0.074
	3.530	0.071
	3.609	0.067
	3.687	0.065
	3.765	0.062
	3.843	0.059
	3.922	0.057
	4.000	0.055

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	12

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	13

5 VERIFICHE STRUTTURALI

5.1 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO

5.1.1 Verifiche a Pressoflessione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo riportati nelle figure seguenti, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

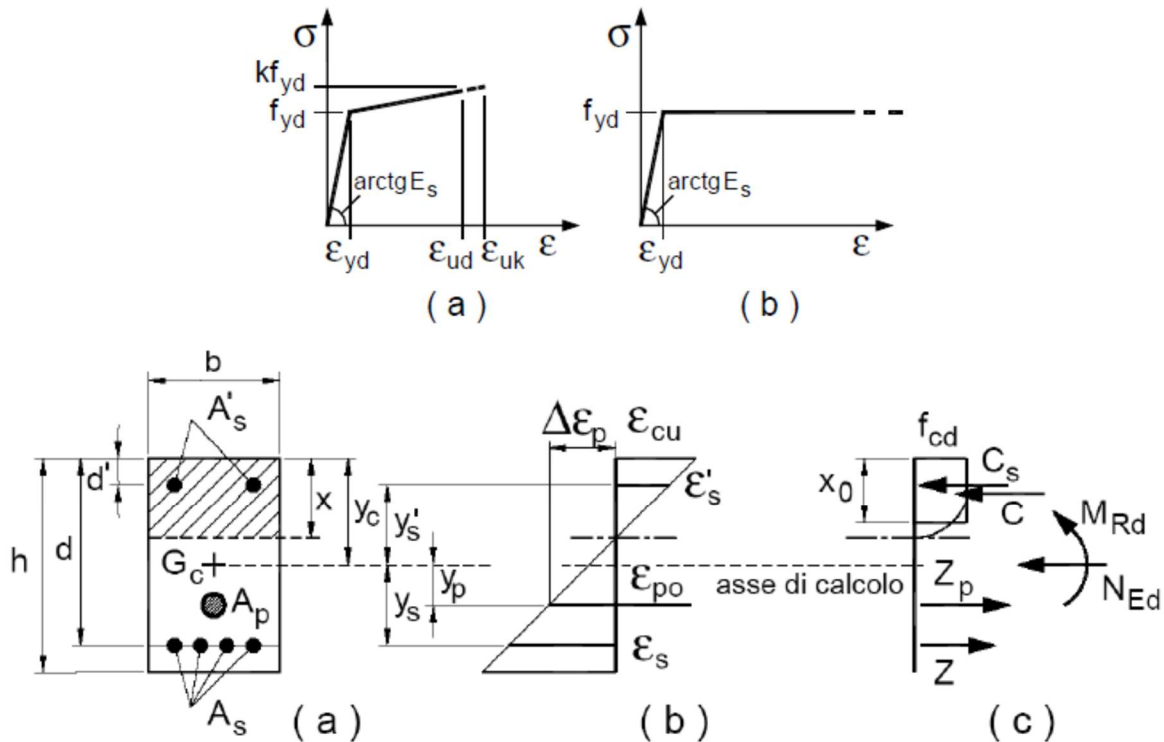
$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.



5.1.2 Verifiche a Taglio

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

$$1 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$$

Per la verifica di resistenza (SLU) si dovrà avere che:

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

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

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è data da:

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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA													
	IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	14

Circa il calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola invece con la:

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

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

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

dove

- d altezza utile della sezione (in mm);
 b_w larghezza minima della sezione (in mm).
 A_{sw} area dell'armatura trasversale;
 s interasse tra due armature trasversali consecutive;
 α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
 f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$);
 α_c coefficiente maggiorativo pari a

$$\begin{aligned}
 &1 && \text{per membrature non compresse} \\
 &1 + \sigma_{cp} / f_{cd} && \text{per } 0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 \cdot f_{cd} \\
 &1,25 && \text{per } 0,25 \leq \sigma_{cp} < 0,5 \cdot f_{cd} \\
 &2,5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd}) && \text{per } 0,5 \leq \sigma_{cp} < f_{cd}
 \end{aligned}$$

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

5.2 VERIFICA S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

5.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	15

5.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

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

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$w_1 = 0.2$ mm; $w_2 = 0.3$ mm; $w_3 = 0.4$ mm

Elemento Strutturale	Classi Di Esposizione (Uni – En 206-1)	Descrizione Condizioni Ambientali	Situazioni Possibili Per L'applicazione Della Classe	Limite Di Fessurazione Combinazione e Frequente	Limite Di Fessurazione Combinazione Q. Permanente
Calcestruzzo per soletta superiore	XC2/ XF4	Bagnato, raramente asciutto / Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo	Strutture idrauliche, fondazioni e strutture interrato	$W1 = 0.2$ mm	$W1 = 0.2$ mm
Calcestruzzo per muri	XC2	Bagnato, raramente asciutto	Strutture idrauliche, fondazioni e strutture interrato	$W3 = 0.4$ mm	$W2 = 0.3$ mm
Calcestruzzo per soletta fondazione	XC2	Bagnato, raramente asciutto	Strutture idrauliche, fondazioni e strutture interrato	$W3 = 0.4$ mm	$W2 = 0.3$ mm

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	16

6 SOFTWARE DI CALCOLO

Il codice di calcolo utilizzato per l'analisi del Sottovia è il software agli elementi finiti Midas Civil 2021 versione 21.1 prodotto dalla «MIDAS Information Technology Co., Ltd.». Il pacchetto software comprende pre – post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base ed alla manipolazione dei risultati di output ed un risolutore ad elementi finiti in campo lineare e non lineare; il medesimo solutore è impiegato per le analisi effettuate nello studio della fase sismica e per le verifiche di resistenza dei elementi strutturali.

Per le verifiche delle sezioni in c.a., si impiega sempre il software di calcolo Midas Civil.

Il programma consente la verifica di sezioni in cemento armato, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata, sia allo Stato Limite Ultimo che allo Stato Limite di Esercizio .

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- masse: kN massa
- temperature: gradi centigradi
- angoli: gradi sessadecimali o radianti
- si assume l'uguaglianza 1 kN = 100 kg

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	17

7 SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01

La dimensione interna è di 14.25 m e l'altezza interna pari a 5.40-6.90 m, con soletta superiore di spessore 1.30 m, piedritti di spessore 1.30 m e soletta inferiore di spessore 1.50 m.

Nel seguito verrà esaminata una striscia di scatolare avente lunghezza di 1.00 m. In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

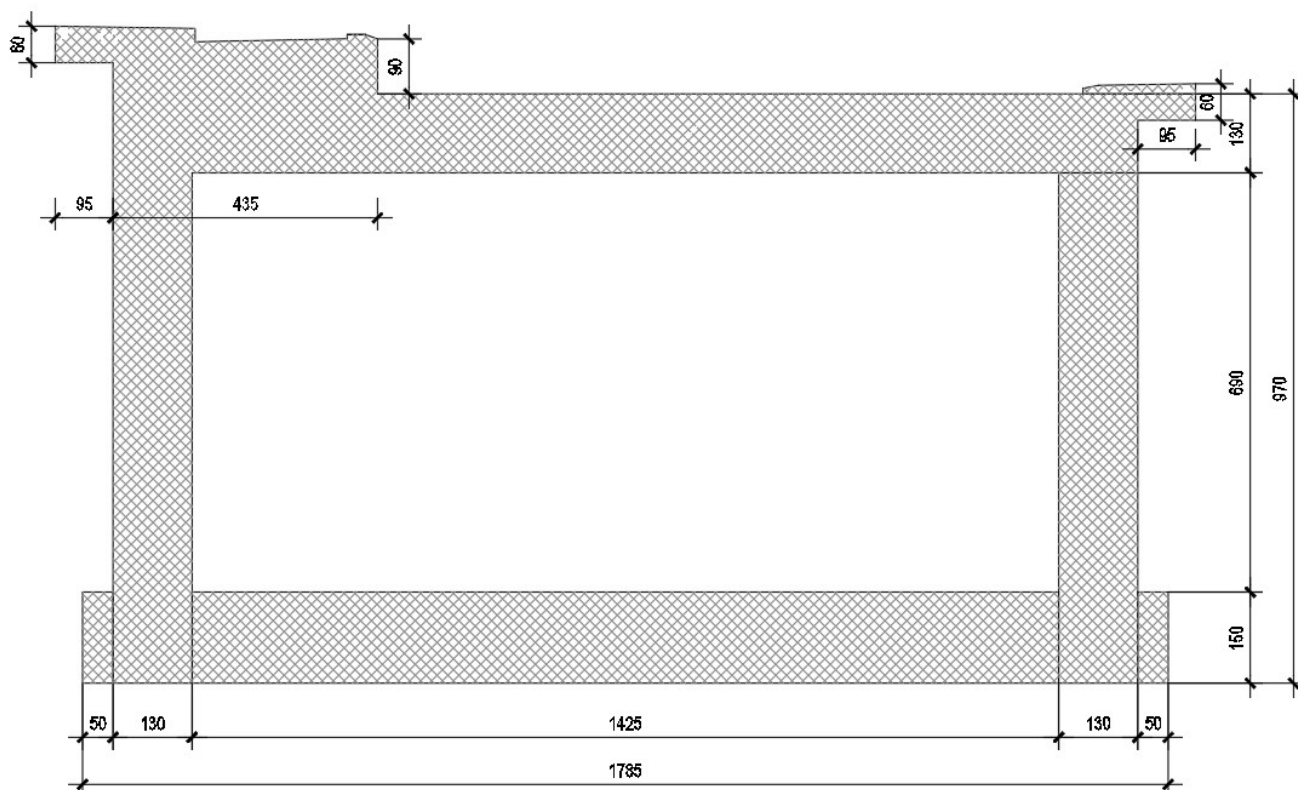


Fig. 5 – Geometria dell'opera

DATI GEOMETRICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
Larghezza totale	Ltot	17.85	m
Larghezza utile	Lint	14.25	m
Larghezza interasse	La	15.55	m
Spessore soletta superiore	Ss	1.30	m
Spessore piedritti	Sp	1.30	m
Spessore fondazione	Sf	1.50	m
Altezza totale	Htot	8.20-9.70	m
Altezza libera	Hint	5.40-6.90	m
Altezza interasse	Ha	6.80-8.30	m
Spessore pavimentazione stradale		0.10-0.90	m

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	18

7.1 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello del telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Il modello considerato per l'analisi è quello di uno scatolare di profondità unitaria (1.00m) soggetto alle azioni da traffico di norma e quelle permanenti. In corrispondenza dei vertici dello scatolare sono state inserite delle zone rigide pari a metà spessore degli elementi.

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave a 6 GL, che ovviamente nell'analisi 2D condotta (telaio piano) si riducono a 3. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione.

La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l'opera (modello in asse), pertanto alle intersezioni delle aste viene applicato un offset rigido che tiene conto delle dimensioni effettive delle sezioni degli elementi, in modo da tener conto delle effettive luci della struttura.

Il terreno di fondazione è stato modellato utilizzando la schematizzazione alla Winkler con un opportuno coefficiente di sottofondo.

Di seguito si riporta lo schema di calcolo.

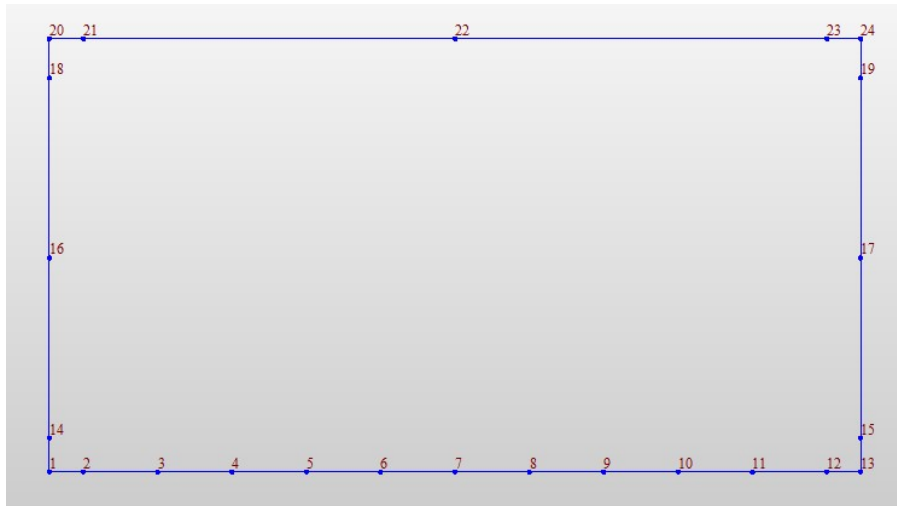


Fig. 6 – Numerazione dei nodi nel modello strutturale

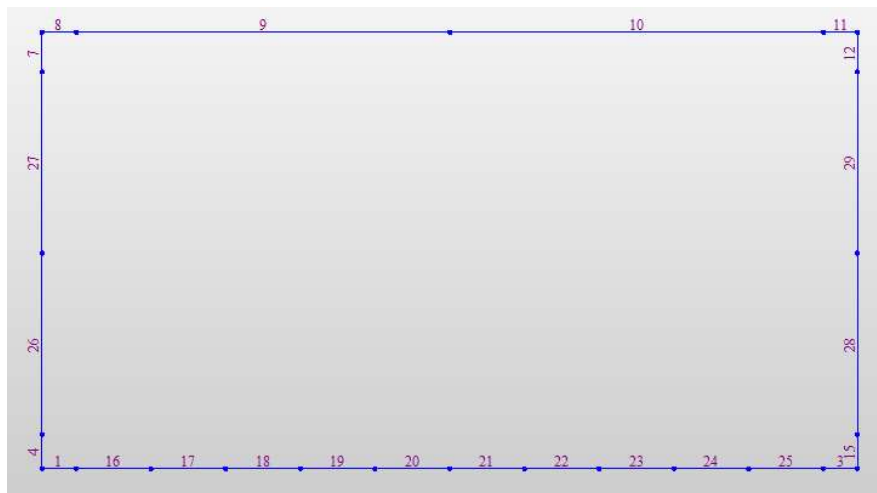


Fig. 7 – Numerazione dei frame nel modello strutturale

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	19

7.2 ANALISI DEI CARICHI

7.2.1 Peso proprio della struttura (DEAD)

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il c.a. $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$. Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

7.2.2 Carichi permanenti portati (PERM)

Sul solettone superiore si considera uno spessore variabile di ricoprimento a $s_{ric} = 0.10-0.90\text{m}$ con peso di unità di volume $\gamma_{ball} = 22.00 \text{ kN/m}^3$ (PERM).

$$q = s_{ric} \times \gamma_{ball} = (0.10-0.90) \times 22.00 = 2.20-19.80 \text{ kN/m}$$

Il peso degli elementi a sbalzo è applicato come un carico concentrato sui nodi sommitali delle pareti .

$$Q = 2.30 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 57.5 \text{ kN}$$

Nei carichi permanenti sono stati considerati anche i seguenti carichi:

- Barriera di sicurezza 1.4 kN/m
- Veletta $25 \text{ kN/m}^3 =$ 2.50 kN/m
- Parapetto/rete 1 kN/m

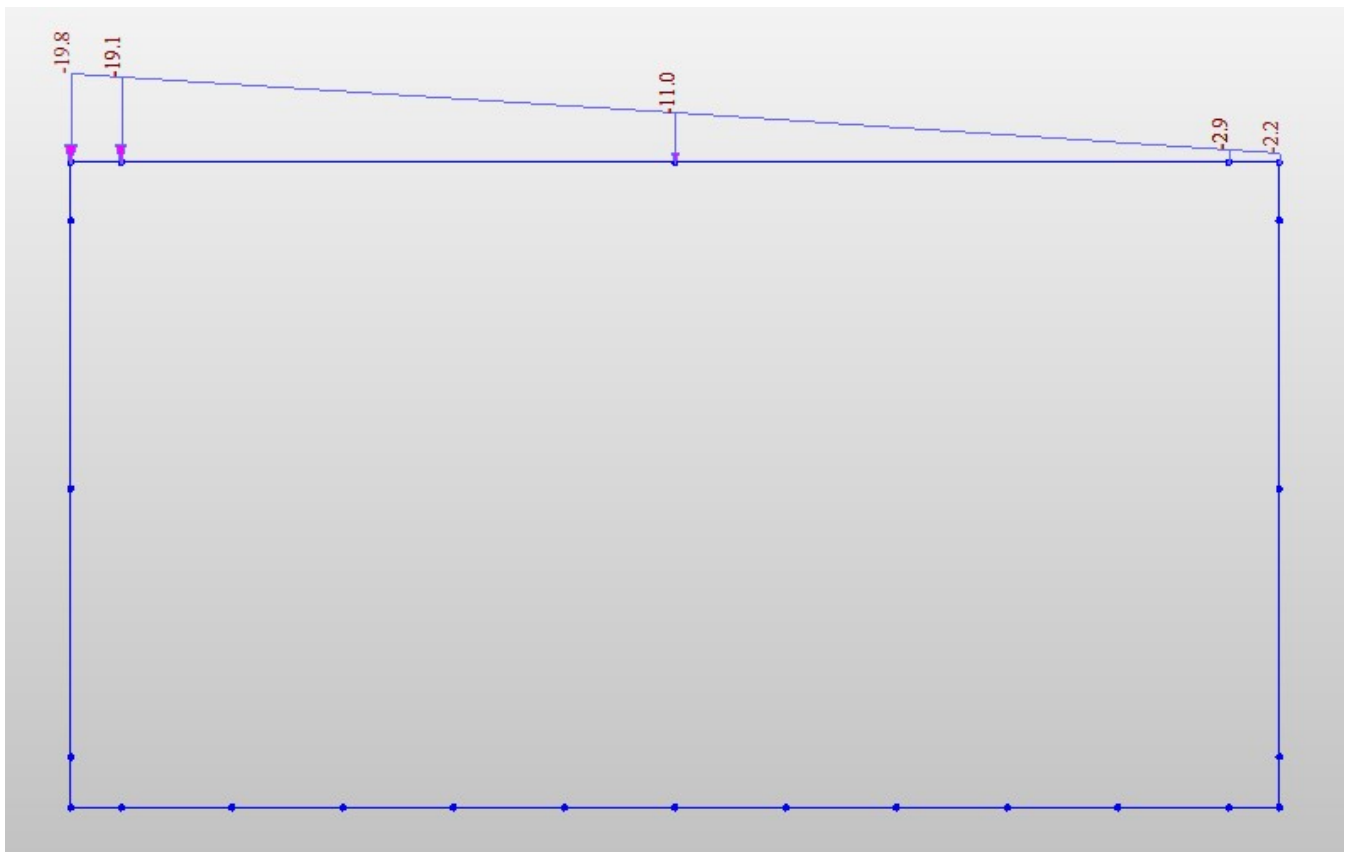


Fig. 8 – Carichi distribuiti verticali permanenti (PERM)

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	20

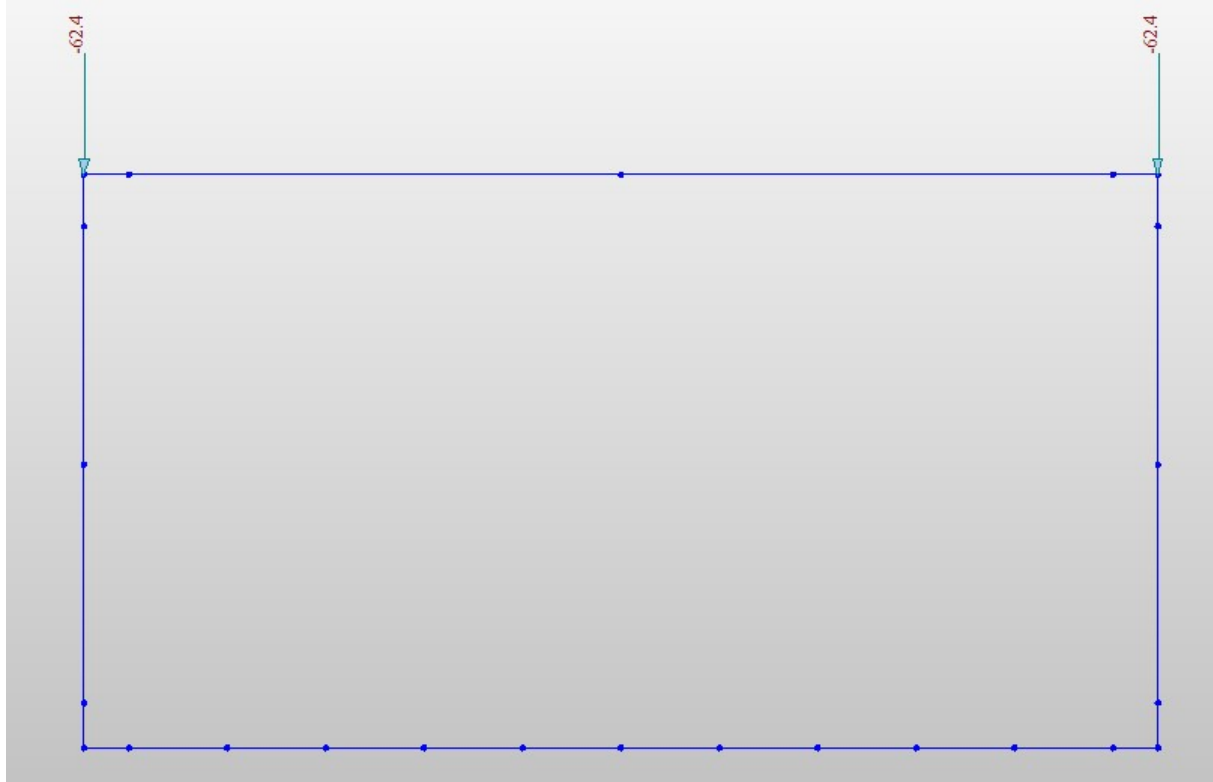


Fig. 9 – Carichi puntuali verticali permanenti (PERM)

7.2.3 Carico variabile (CROWD)

E' stato considerato il carico variabile, Schema di carico 5, costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici di 5.0 kN/m² alle marciapiede.

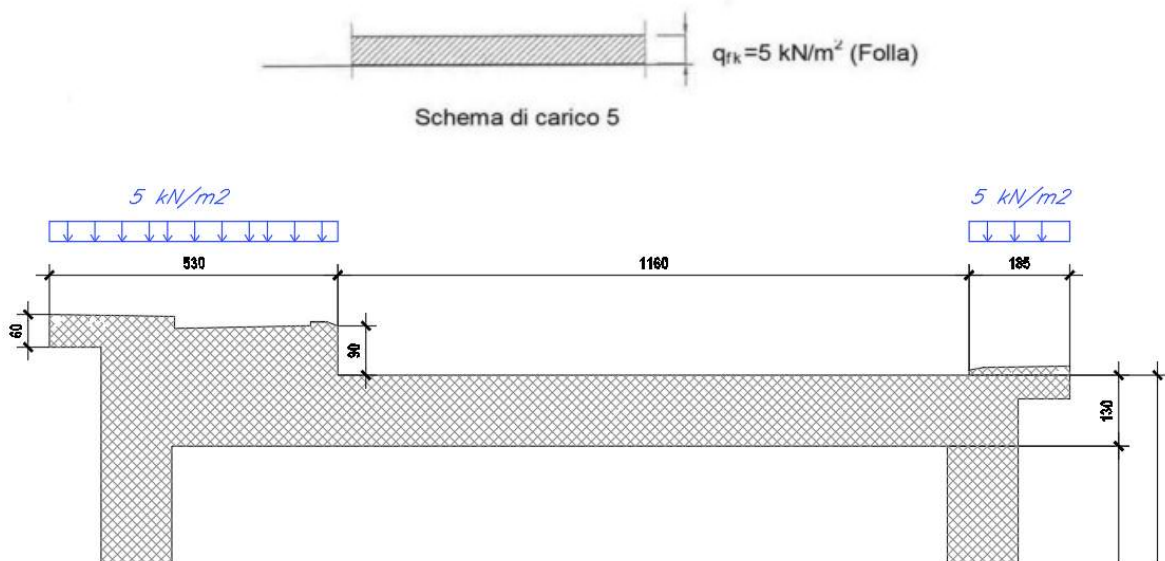


Fig. 10 – Carico variabile CROWD

Il carico variabile è applicato come un carico concentrato sui nodi sommitali delle pareti.
 $Q1 = 5.30 \text{ m}^2 \times 5 \text{ kN/m}^2 = 26.5 \text{ kN}$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA IV 02 00			PROGR 001

$$Q2 = 1.85 \text{ m}^2 \times 5 \text{ kN/m}^2 = 9.25 \text{ kN}$$

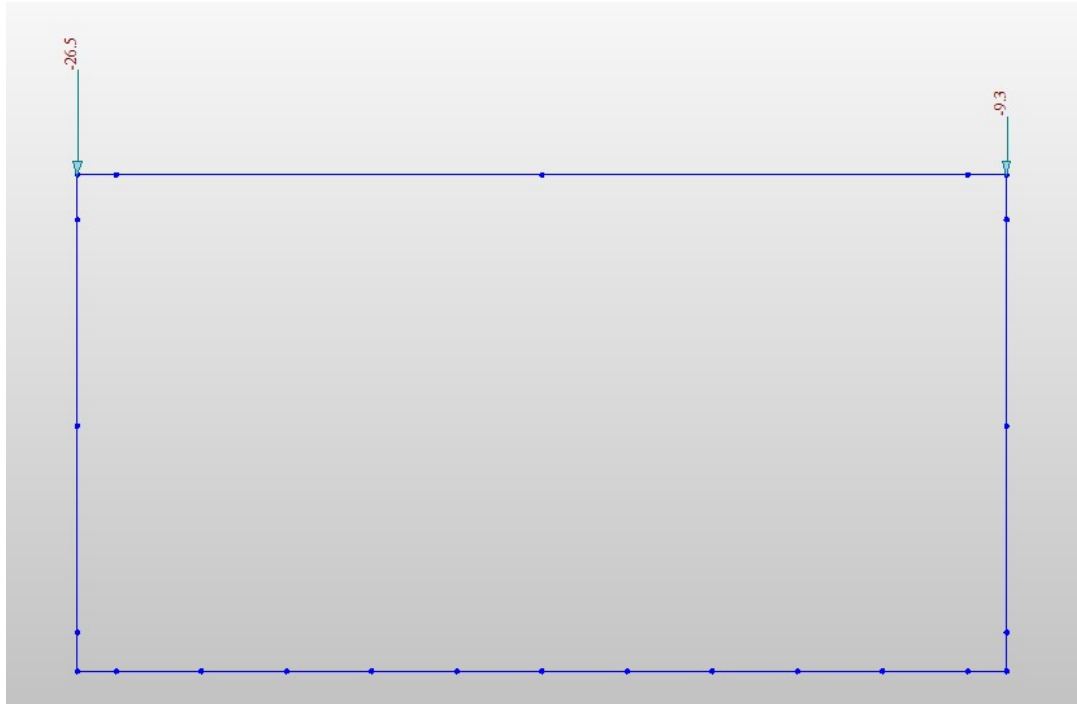


Fig. 11 – Carico variabile CROWD nel modello

7.2.4 Carichi variabili da traffico (ACC1, ACC2)

In conformità alla normativa di riferimento (N.T.C.2008 §5.1.3.3), si prendono in considerazione i carichi mobili per ponti di 1° categoria come nella figura seguente:

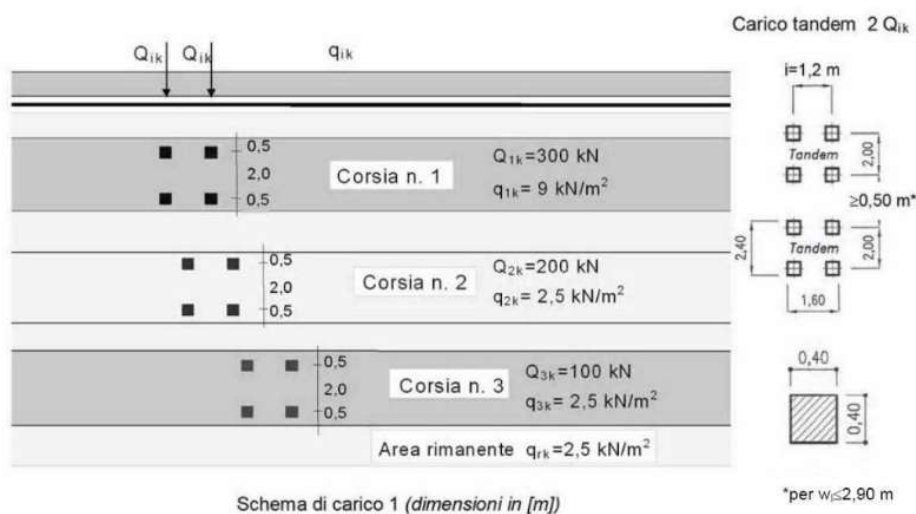


Fig. 12 – NTC08-schema di carico 1

In relazione alle dimensioni della carreggiata sono state considerate n° 2 “corsie convenzionali” da 3m.

I sovraccarichi mobili sono considerati nelle diverse disposizioni longitudinali e trasversali atte a generare le massime sollecitazioni nelle sezioni di verifica.

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	22

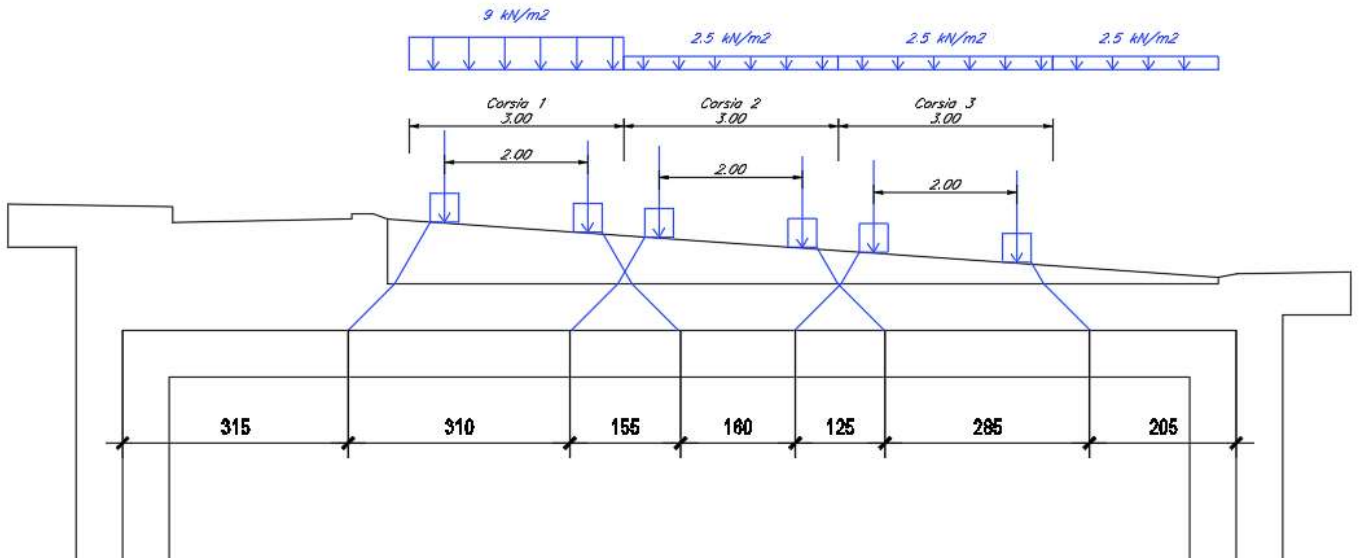


Fig. 13 – Schema di distribuzione del carico mobile considerate ACC1

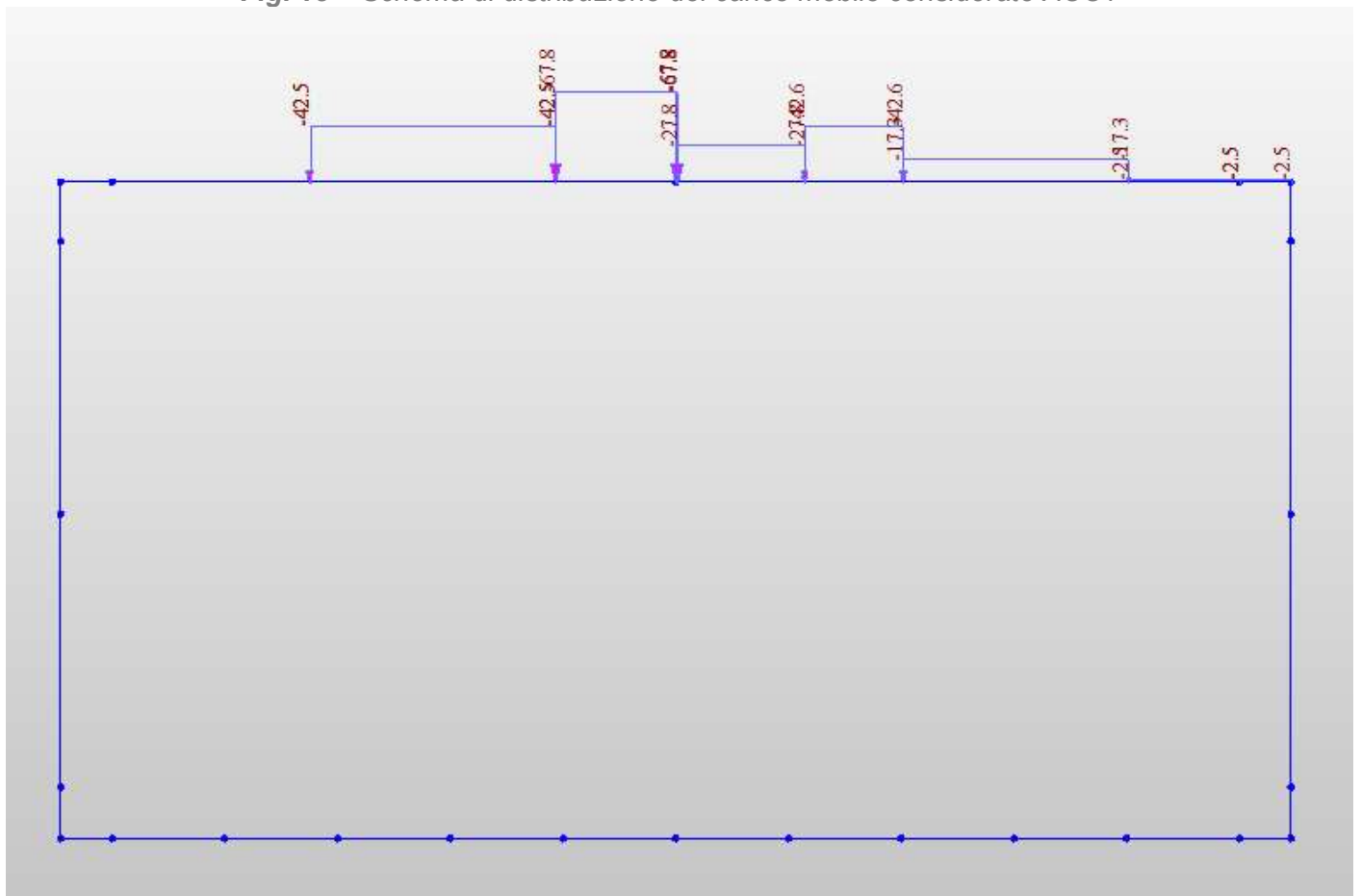


Fig. 14 – Schema di distribuzione del carico mobile considerate ACC1 in MIDAS

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	23

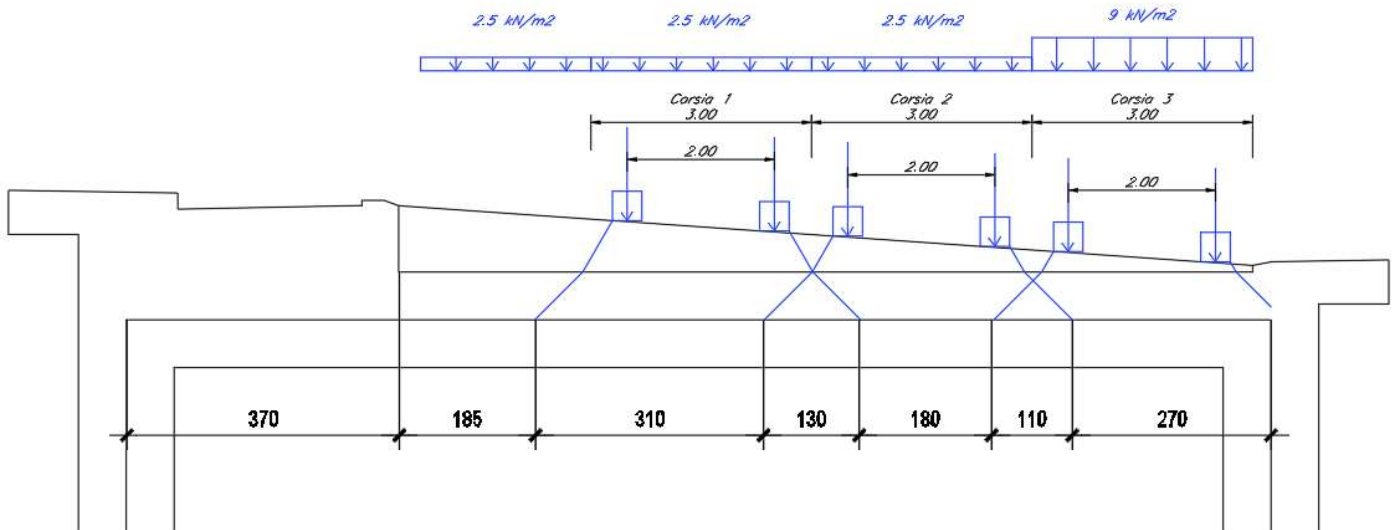


Fig. 15 – Schema di distribuzione del carico mobile considerate ACC2

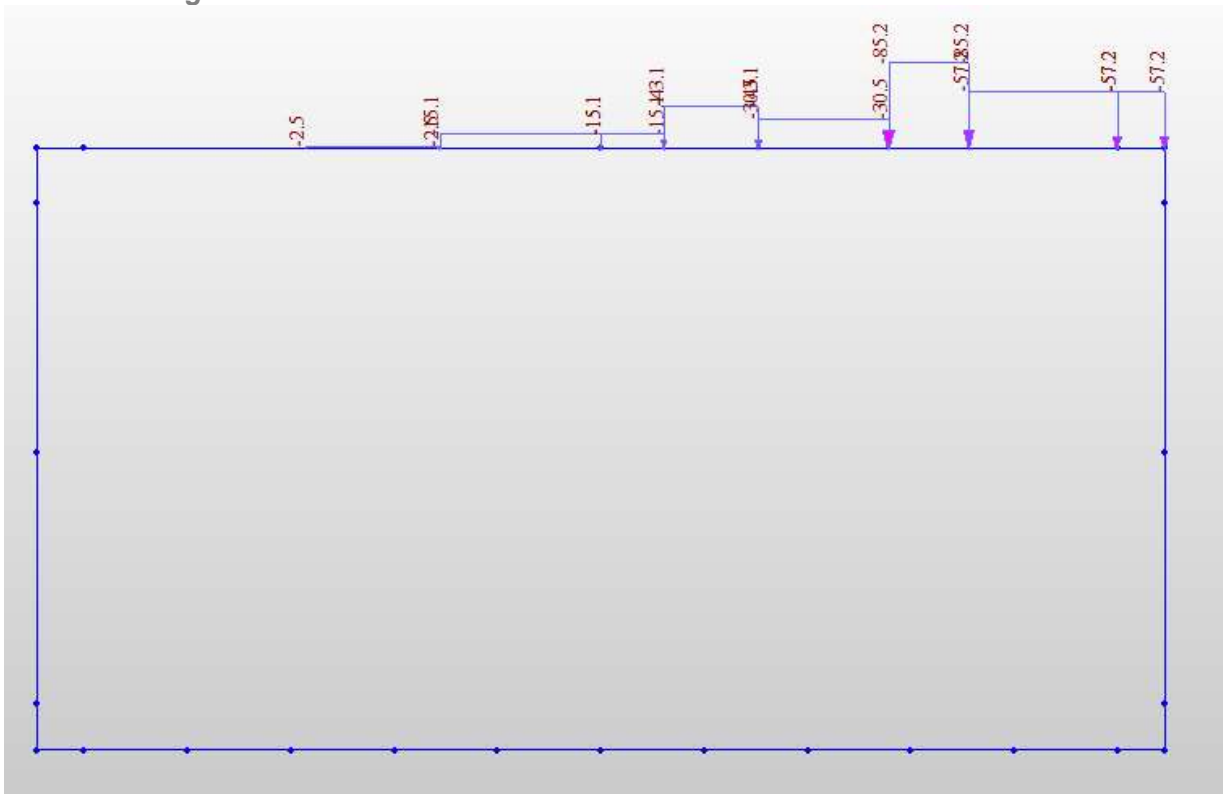


Fig. 16 – Schema di distribuzione del carico mobile considerate ACC2 in MIDAS

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scitolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	24

7.2.5 Azioni centrifuga

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri) l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato in tab.5.1.III , essendo $Q_v = \sum_i 2 \cdot Q_{ik}$ il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agente sul ponte.

Il carico concentrato Q_4 , applicato a livello della pavimentazione , agisce in direzione normale all'asse del ponte .

Tabella 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	Q_4 [kN]
$R < 200$	$0,2 \cdot Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 \cdot Q_v / R$
$1500 \leq R$	0

$$R=257.55m$$

$$Q_v = \sum_i 2 \cdot Q_{ik} = 2 \cdot 300 + 2 \cdot 200 + 2 \cdot 100 = 1200kN$$

$$Q_4 = 40 \cdot 1200 / 257.55 = 186.4kN.$$

$$\text{Per } 1m : 186.4 / 3.6 = 52 \text{ kN/m}$$

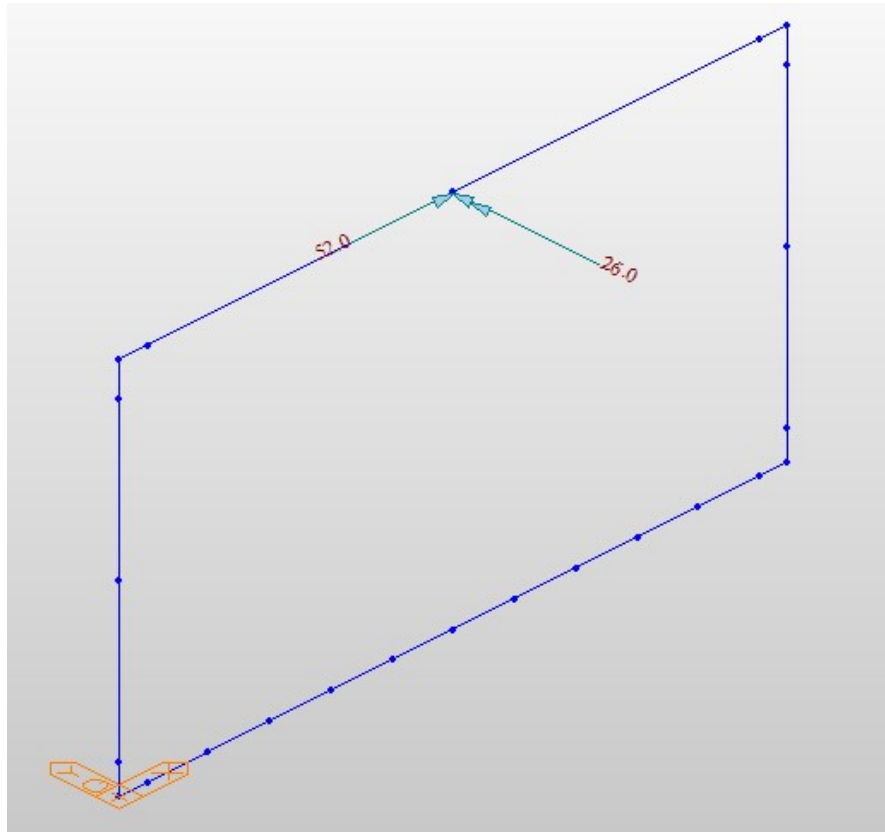


Fig. 17 – Azione Centrifuga

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	25

7.2.6 Ritiro differenziale della soletta di copertura

Si considera una variazione termica uniforme equivalente sulla soletta superiore come da calcolo seguente. Il calcolo viene condotto secondo le indicazioni dell'EUROCODICE 2-UNI EN1992-1-1 Novembre 2005 e DM 14-01-2008

I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	26

Clis a t=0

$f_{ck} = 32$ Mpa
 $f_{cm} = 40$ MPa
 $\alpha = 0.00001$
 $E_{cm} = 33345764$ kN/m²
 cls tipo = **R**
 $k = 1$ coef. di correzione di E_{cm}

$E_{cm} = 33345764$ kN/m²

Tempo e ambiente

$t_s = 2$ gg età del calcestruzzo in giorni, all'inizio del ritiro per essiccamento
 $t_o = 2$ gg età del calcestruzzo in giorni al momento del carico
 $t = 25550$ gg età del calcestruzzo in giorni
 $h_o = 2Ac/u = 2600$ mm dimensione fittizia dell'elemento di cls
 $Ac = 1300000$ mmq sezione dell'elemento
 $u = 1000$ mm perimetro a contatto con l'atmosfera
 $RH = 80$ % umidità relativa percentuale

Coefficiente di viscosità $\phi(t, t_o)$ e modulo elastico E_{ct} a tempo "t"

$\phi(t, t_o) = \phi_o \beta_c(t, t_o) = 1.917$

$\phi_o = \phi RH \beta_{\chi}(f_{cm}) \beta_{\chi}(t_o) = 1.948$ coefficiente nominale di viscosità

$\phi_{RH} = 1 + \left[\frac{1 - RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_o}} \alpha_1 \right] \alpha_2 = 1.129$ coefficiente che tiene conto dell'umidità

$\alpha_1 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.7} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.911$ coeff. per la resistenza del cls

$\alpha_2 = \begin{cases} (35/f_{cm})^{0.2} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.974$ coeff. per la resistenza del cls

$\beta_c(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}} = 2.656313$ coefficiente che tiene conto della resistenza del cls

$\beta_c(t_o) = \frac{1}{(0.1 + t_o^{0.20})} = 0.649$ coefficiente per l'evoluzione della viscosità nel tempo

$t_o = t_o \left(\frac{9}{2 + t_o^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 = 6.19$ tempo t_o corretto in funzione della tipologia di cemento

$\alpha = 1$ coefficiente per il tipo di cemento (-1 per Classe S, 0 per Classe N, 1 per Classe R)

S	-1
N	0
R	1

$\beta_c(t, t_o) = \left[\frac{(t - t_o)}{(\beta_H + t - t_o)} \right]^{0.3} = 0.984$ coeff. per la variabilità della viscosità nel tempo

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	27

$$\beta_H = 1.5 \left[1 + (0.012 \cdot RH)^{18} \right] h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 = 1403.1$$

coefficiente che tiene conto dell'umidità relativa

$$\alpha_3 = \begin{cases} (35 / f_{cm})^{0.5} & \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa} \\ 1 & \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa} \end{cases} = 0.935$$

coeff. per la resistenza del calcestruzzo

Il modulo elastico al tempo "t" è pari a:

$$E_{cm}(t, t_0) = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, t_0)} = 11433309 \text{ kN/m}^2$$

Deformazione di Ritiro

$$\varepsilon_s(t, t_0) = \varepsilon_{ca}(t) + \varepsilon_{ca}(t) = 0.000266 \text{ deformazione di ritiro } \varepsilon(t, t_0)$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) K_b \varepsilon_{ca,0} = 0.000211 \text{ deformazione dovuta al ritiro per essiccamento}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \left[\frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0.04 \sqrt{h_0^3}} \right] = 0.82811$$

Kh = 0.7 parametro che dipende da ho secondo il prospetto seguente

Valori di k_b

h_0	k_b
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

Valori di Kh intermedi a quelli del prospetto vengono calcolati tramite interpolazione lineare.

$$\varepsilon_{ca,0} = 0.85 \left[(220 + 110 \alpha_{ds1}) \cdot \exp\left(-\alpha_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cm0}}\right) \right] 10^{-6} \beta_{RH} = 0.000364 \text{ deformazione di base}$$

$$\beta_{RH} = 1.55 \left[1 - \left(\frac{RH}{RH0} \right)^3 \right] = 0.7564$$

$$f_{cm0} = 10 \text{ MPa}$$

$$RH0 = 100 \%$$

$$\alpha_{ds1} = 6$$

coefficiente per il tipo di cemento (3 per Classe S, 4 per Classe N, 6 per Classe R)

$$\alpha_{ds2} = 0.11$$

coefficiente per il tipo di cemento (0.13 per Classe S, 0.12 per Classe N, 0.11 per Classe R)

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	28

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{ca}(t) \varepsilon_{caoo} = 0.000055 \text{ deformazione dovuta al ritiro autogeno}$$

$$\beta_{ca}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) = 1$$

$$\varepsilon_{caoo} = 2.5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 0.000055$$

Variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{ritiro} = - \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_{cm}}{(1 + \varphi(t, t_0)) \cdot E_{cm} \cdot \alpha} = -9.13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

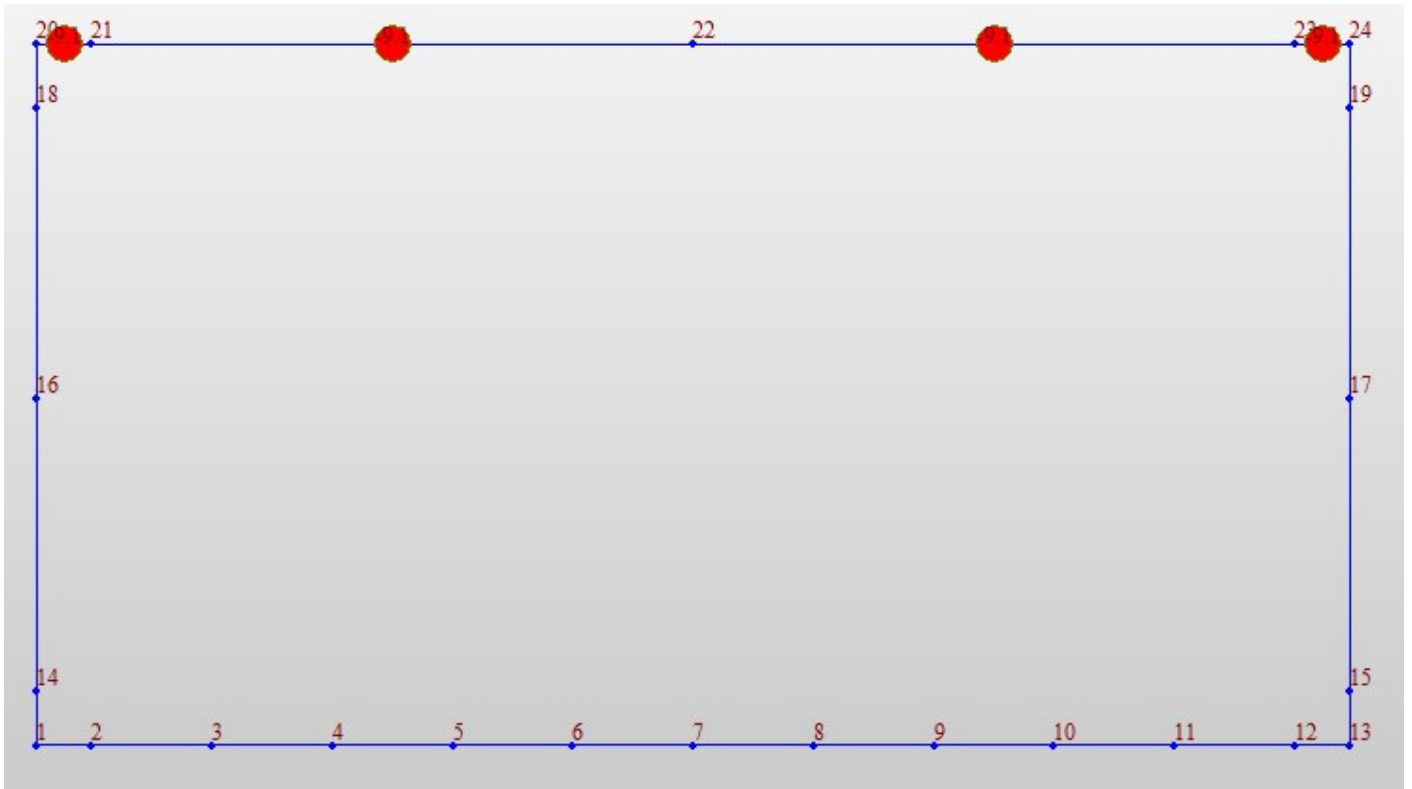


Fig. 18 – Ritiro

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scitolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	29

7.2.7 Azioni indotte dalle variazioni termiche (ΔT)

La variazione termica uniforme applicata alla soletta di copertura è pari a $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$.

La variazione termica a farfalla applicata alla soletta di copertura è pari a $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$.

L'azione è applicata alla soletta superiore dello scitolare.

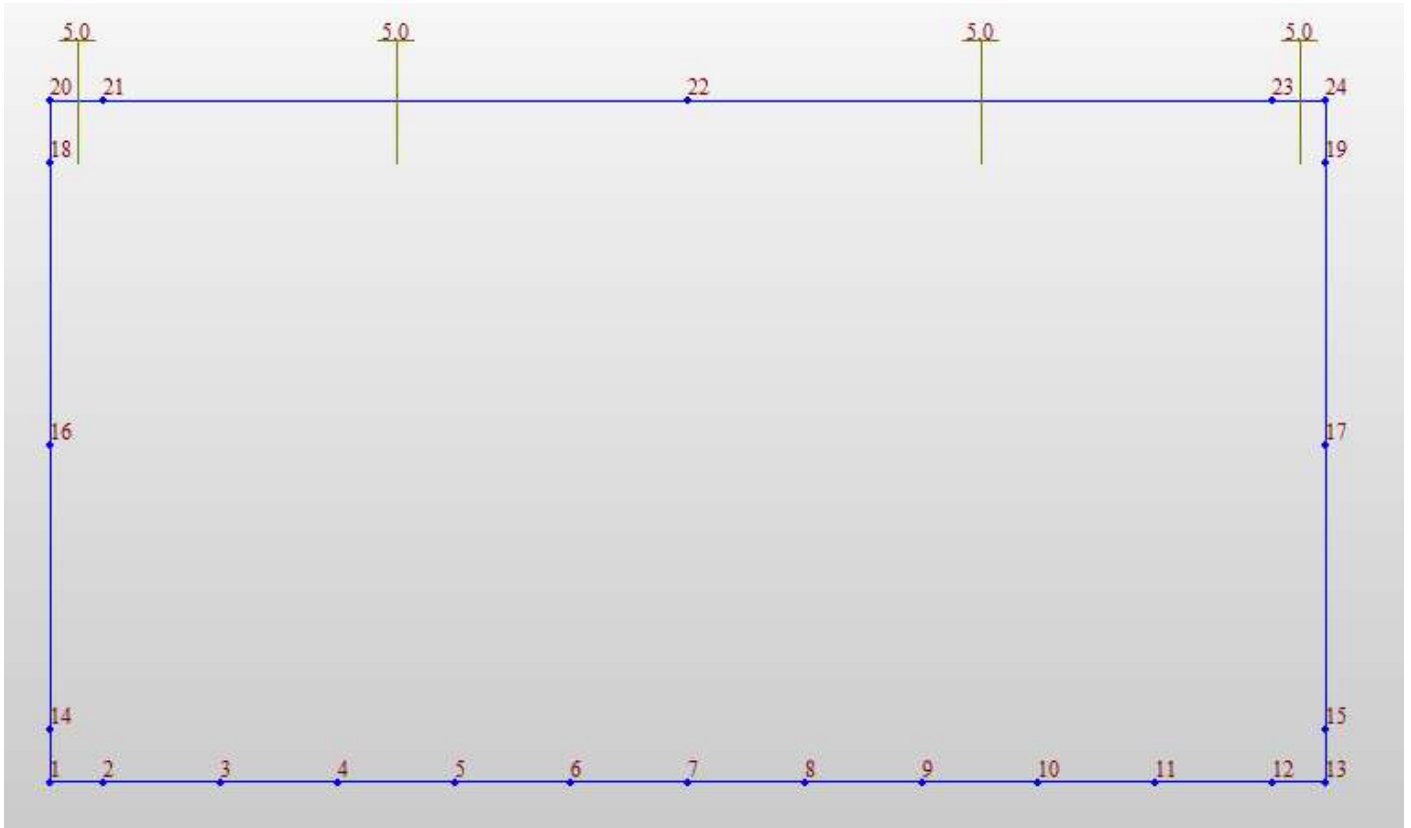


Fig. 19 – TF

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	30

7.2.8 Azioni del vento

L'azione del vento, in accordo con le prescrizioni di Normativa, è stata analizzata mediante un'azione statica equivalente utilizzando le seguenti espressioni: $p=q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$.

CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
3	27	500	0.37
a_s (altitudine sul livello del mare [m])	4		
T_R (Tempo di ritorno)	75		
$v_b = v_{b,0} \cdot c_a \quad c_a = 1 \text{ per } a_s \leq a_0$			
$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$			
$c_a = 1$	v_b [m/s] = 27.000		
$v_r = v_b \cdot c_r \quad c_r = 0,75 \cdot \{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1 - 1/T_r)]\}^{0,5}$			
$c_r = 1.02346$	v_r [m/s] = 27.633		



p (pressione del vento [N/mq]) = $q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
 q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di pressione)
 c_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$

q_r [N/mq]	477.25
--------------	--------

Coefficiente di pressione

Esso dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

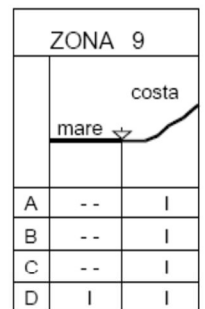
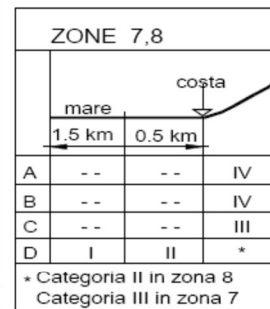
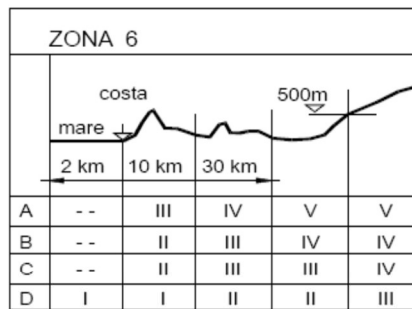
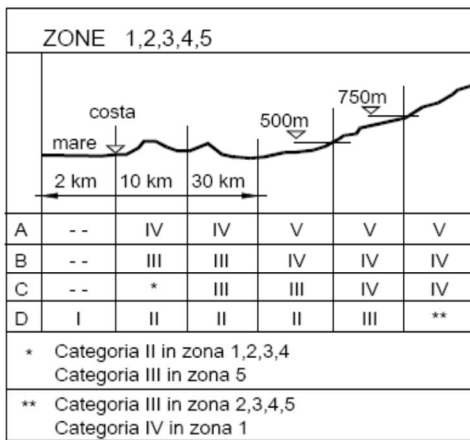
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	31

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

Categoria di esposizione



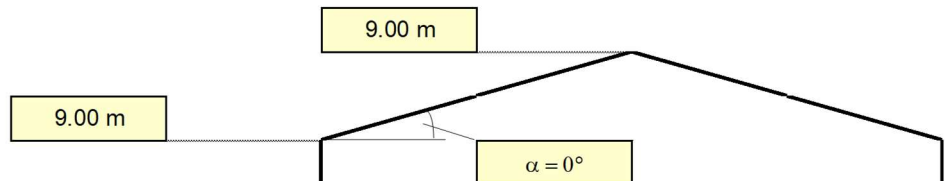
Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
3	D	4

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
I	0.17	0.01	2	1

z [m]	c _e
z ≤ 2	1.883
z = 9	2.713
z = 9	2.713



Si assume un coefficiente di pressione C_p = 1.20 (ed un coefficiente dinamico C_d = 1.00).

Pertanto l'azione del vento è valutabile come un carico orizzontale uniforme di **q = 1.55 KPa** diretto ortogonalmente all'asse longitudinale del ponte, agente sulla proiezione, nel piano verticale, delle superfici direttamente investite dal vento.

La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento è assimilata ad una parete rettangolare continua di altezza costante pari a 3,00 m, dalla pavimentazione stradale.

Cautelativamente nel calcolo è stato assunto un valore pari a 2.50 KPa.

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	32

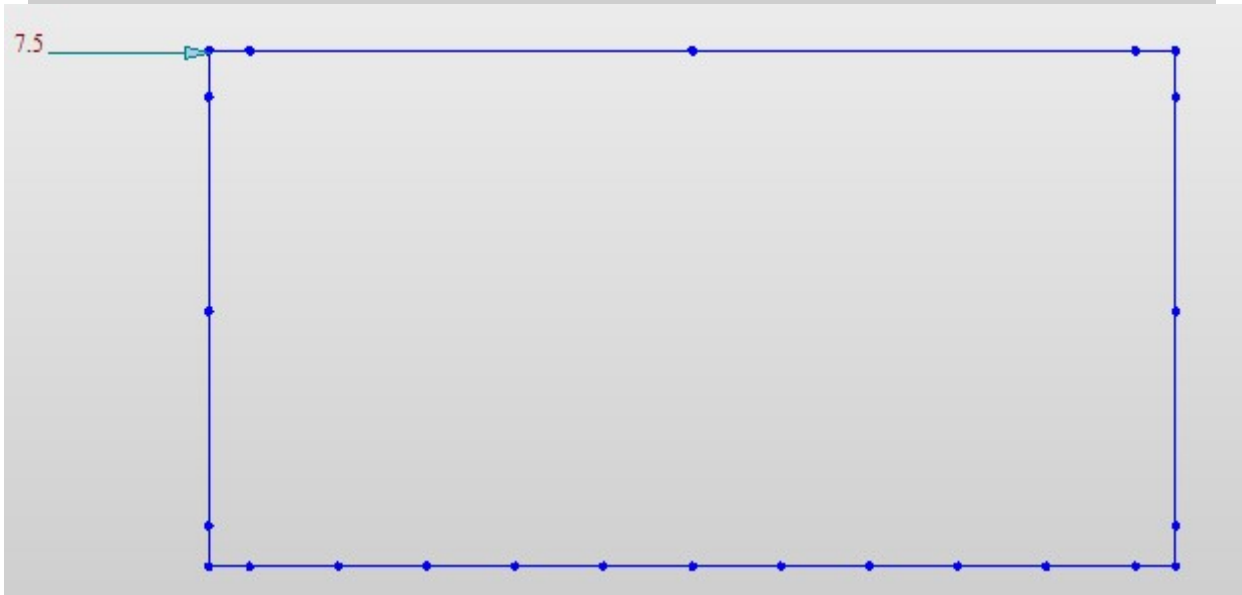
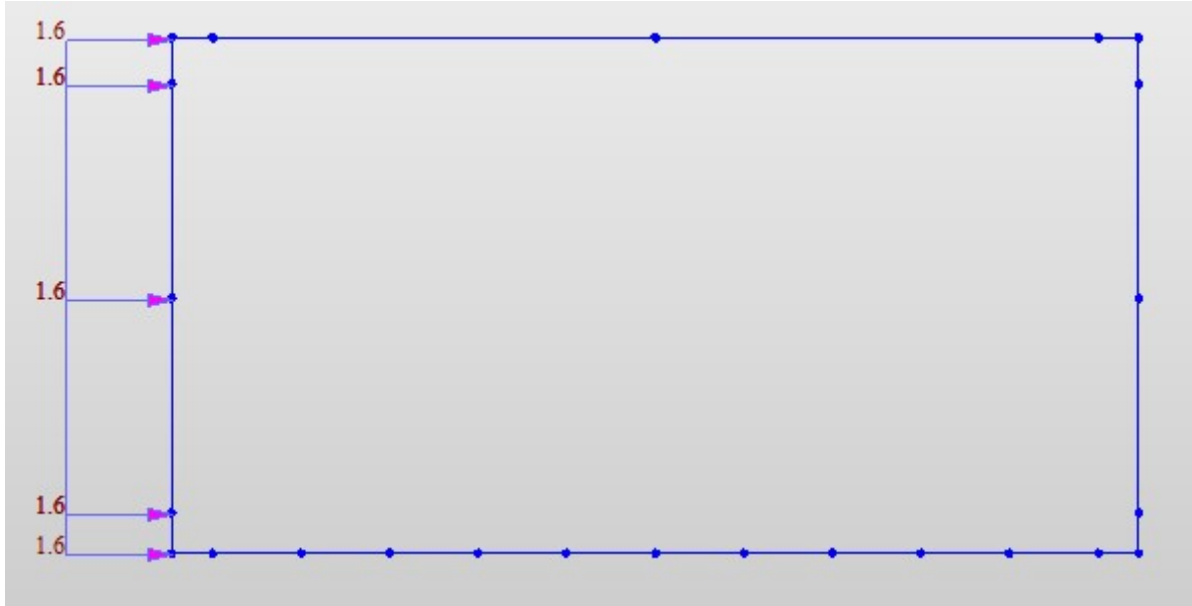


Fig. 20 – Vento

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	33

7.3 AZIONE SISMICA

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni: $k_h = a_{max}/g$

$k_v = \pm 0.5 * k_h$

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008 viene assegnata all'opera una vita nominale $V_{N \geq 75}$ anni ed una III classe d'uso $C_u=1.5$; segue un periodo di riferimento $V_R = V_N * C_u = 113$ anni

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari a $a_g = 0.189$ g.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$

dove assumendo un terreno di tipo C ed in base al fattore di amplificazione del sito F_o si ottiene:

$S_s = 1.41$ Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T = 1$ Coefficiente di amplificazione topografica

ne deriva che:

$a_{max} = 1.41 * 1 * 0.189$ g = 0.267 g

$k_h = a_{max}/g = 0.267$

$k_v = \pm 0.5 * k_h = 0.133$

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	34

7.3.1 Forze inerziali (INERZIEH e SISVER)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli. Le masse sismiche sono valutate considerando le azioni dovute al carico ferroviario con coefficiente pari a 0.20

Forze d'inerzia orizzontali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

$F_{o,ricop+mass} =$	\pm	2.67	kN/m ²
$F_{o,soletta} =$	\pm	8.67	kN/m ²
$F_{o,montante} =$	\pm	8.67	kN/m ²
$F_{o,solettasup,tot} =$	\pm	11.34	kN/m ²

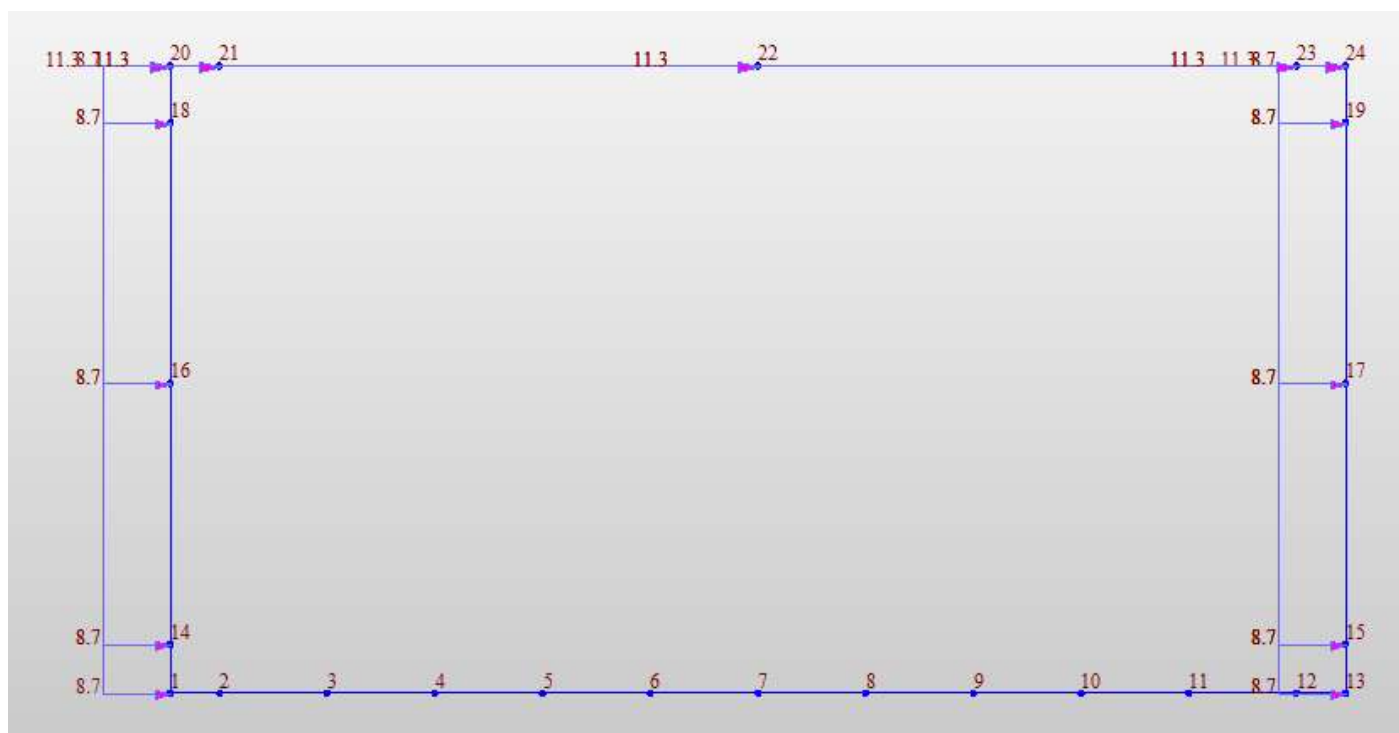


Fig. 21 – INERZIEH

Forze d'inerzia verticali sullo scatolare e sul terreno di ricoprimento della soletta SLV

$F_{v,ricop+mass} =$	\pm	1.33	kN/m ²
$F_{v,solettasup} =$	\pm	4.34	kN/m ²
$F_{v,solettainf} =$	\pm	5.00	kN/m ²
$F_{v,solettasup,tot} =$	\pm	5.67	kN/m ²
$F_{v,montante} =$	\pm	4.34	kN/m ²
$F_{v,solettainf,tot} =$	\pm	5.00	kN/m ²

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	36

8 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

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

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

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

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A1 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	37

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi 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, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

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

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

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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
Vento q_3	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico SLU e SLE Esecuzione	0,6 0,8	0,2 ----	0,0 0,0
Neve q_3	Vento a ponte carico	0,6		
	SLU e SLE esecuzione	0,0 0,8	0,0 0,6	0,0 0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	38

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Tipo Carico	Abbreviazione
Peso proprio	DEAD
Carichi permanenti	PERM
Carichi variabile	CROWD
Traffico Stradale pos. 1	ACC1
Traffico Stradale pos. 2	ACC2
Azioni Centrifuga	CENTRIFUGA
Ritiro	RIT
Variazione termica	TF
Vento	VENTO
Inerzia orizzontale	INERZIAH
Inerzia verticale	SISVER

Tabella 2 – Riepilogo condizioni di carico

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione $\gamma \cdot \psi$. Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Si considerano, attraverso le combinazioni con carichi favorevoli/sfavorevoli, le spinte sbilanciate sui piedritti.

	DEAD	PERM	CROWD	ACC1	ACC2	CENTRIFUGA	RIT	TF	VENTO
SLU-1	1.35	1.5	1.05	1.35	0	0	0	-0.72	0.9
SLU-2	1.35	1.5	1.05	0	1.35	0	0	-0.72	0.9
SLU-3	1.35	1.5	1.05	1.35	0	0	1.2	0.72	0.9
SLU-4	1.35	1.5	1.05	0	1.35	0	1.2	0.72	0.9
SLU-5	1.35	1.5	1.5	1.0125	0	0	0	-0.72	0.9
SLU-6	1.35	1.5	1.5	0	1.0125	0	0	-0.72	0.9
SLU-7	1.35	1.5	1.5	1.0125	0	0	1.2	0.72	0.9
SLU-8	1.35	1.5	1.5	0	1.0125	0	1.2	0.72	0.9
SLU-9	1.35	1.5	1.05	1.0125	0	1.35	0	-0.72	0.9
SLU-10	1.35	1.5	1.05	0	1.0125	1.35	0	-0.72	0.9
SLU-11	1.35	1.5	1.05	1.0125	0	1.35	1.2	0.72	0.9
SLU-12	1.35	1.5	1.05	0	1.0125	1.35	1.2	0.72	0.9
SLU-13	1.35	1.5	1.05	1.0125	0	0	0	-0.72	1.5
SLU-14	1.35	1.5	1.05	0	1.0125	0	0	-0.72	1.5
SLU-15	1.35	1.5	1.05	1.0125	0	0	1.2	0.72	1.5
SLU-16	1.35	1.5	1.05	0	1.0125	0	1.2	0.72	1.5
SLU-17	1.35	1.5	1.05	1.35	0	0	0	-1.2	0.9
SLU-18	1.35	1.5	1.05	0	1.35	0	0	-1.2	0.9
SLU-19	1.35	1.5	1.05	1.35	0	0	1.2	1.2	0.9
SLU-20	1.35	1.5	1.05	0	1.35	0	1.2	1.2	0.9

Tabella 3 - Combinazioni di carico – SLU

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	39

	DEAD	PERM	CROWD	ACC1	ACC2	CENTRIFUGA	RIT	TF	VENTO
RARA-1	1	1	1	0.75	0	0	0	-0.6	0.6
RARA-2	1	1	1	0	0.75	0	0	-0.6	0.6
RARA-3	1	1	1	0.75	0	0	0.6	0.6	0.6
RARA-4	1	1	1	0	0.75	0	0.6	0.6	0.6
RARA-5	1	1	0.7	1	0	0	0	-0.6	0.6
RARA-6	1	1	0.7	0	1	0	0	-0.6	0.6
RARA-7	1	1	0.7	1	0	0	0.6	0.6	0.6
RARA-8	1	1	0.7	0	1	0	0.6	0.6	0.6
RARA-9	1	1	0.7	0.75	0	1	0	-0.6	0.6
RARA-10	1	1	0.7	0	0.75	1	0	-0.6	0.6
RARA-11	1	1	0.7	0.75	0	1	0.6	0.6	0.6
RARA-12	1	1	0.7	0	0.75	1	0.6	0.6	0.6
RARA-13	1	1	0.7	0.75	0	0	0	-1	0.6
RARA-14	1	1	0.7	0	0.75	0	0	-1	0.6
RARA-15	1	1	0.7	0.75	0	0	0.6	1	0.6
RARA-16	1	1	0.7	0	0.75	0	0.6	1	0.6
RARA-17	1	1	0.7	0.75	0	0	0	-0.6	1
RARA-18	1	1	0.7	0	0.75	0	0	-0.6	1
RARA-19	1	1	0.7	0.75	0	0	0.6	0.6	1
RARA-20	1	1	0.7	0	0.75	0	0.6	0.6	1

Tabella 4 - Combinazioni di carico – RARA

	DEAD	PERM	CROWD	ACC1	ACC2	CENTRIFUGA	RIT	TF	VENTO	INERZIAH	SISVER
SLV-1	1	1	0	0	0	0	0	-0.5	0	1	0.3
SLV-2	1	1	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0.3	1

Tabella 5 - Combinazioni di carico – SLV

	DEAD	PERM	CROWD	ACC1	ACC2	CENTRIFUGA	RIT	TF	VENTO
FREQ1	1	1	0.75	0	0	0	0	-0.5	0
FREQ2	1	1	0.75	0	0	0	0.5	0.5	0
FREQ3	1	1	0	0.75	0	0	0	-0.5	0
FREQ4	1	1	0	0	0.75	0	0	-0.5	0
FREQ5	1	1	0	0.75	0	0	0.5	0.5	0
FREQ6	1	1	0	0	0.75	0	0.5	0.5	0

Tabella 6 - Combinazioni di carico – Frequente

	DEAD	PERM	CROWD	ACC1	ACC2	CENTRIFUGA	RIT	TF	VENTO
QP1	1	1	0	0	0	0	0	-0.5	0
QP2	1	1	0	0	0	0	0.5	0.5	0

Tabella 7 - Combinazioni di carico – Quasi Permanente

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	40

9 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

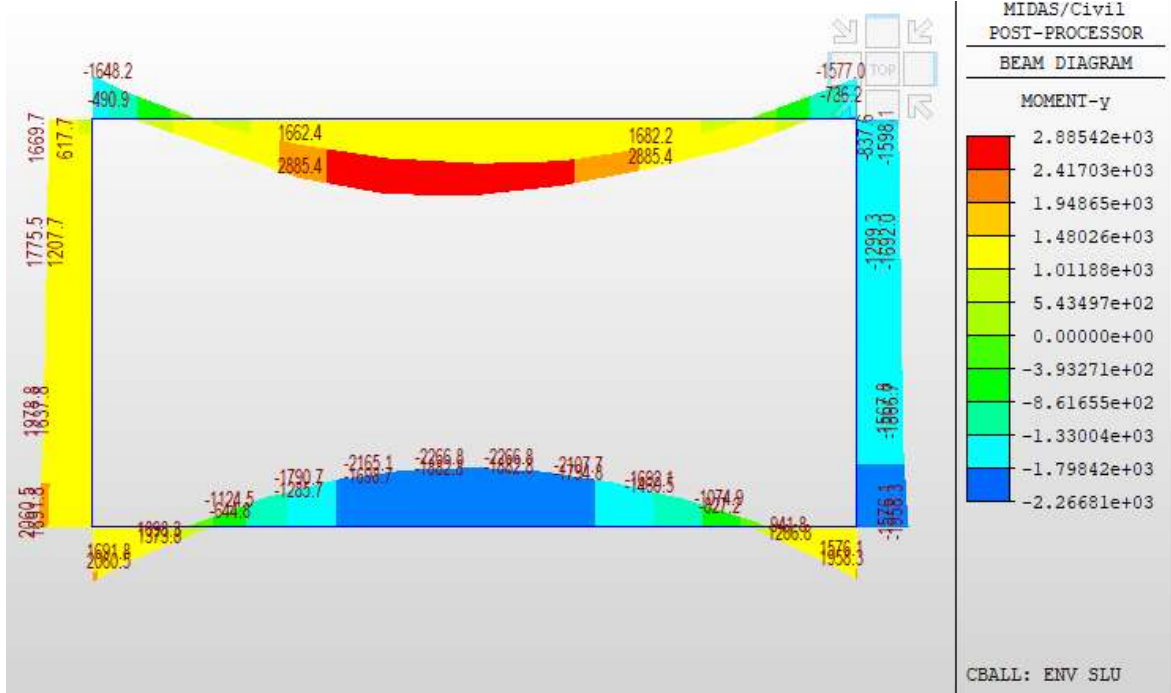


Fig. 23 – Involuppo momenti flettenti SLU

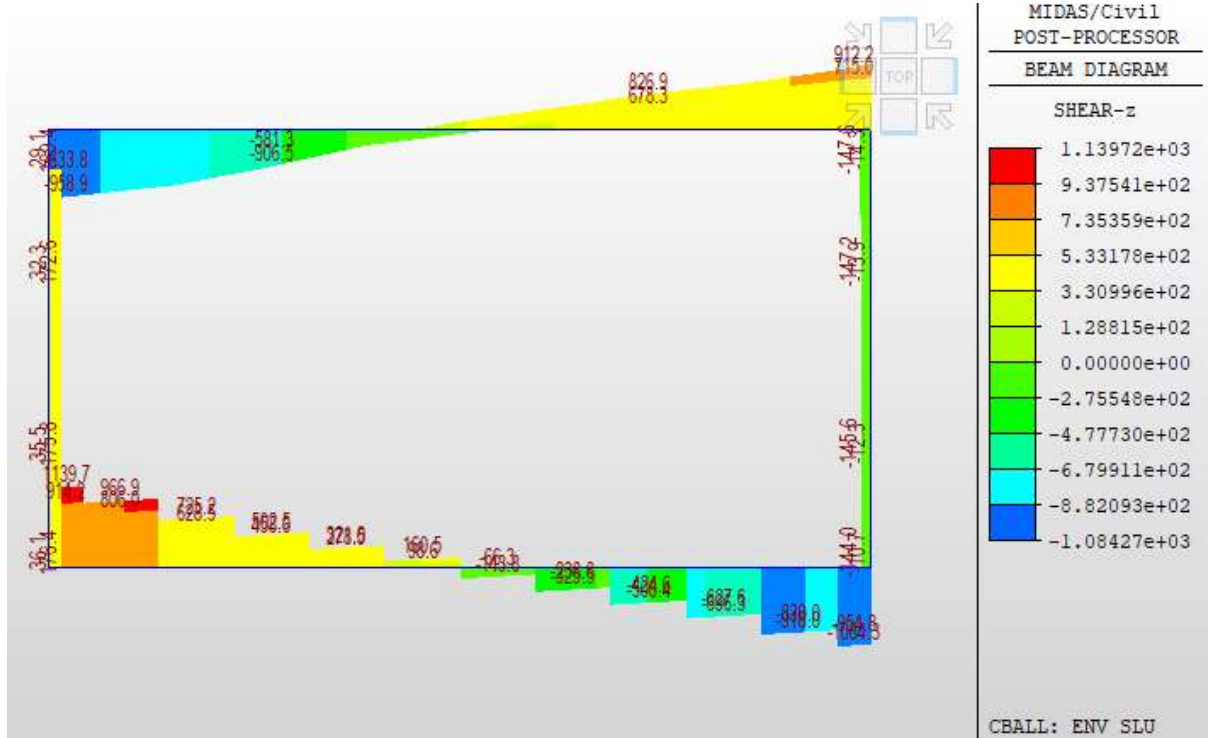


Fig. 24 – Involuppo sforzi taglianti SLU

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	41

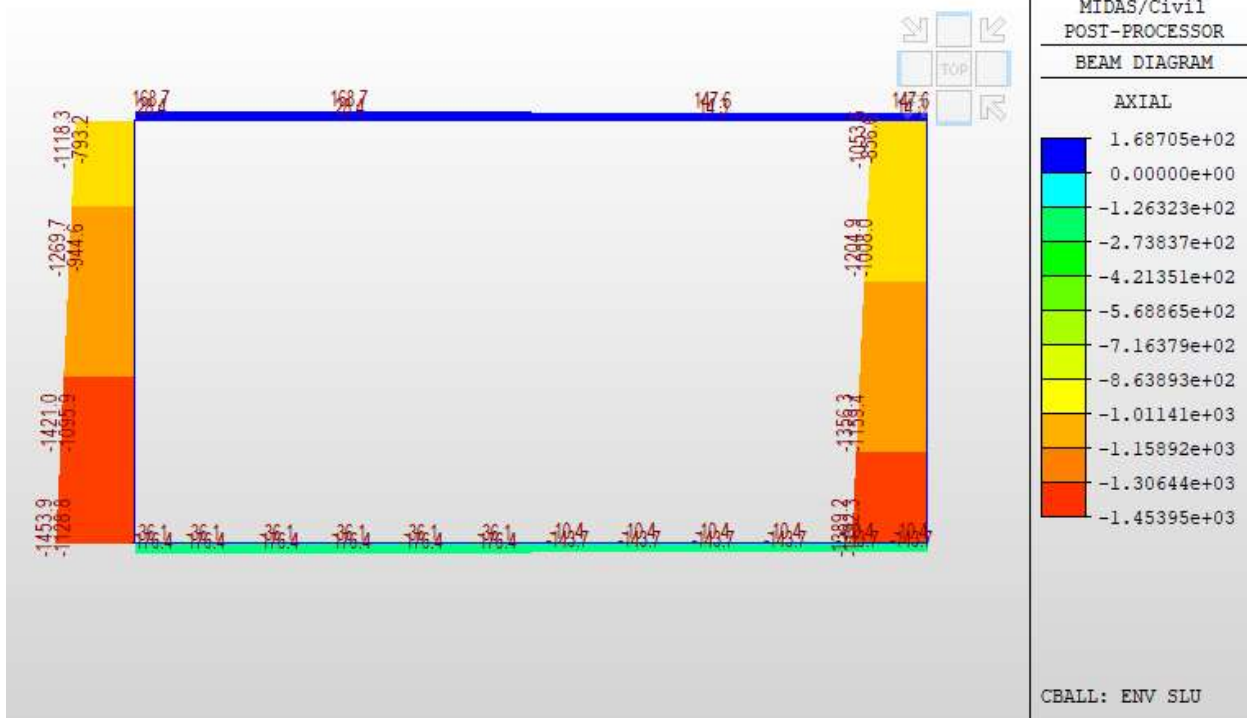


Fig. 25 – Involuppo azioni assiali SLU

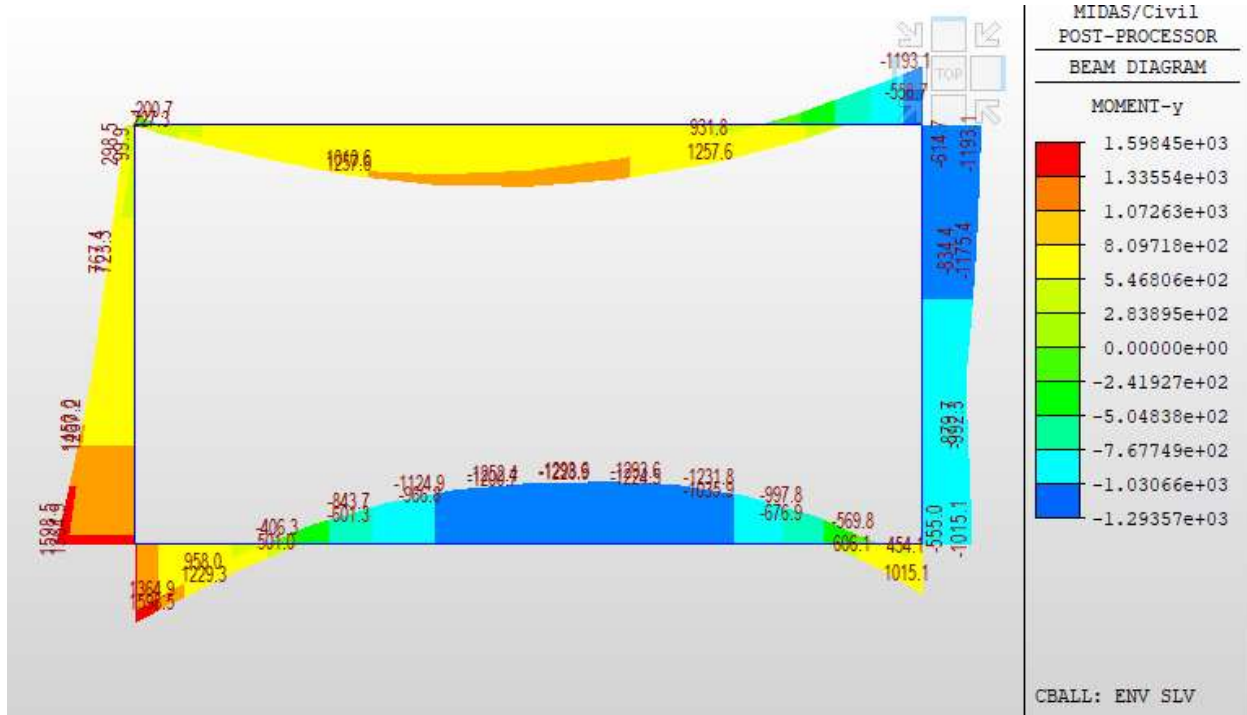


Fig. 26 – Involuppo momenti flettenti SLV

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	42

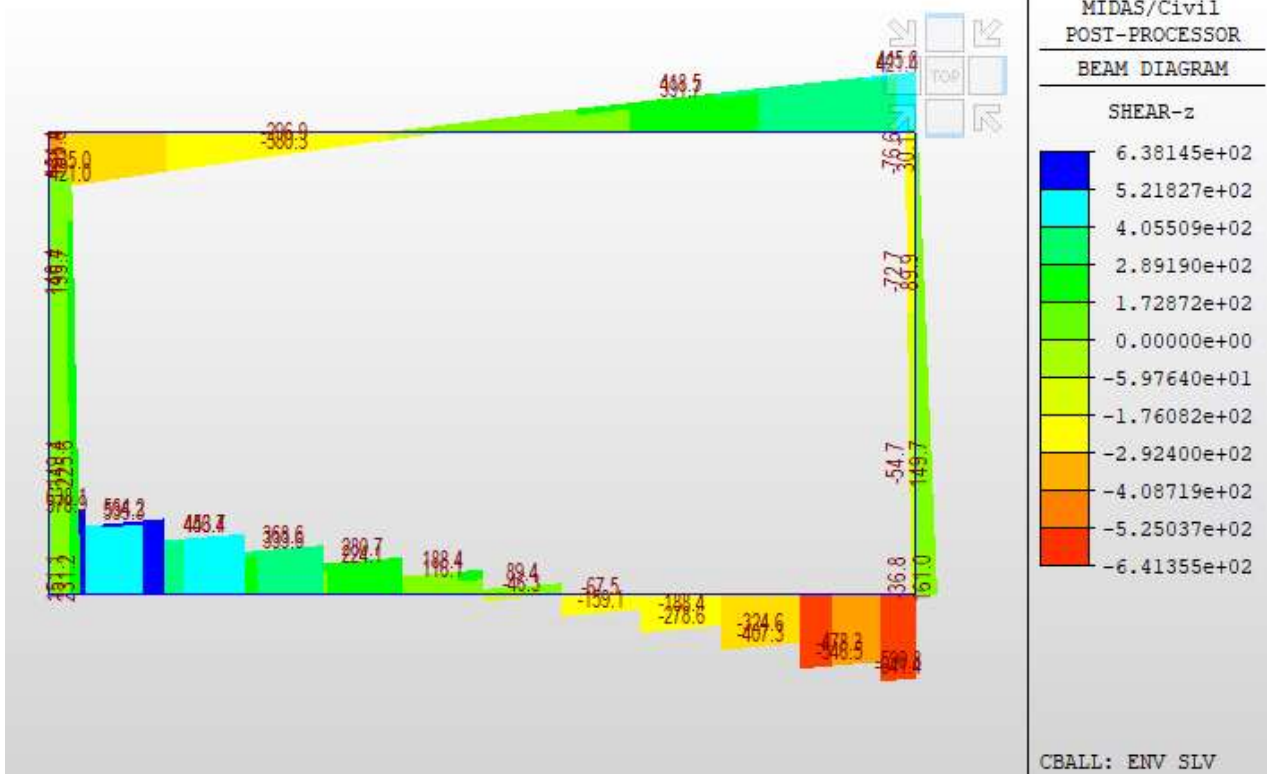


Fig. 27 – Involuppo sforzi taglianti SLV

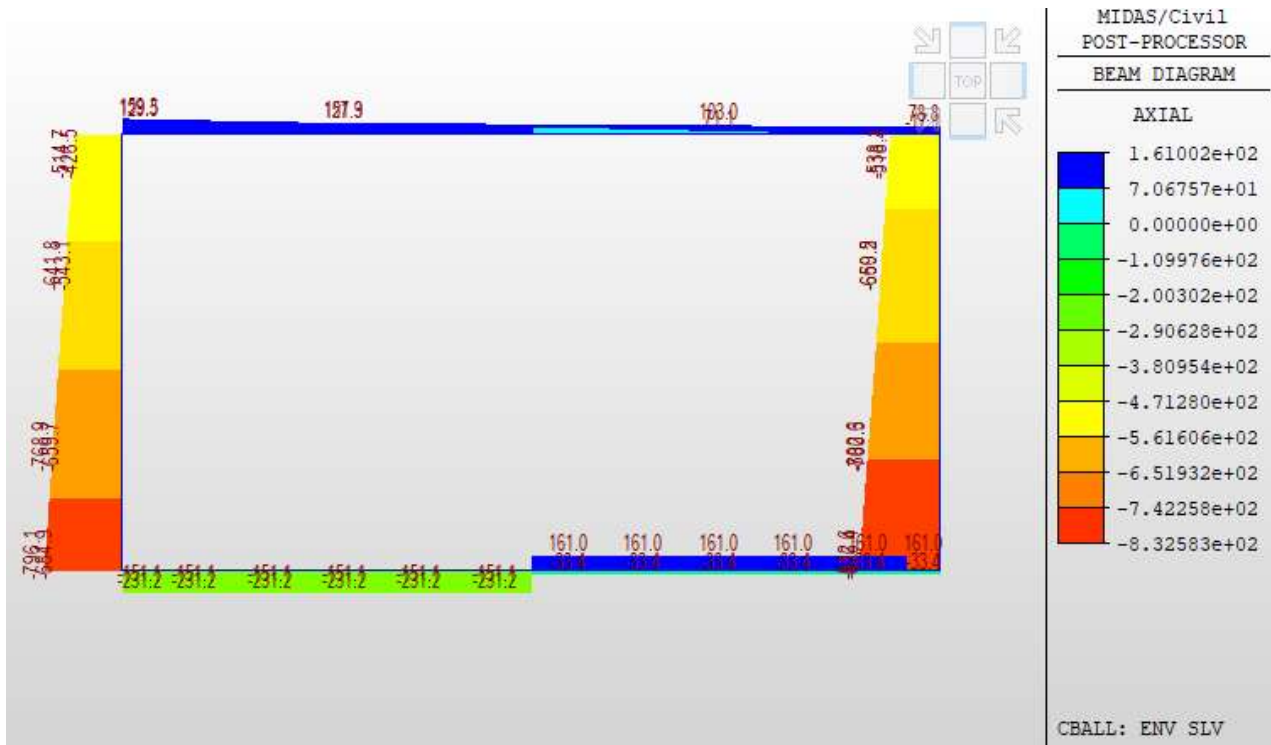


Fig. 28 – Involuppo azioni assiali SLV

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	43

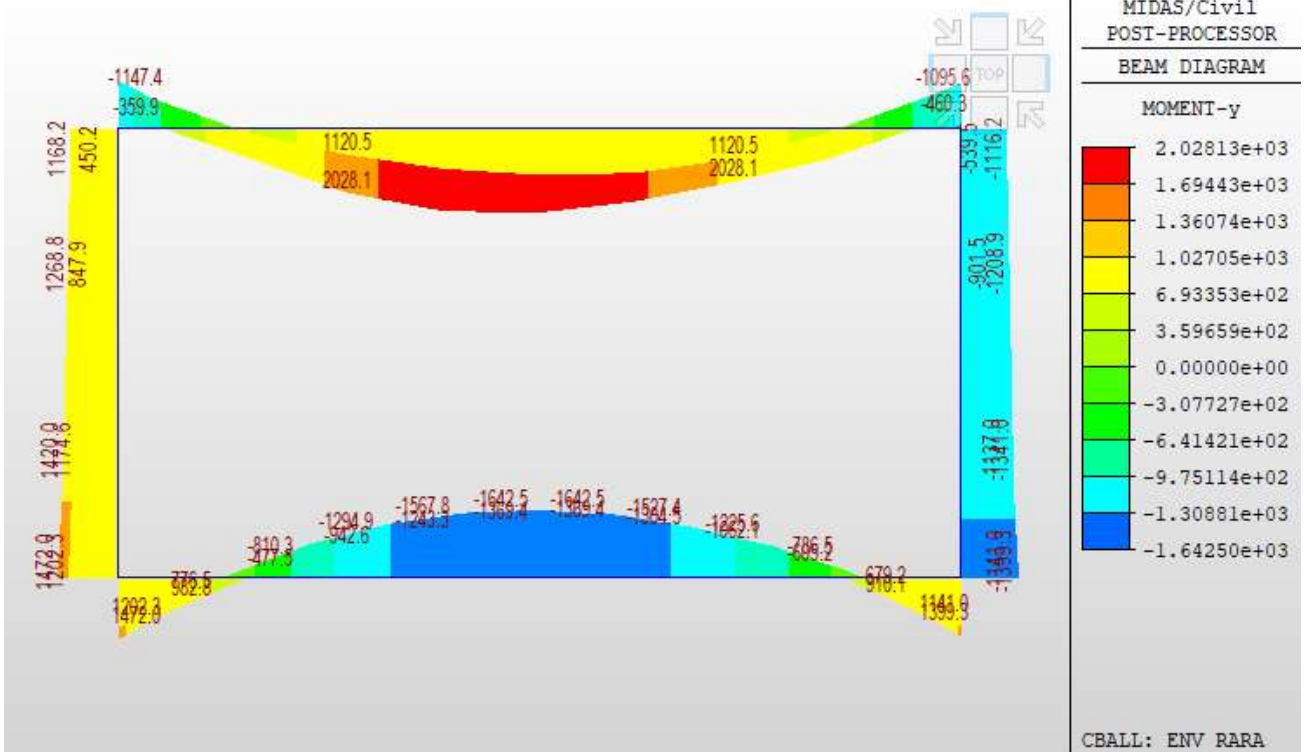


Fig. 29 – Inviluppo momenti flettenti RARA

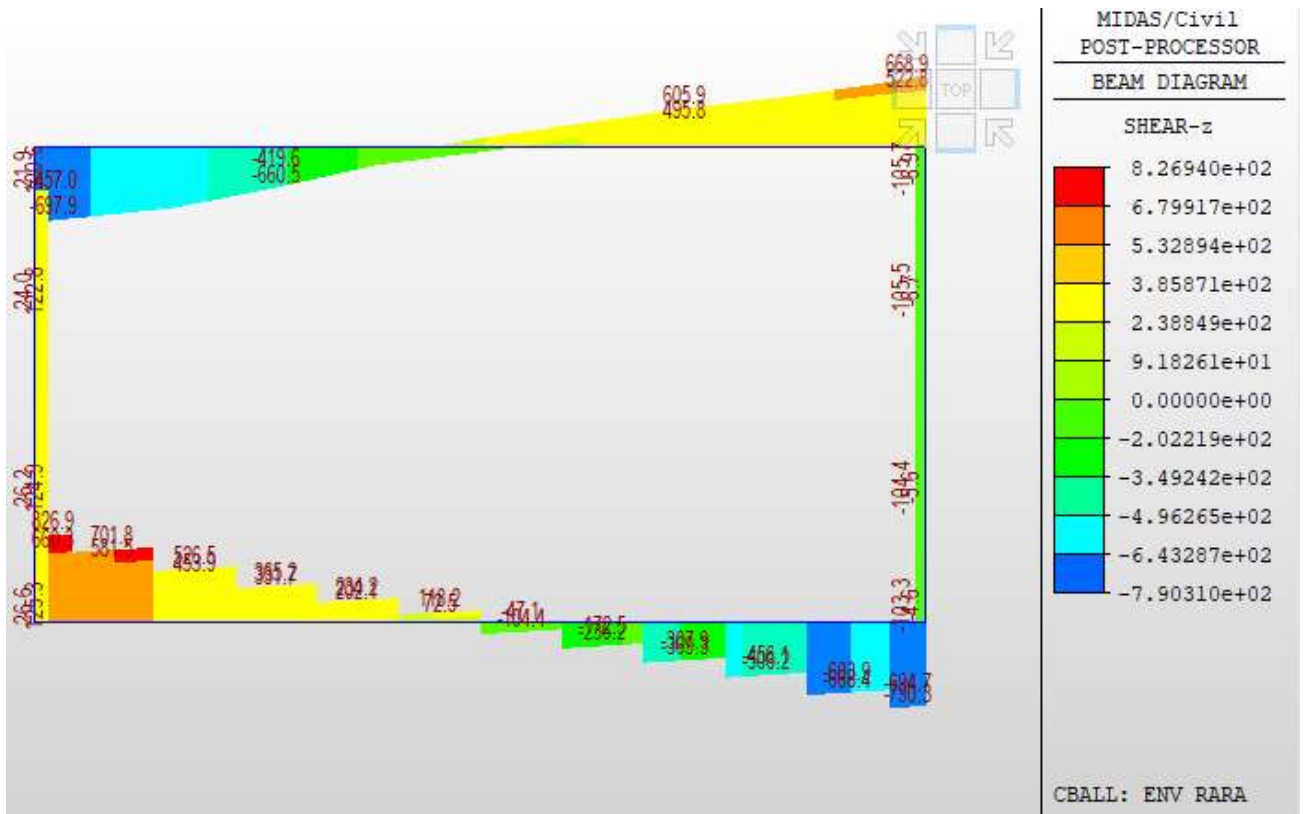


Fig. 30 – Inviluppo sforzi taglienti RARA

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	44

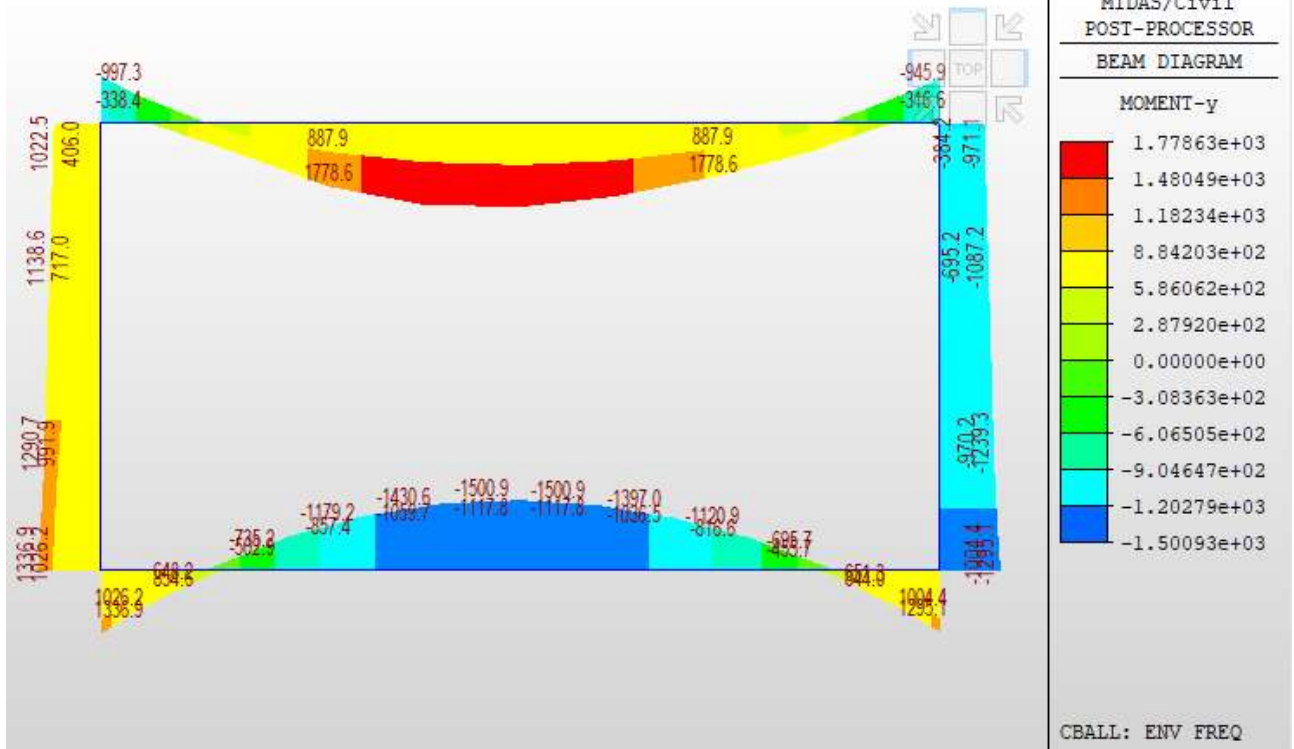


Fig. 31 – Inviluppo momenti flettenti FREQ

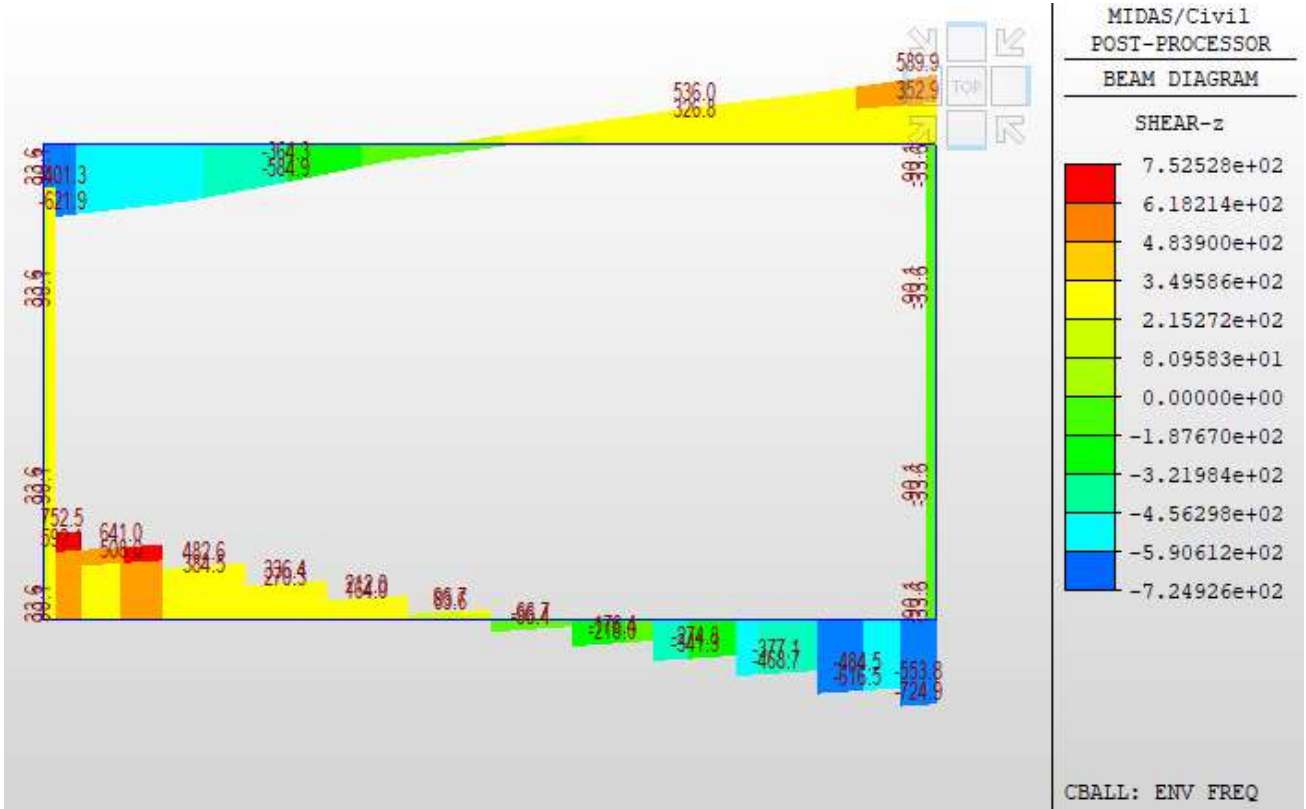


Fig. 32 – Inviluppo sforzi taglienti FREQ

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	45

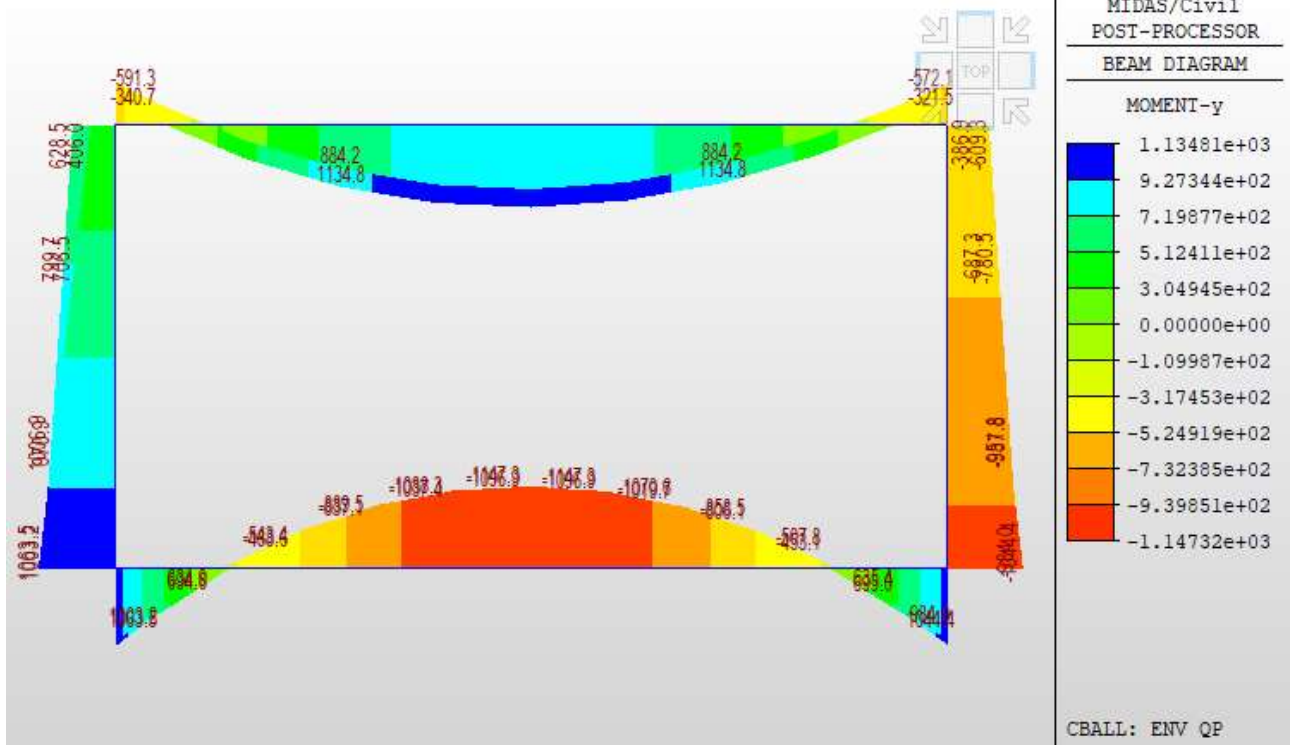


Fig. 33 – Involuppo momenti flettenti QP

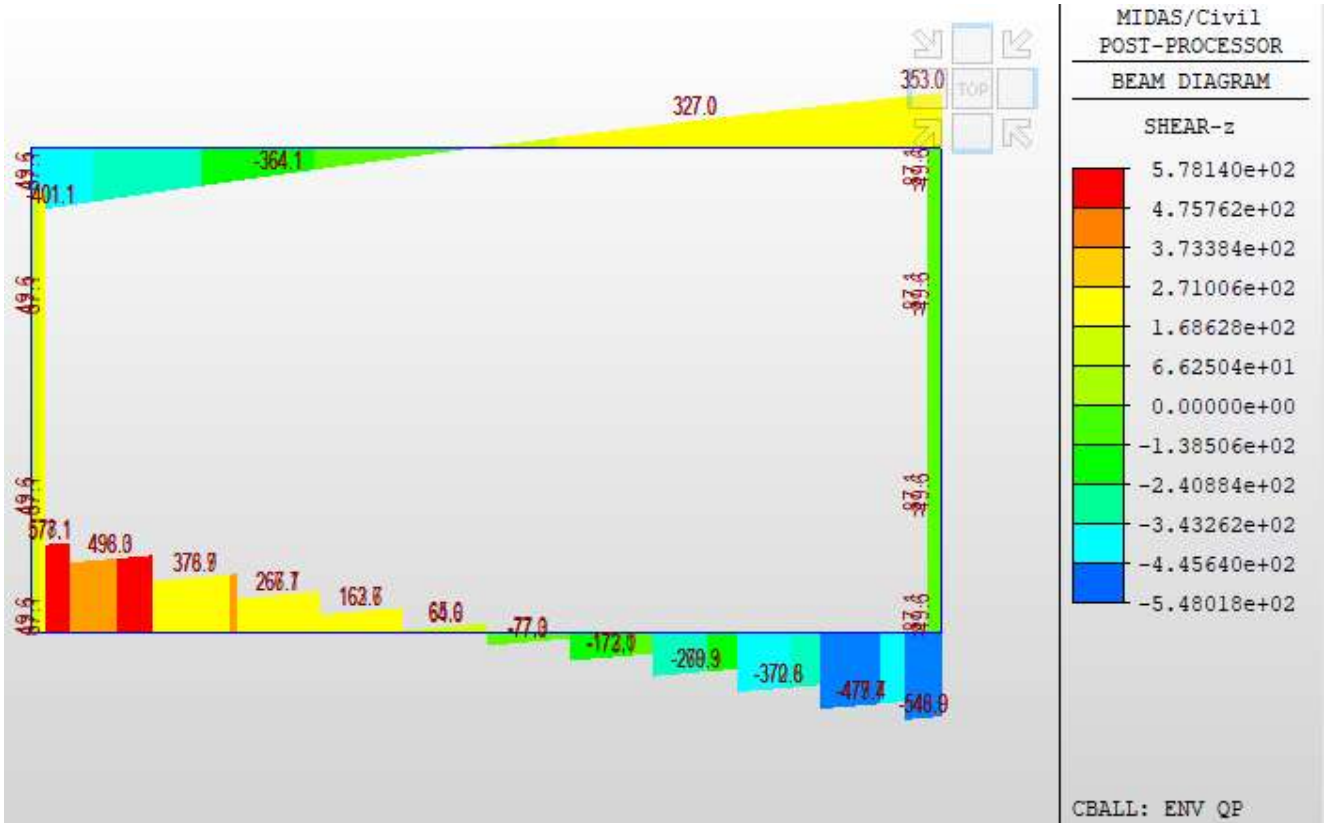


Fig. 34 – Involuppo sforzi taglienti QP

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	46

10 VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Le sezioni verificate sono le seguenti:

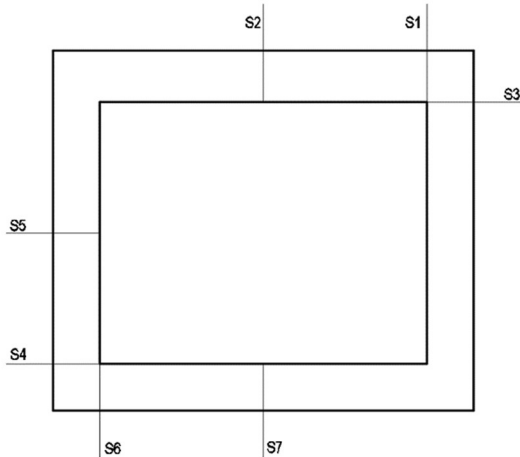
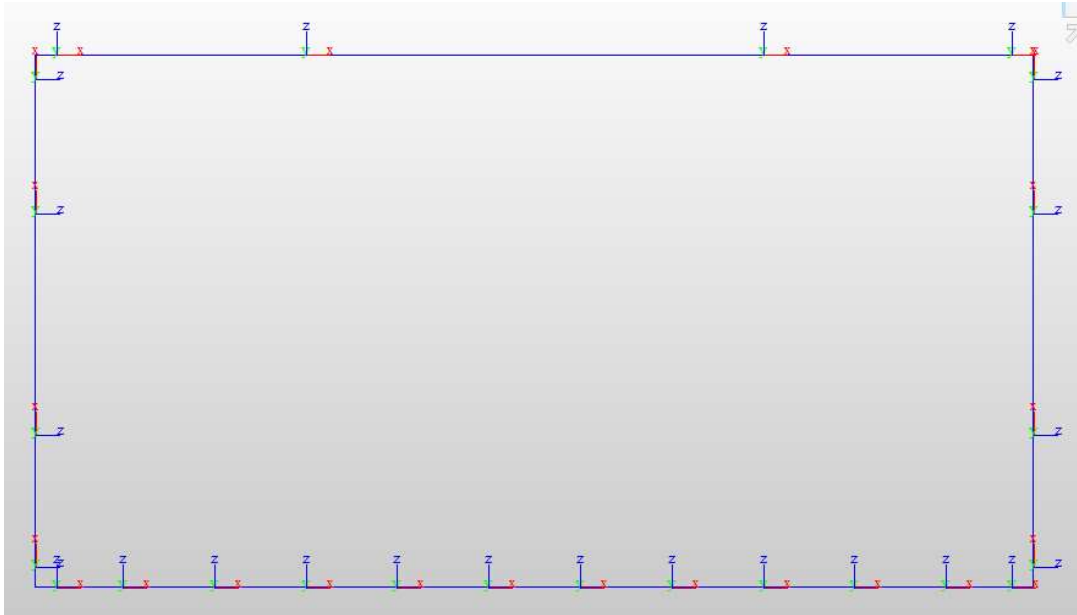


Fig. 35 – Sezioni di verifica



Correlazione tra Sezioni di verifica e Numerazione Frame

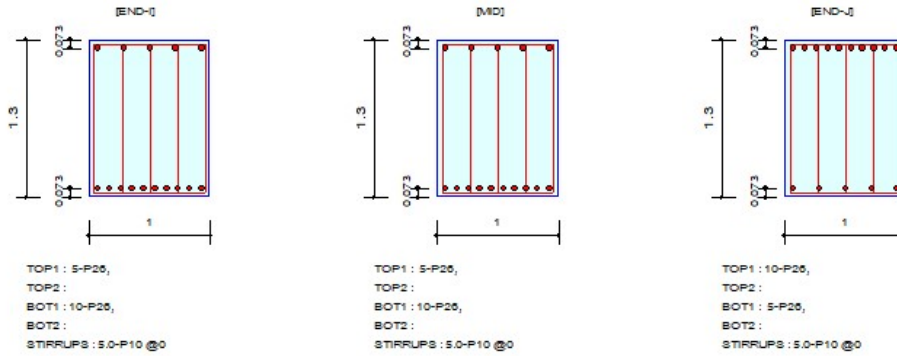
Sezione di verifica	Descrizione	Frame ID - nodo
S1	Soletta superiore	11 - End "j"
S2	Soletta superiore	10 - End "i"
S3	Piedritto	29- End "j"
S4	Piedritto	26-End "i"
S5	Piedritto	26-End "j"
S6	Fondazione	16-End "i"
S7	Fondazione	20-End "j"

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	47

10.1 SOLETTA SUPERIORE

Section Diagram



Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	0.00	309.34	1281.57
(-) Load Combination No.	3	49	17
Factored Strength (M _{Rd})	1240.49	1240.49	2422.32
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000	0.2494	0.5291
Positive Moment (M _{Ed})	2390.13	2028.29	720.91
(+) Load Combination No.	19	19	20
Factored Strength (M _{Rd})	2422.32	2422.32	1240.49
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.9867	0.8373	0.5811
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0027	0.0027	0.0053
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0053	0.0053	0.0027

Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	3	3	20
Factored Shear Force (V _{Ed})	291.12	603.55	779.24
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	496.34	496.34	496.34
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	1056.16	1056.16	1056.16
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0	5.0-P10 @0	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.5865	0.5715	0.7378

Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	37	37	47
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.015
Allowable Crack Width(w _a)	0.000	0.000	0.200
Check Ratio(w/w _a)	*****	*****	0.0728
(+) Load Combination No.	48	48	48
Crack Width(w)	0.030	0.027	0.012
Allowable Crack Width(w _a)	0.200	0.200	0.200
Check Ratio(w/w _a)	0.1500	0.1355	0.0601

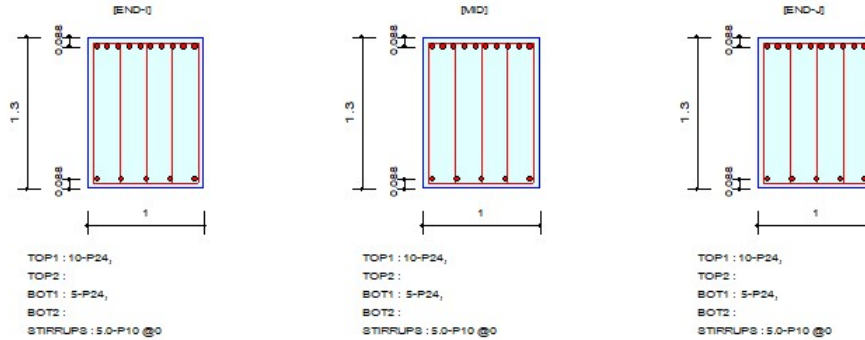
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	48

Condizione soddisfatta

10.2 PIEDRITTO TESTA

Section Diagram



Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	1581.79	1669.68	1713.11
(-) Load Combination No.	17	17	17
Factored Strength (M _{Rd})	2057.23	2057.23	2057.23
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7689	0.8116	0.8327
Positive Moment (M _{Ed})	0.00	0.00	0.00
(+) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M _{Rd})	1050.06	1050.06	1050.06
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0045	0.0045	0.0045
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0023	0.0023	0.0023

Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	49	49	49
Factored Shear Force (V _{Ed})	128.45	113.50	83.58
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	467.38	467.38	467.38
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	1043.25	1043.25	1043.25
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0	5.0-P10 @0	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.2748	0.2428	0.1788

Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.030	0.029	0.028
Allowable Crack Width(w _a)	0.300	0.300	0.300
Check Ratio(w/w _a)	0.0995	0.0978	0.0944
(+) Load Combination No.	37	37	37
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/w _a)	*****	*****	*****

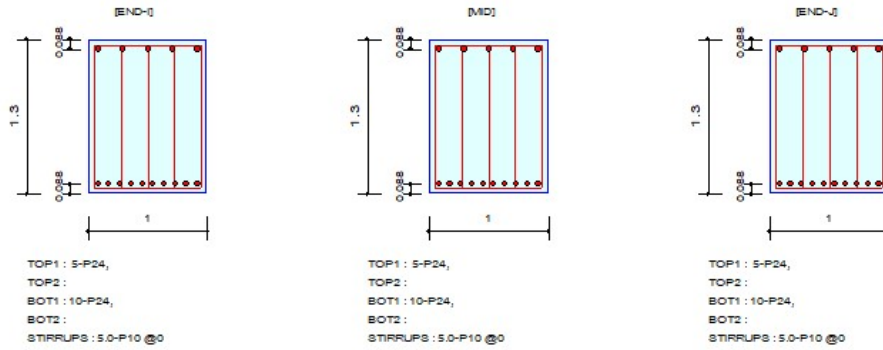
Condizione soddisfatta

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	49

10.3 PIEDRITTO SPICCATO

Section Diagram



Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	0.00	0.00	0.00
(-) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M _{Rd})	1050.06	1050.06	1050.06
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000	0.0000	0.0000
Positive Moment (M _{Ed})	1617.10	1598.45	1637.67
(+) Load Combination No.	11	17	17
Factored Strength (M _{Rd})	2057.23	2057.23	2057.23
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7861	0.7770	0.7961
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0023	0.0023	0.0023
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0045	0.0045	0.0045

Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	49	49	49
Factored Shear Force (V _{Ed})	187.04	179.56	164.60
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	467.38	467.38	467.38
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	1043.25	1043.25	1043.25
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P10 @0	5.0-P10 @0	5.0-P10 @0
Check Ratio	0.4002	0.3842	0.3522

Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	37	37	37
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/w _a)	*****	*****	*****
(+) Load Combination No.	48	48	47
Crack Width(w)	0.035	0.033	0.031
Allowable Crack Width(w _a)	0.300	0.300	0.300
Check Ratio(w/w _a)	0.1163	0.1104	0.1041

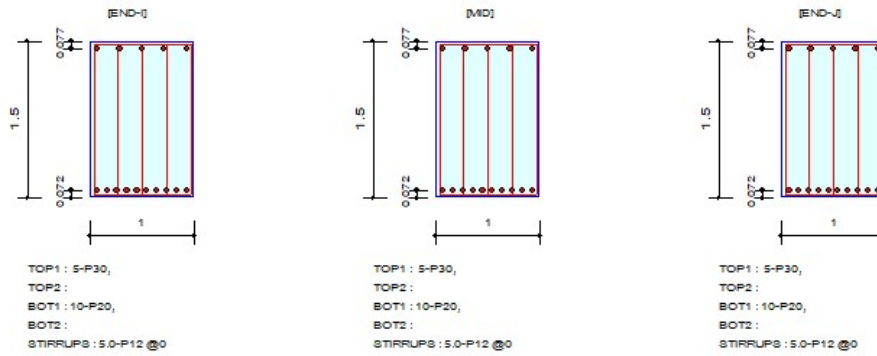
Condizione soddisfatta

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di appoggio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	50

10.4 SOLETTA INFERIORE APPOGGIO

Section Diagram



Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	1364.07	1211.87	1458.14
(-) Load Combination No.	10	17	17
Factored Strength (M _{Rd})	1909.49	1909.49	1909.49
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7144	0.6347	0.7636
Positive Moment (M _{Ed})	1089.28	921.54	891.54
(+) Load Combination No.	49	49	20
Factored Strength (M _{Rd})	1705.88	1705.88	1705.88
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.6385	0.5402	0.5226
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0035	0.0035	0.0035
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0031	0.0031	0.0031

Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	20	19	19
Factored Shear Force (V _{Ed})	881.96	913.88	931.92
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	468.56	469.44	468.56
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	1752.03	1758.18	1752.03
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P12 @0	5.0-P12 @0	5.0-P12 @0
Check Ratio	0.5034	0.5198	0.5319

Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.024	0.021	0.026
Allowable Crack Width(w _a)	0.300	0.300	0.300
Check Ratio(w/w _a)	0.0812	0.0700	0.0856
(+) Load Combination No.	48	48	48
Crack Width(w)	0.015	0.011	0.015
Allowable Crack Width(w _a)	0.300	0.300	0.300
Check Ratio(w/w _a)	0.0507	0.0356	0.0507

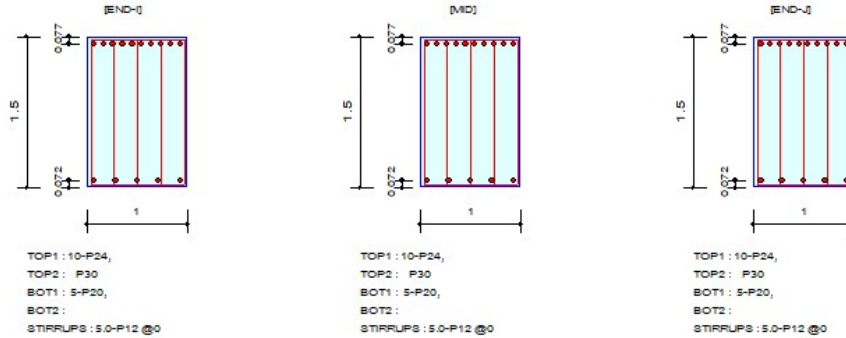
Condizione soddisfatta

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	51

10.5 SOLETTA INFERIORE MEZZERIA

Section Diagram



Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	2566.38	2531.89	2566.38
(-) Load Combination No.	17	17	17
Factored Strength (M _{Rd})	3084.99	3084.99	3084.99
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.8319	0.8207	0.8319
Positive Moment (M _{Ed})	0.00	0.00	0.00
(+) Load Combination No.	3	3	3
Factored Strength (M _{Rd})	863.17	863.17	863.17
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0058	0.0058	0.0058
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0016	0.0016	0.0016

Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	19	19	19
Factored Shear Force (V _{Ed})	495.32	477.29	491.62
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	552.49	552.49	552.49
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	1752.03	1752.03	1752.03
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	5.0-P12 @0	5.0-P12 @0	5.0-P12 @0
Check Ratio	0.8965	0.8639	0.8898

Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	47	47	47
Crack Width(w)	0.034	0.034	0.034
Allowable Crack Width(w _a)	0.300	0.300	0.300
Check Ratio(w/w _a)	0.1142	0.1123	0.1142
(+) Load Combination No.	37	37	37
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/w _a)	*****	*****	*****

Condizione soddisfatta

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	52

11 VERIFICA DELLO SBALZO

Per la verifica della soletta a sbalzo è stato eseguito un calcolo semplificato a trave incastrata. La trave ha una sezione 1.00m x 0.60m , Lcalcolo= 1.60 m

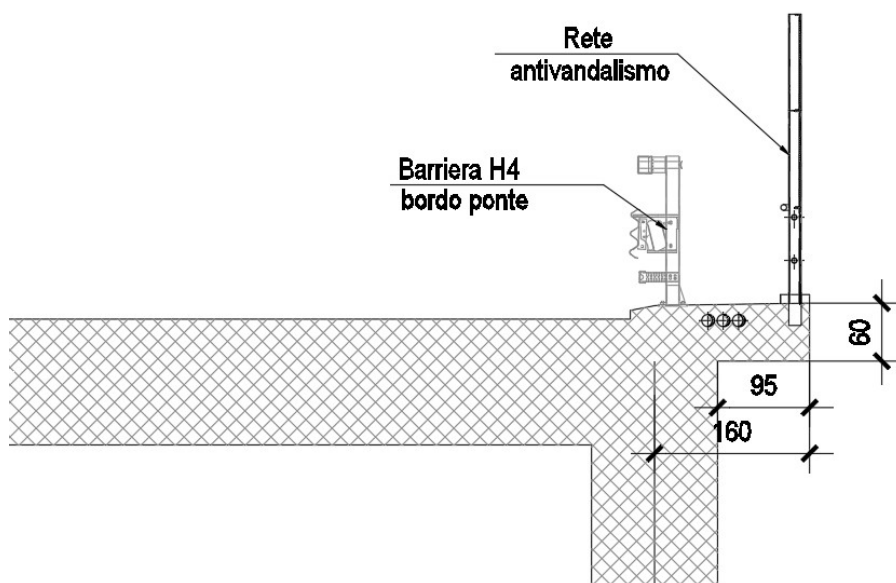


Fig. 36 – Sezioni trasversali (sbalzo)

Il peso proprio è stato calcolato considerando un peso per unità di volume del cemento armato pari 25kN/m³. Per il carico da folla è stato considerato un carico uniformemente distribuito pari a 5kN/m².

Al nodo all'estremità della trave sono state applicate forze e momenti concentrati come riportato nella tabella sottostante.

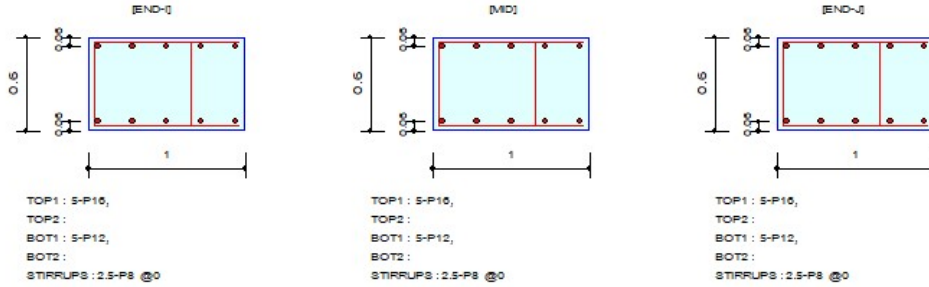
Barriera di sicurezza	1.40 kN
Veletta	2.50 kN
Parapetto/rete	1.00 kN

No	Name	Active	Type	DEAD(ST)	PERM(ST)	CROWD(ST)
1	SLU-1	Active	Add	1.3500	1.5000	1.5000
2	RARA-1	Active	Add	1.0000	1.0000	1.0000
3	FREQ	Active	Add	1.0000	1.0000	0.7500
4	QP	Active	Add	1.0000	1.0000	

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di appoggio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	53

Section Diagram



Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M _{Ed})	12.22	7.77	1.66
(-) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M _{Rd})	207.47	207.47	207.47
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0589	0.0375	0.0080
Positive Moment (M _{Ed})	0.00	0.00	0.00
(+) Load Combination No.	1	1	1
Factored Strength (M _{Rd})	118.01	118.01	118.01
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Rebar Top (A _{s_top})	0.0010	0.0010	0.0010
Using Rebar Bot (A _{s_bot})	0.0006	0.0006	0.0006

Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V _{Ed})	30.26	24.53	13.08
Shear Strength by Conc.(V _{Rdc})	218.12	218.12	218.12
Shear Strength by Rebar.(V _{Rds})	147.09	147.09	147.09
Using Shear Reinf. (A _{sw})	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	2.5-P8 @0	2.5-P8 @0	2.5-P8 @0
Check Ratio	0.1387	0.1125	0.0600

Crack Control

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	6	6	6
Crack Width(w)	0.002	0.001	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.300	0.300	0.300
Check Ratio(w/w _a)	0.0056	0.0036	0.0009
(+) Load Combination No.	3	3	3
Crack Width(w)	0.000	0.000	0.000
Allowable Crack Width(w _a)	0.000	0.000	0.000
Check Ratio(w/w _a)	*****	*****	*****

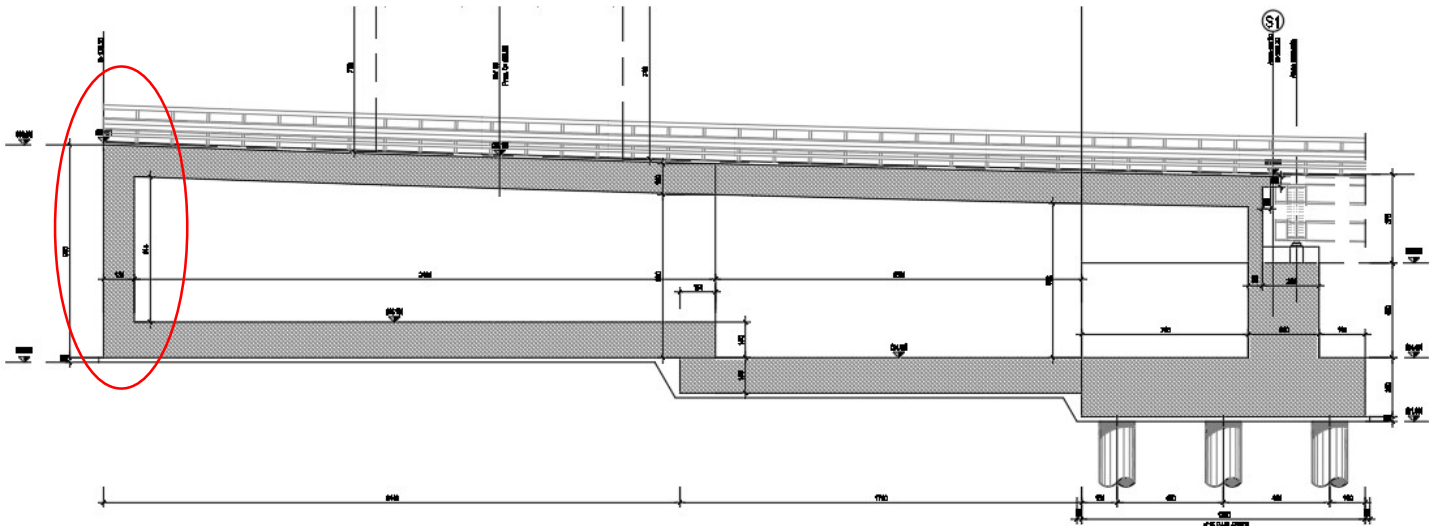
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	54

12 VERIFICHE INTEGRATIVE MURO POSTERIORE

Di seguito si riportano le analisi e le verifiche del muro posteriore a chiusura dello scatolare. Il muro è stato schematizzato come una piastra incastrata alle estremità caricata da un carico uniforme equivalente alle spinte del terreno. La verifica in particolare è condotta considerando la porzione di piastra incastrata tra il setto centrale e quello di estremità. I risultati possono essere estesi anche all'altra porzione in virtù della simetria di carichi e geometrica.

Muro Posteriore		
H muri (interna)	6.15	m
Larghezza muro (interna)	12.10	m
Spessore muro	1.30	m



In seguito si elencano tutti i carichi applicati al modello :

- Peso proprio viene determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso per unità di volume del cemento armato pari 25kN/m³.
- Spinta terrapieno viene determito considerando un peso specifico di 20 kN/m³. Nell'ipotesi di spostamenti molto piccoli della struttura rispetto al terreno, la spinta del terrapieno viene valutata sulla base dello stato di riposo Nel modello di calcolo questo carico viene definito come "**Spinta T**" è viene applicato sul muro posteriore come un carico distribuito tramite joint pattern con valore crescente con la profondità fino al valore massimo di 94.35 kN/m².

Terreno ai lati				
peso per unità di volume	γ	20.00		kN/m ³
angolo d'attrito	ϕ	36.00		°
Ka o Ko ---->	k	0.412		
h1 (m)	0.85	p1	7.00	kN/m ²
h2 (m)	8.40	p2	69.22	kN/m ²

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	55

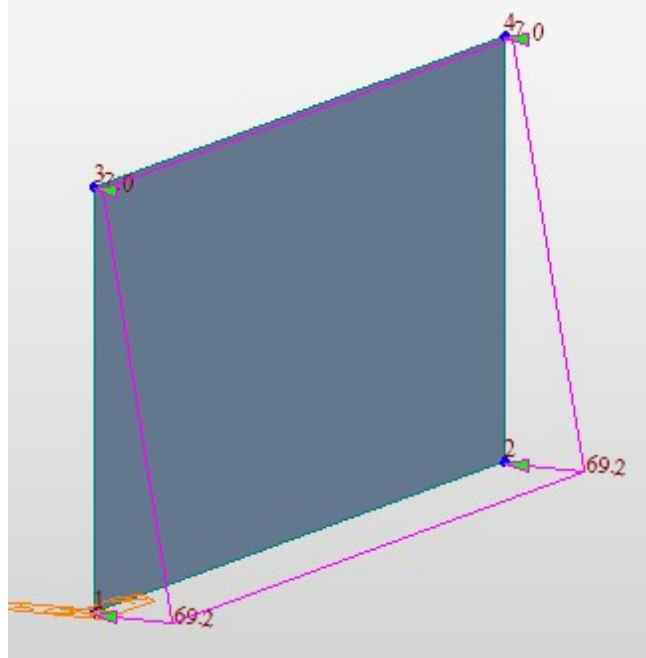


Fig. 37 – Spinta T

- Inoltre si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla parete di chiusura e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a $q = 20 \text{ kN/mq}$. La presenza di questo carico da un'ulteriore spinta sul muro posteriore, spinta questa definita nel modello come "**Spinta ACC**", e viene applicata alle shell del muro con valore $q = 20 * k_0 = 20 * 0.412 = 8.24 \text{ kN/mq}$

Sovraccarico accidentale da traffico	20	kN/m ²
Pressione statica-sovraccarichi	8.24	kN/m ²

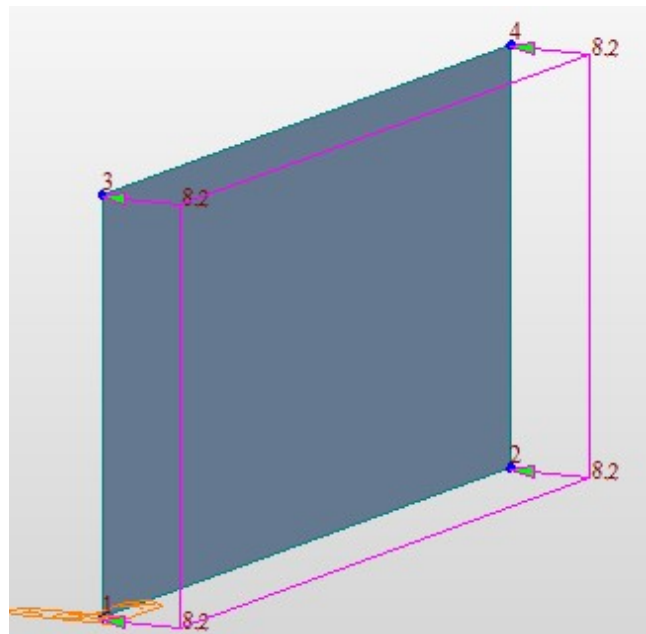


Fig. 38 – Spinta ACC

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	56

- In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica può essere calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro pari a $\Delta S_{ae} = a_{max}/g \cdot \gamma \cdot H^2$, da applicare ad una quota pari ad $H/2$ nel caso di muro impedito di traslare. Nel modello di calcolo questo carico viene definito come "SISX" e viene applicato come un carico uniformemente distribuito pari a 72.63 kN/mq.

Kh	0.267	
Kv	0.133	
INERZIAH	8.68	kN/m2
Sovraspinta sismica del terreno (Wood)	40.317	kN/m2

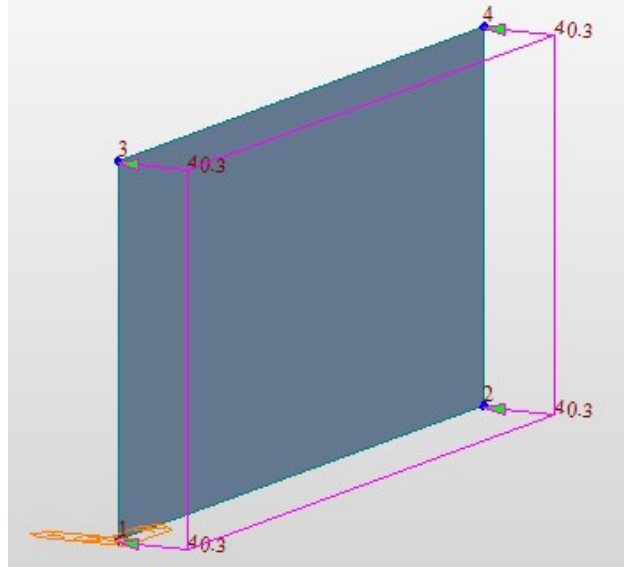


Fig. 39 – SISX

- L'inerzia orizzontale del muro stesso viene valutata mediante analisi pseudostatica

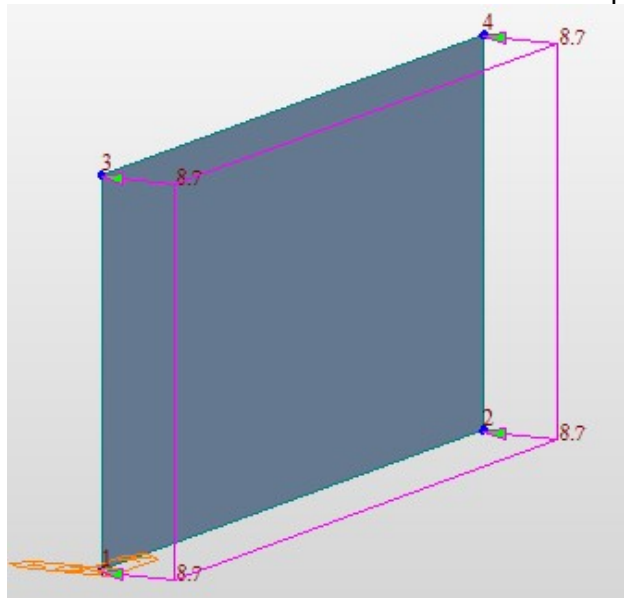


Fig. 40 – INERZIEH

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	57

No	Name	Active	Type	DEAD(ST)	Spinta T(ST)	Spinta ACC(ST)	SISX(ST)	INERZIEH(ST)
1	SLU-1	Active	Add	1.3500	1.3500	1.5000		
2	RARA-1	Active	Add	1.0000	1.0000	1.0000		
3	FREQ1	Active	Add	1.0000	1.0000	0.7500		
4	QP1	Active	Add	1.0000	1.0000			
5	SLV-1	Active	Add	1.0000	1.0000		1.0000	1.0000

Tabella 8 - Combinazioni di carico

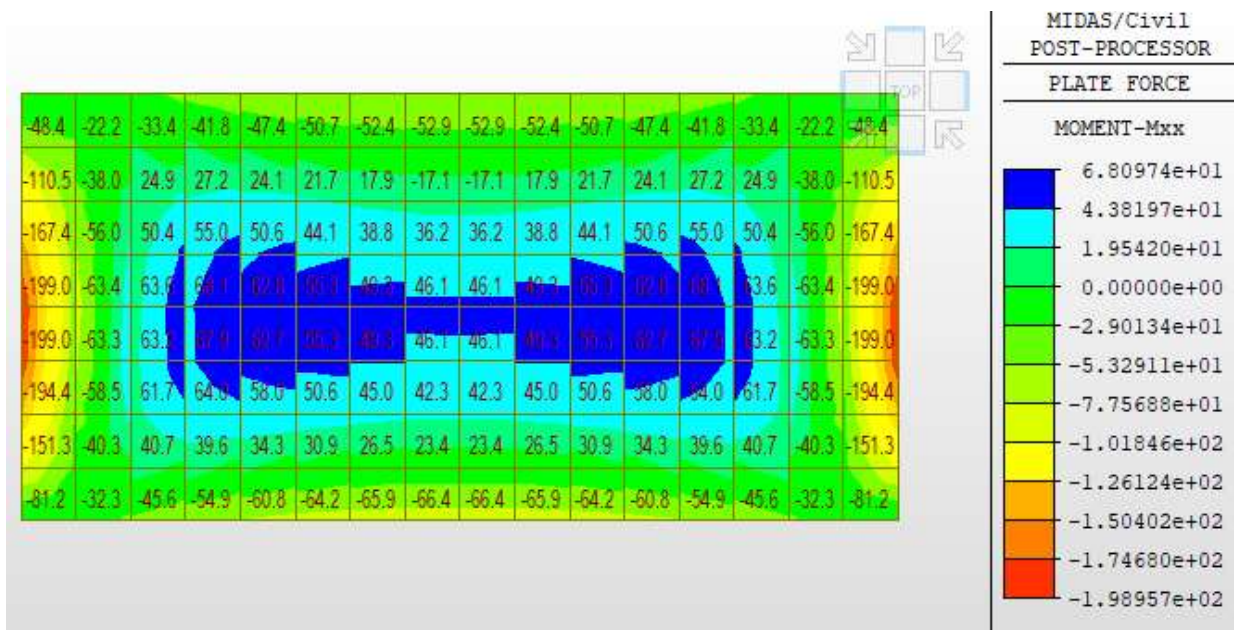


Fig. 41 – Momenti flettenti- Mxx SLU

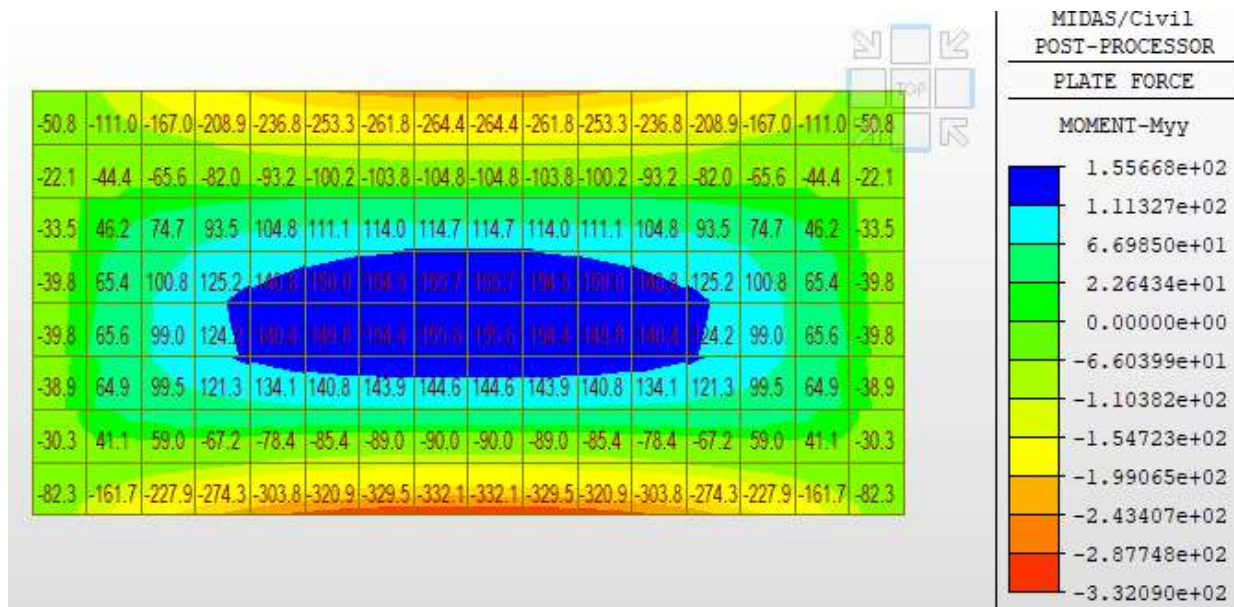


Fig. 42 – Momenti flettenti- Myy SLU

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	58

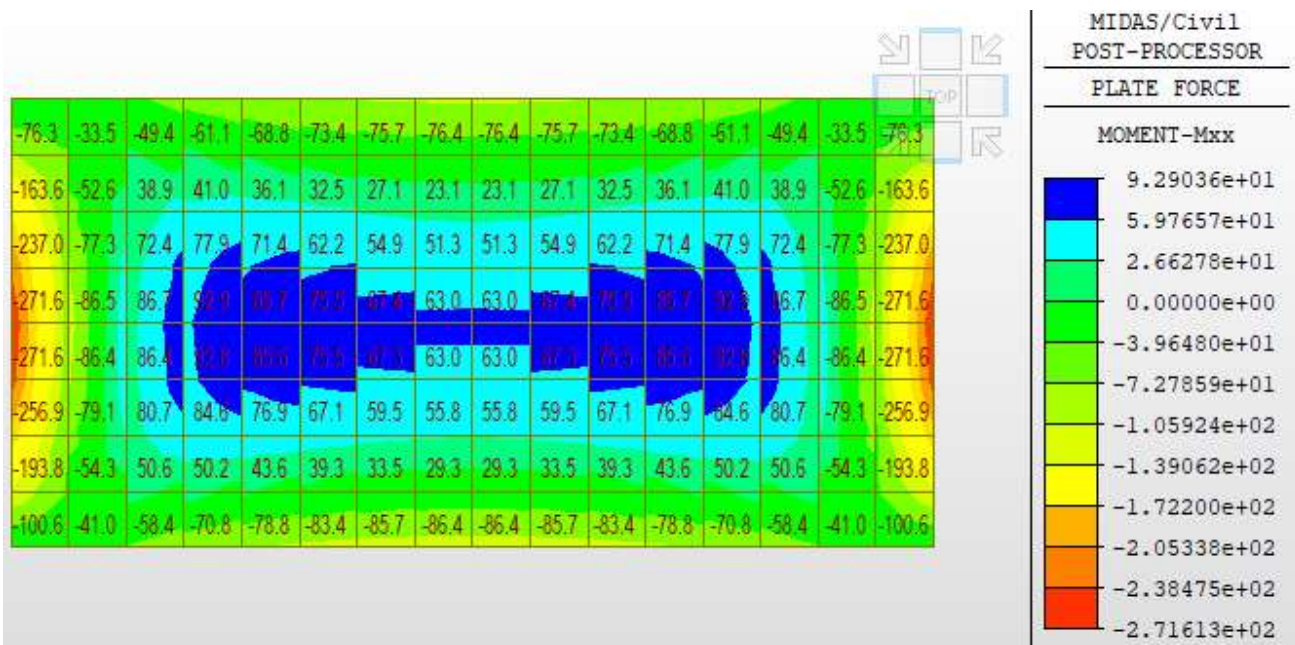


Fig. 43 – Momenti flettenti- Mxx SLV

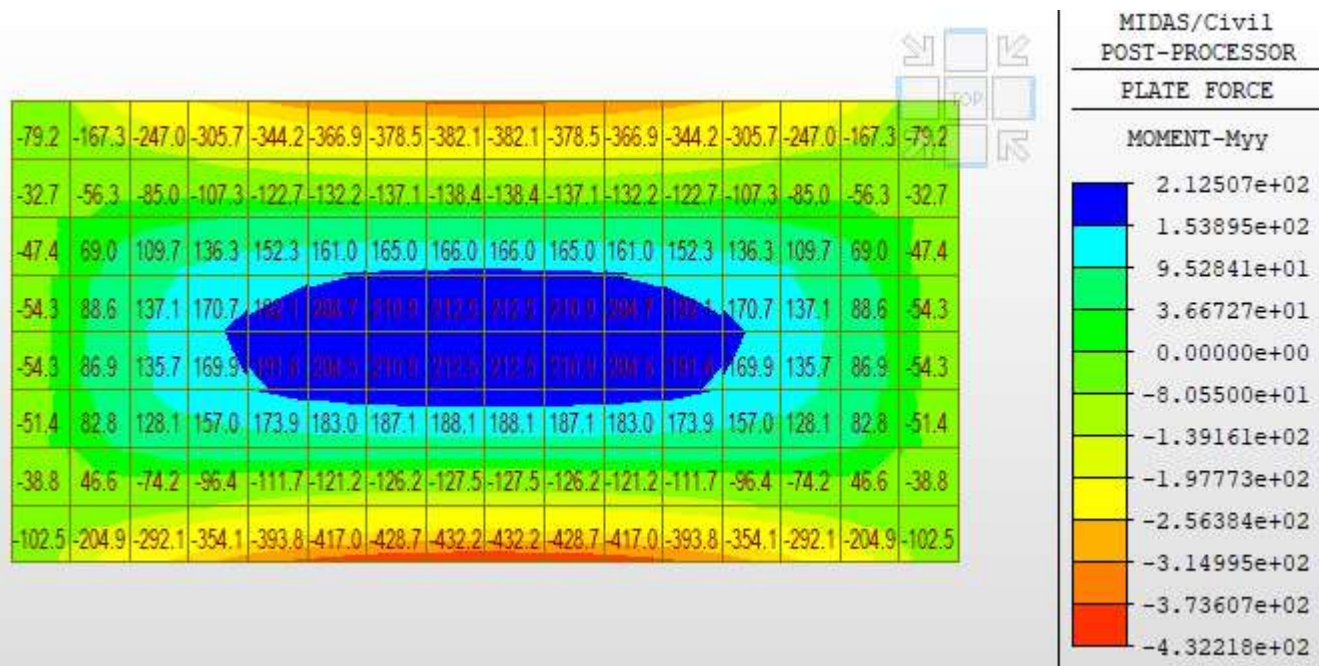


Fig. 44 – Momenti flettenti- Myy SLV

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	59

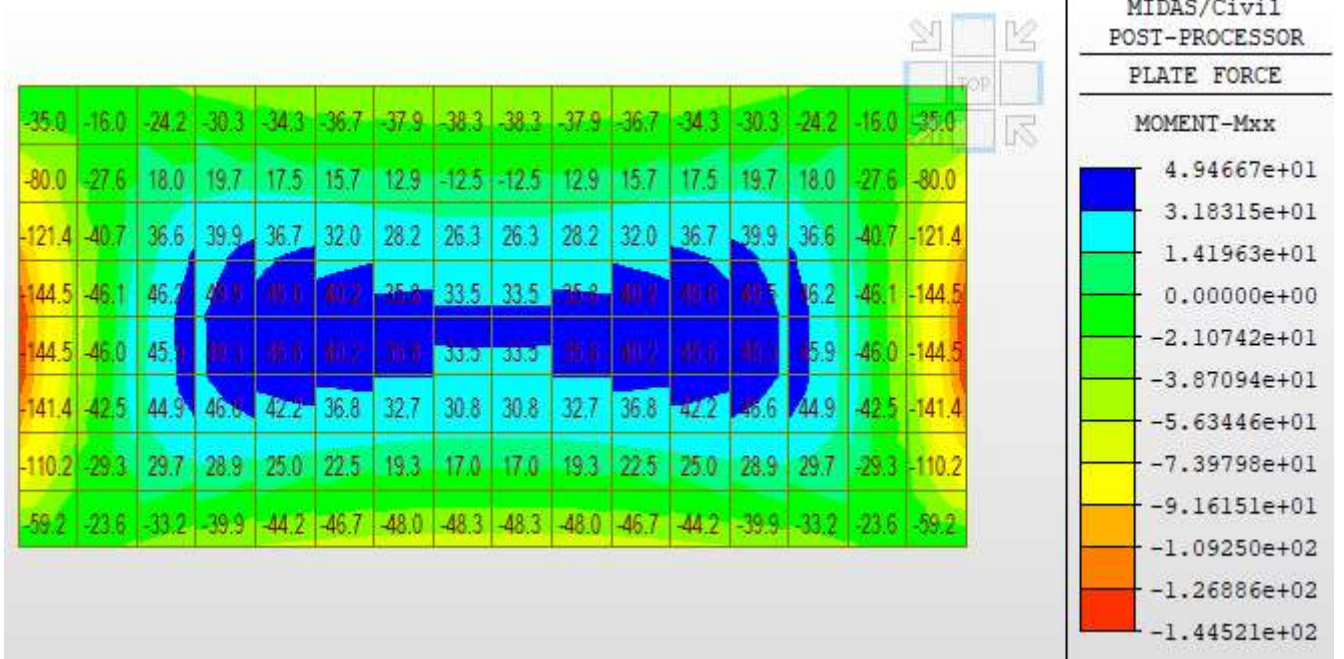


Fig. 45 – Momenti flettenti- Mxx RARA

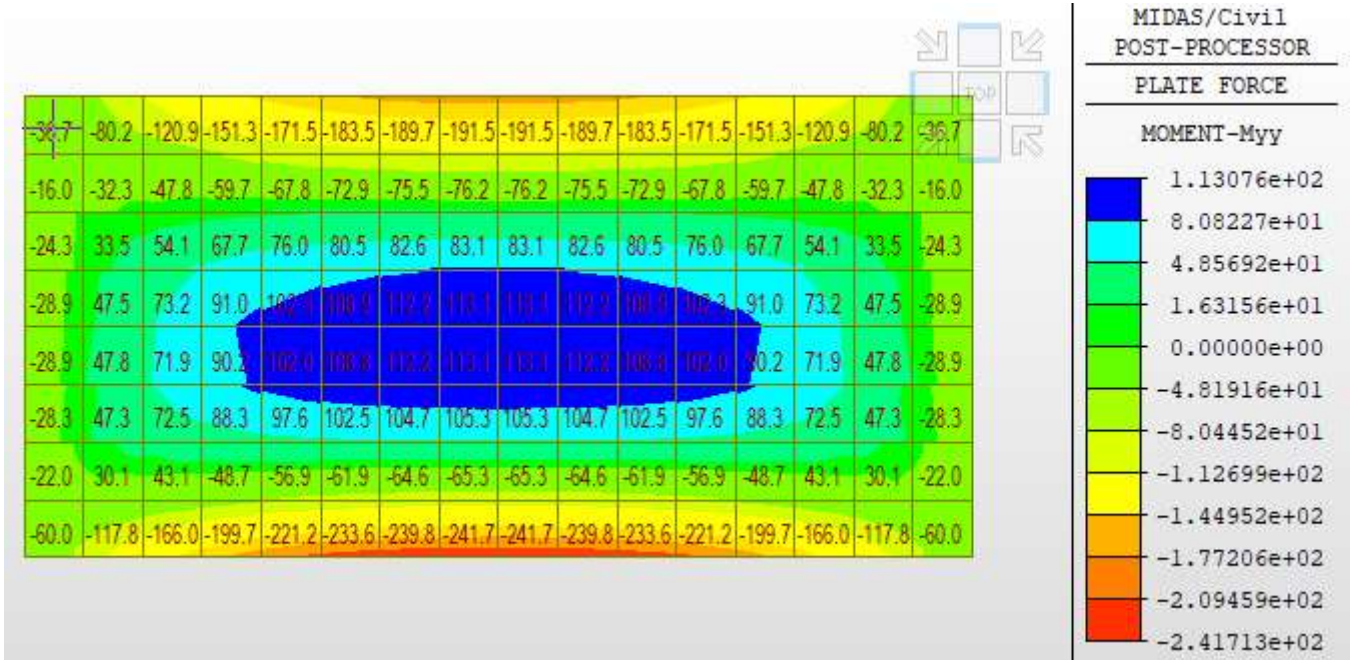


Fig. 46 – Momenti flettenti- Myy RARA

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	60

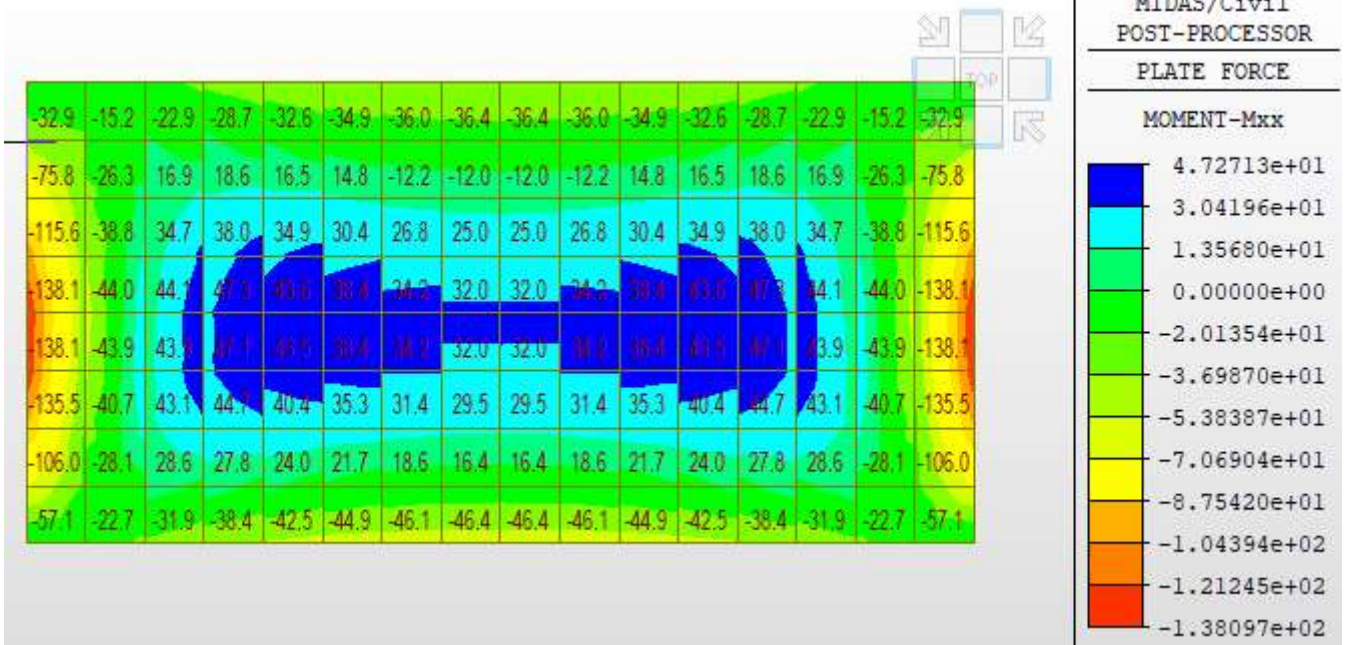


Fig. 47 – Momenti flettenti- Mxx FREQUENTE

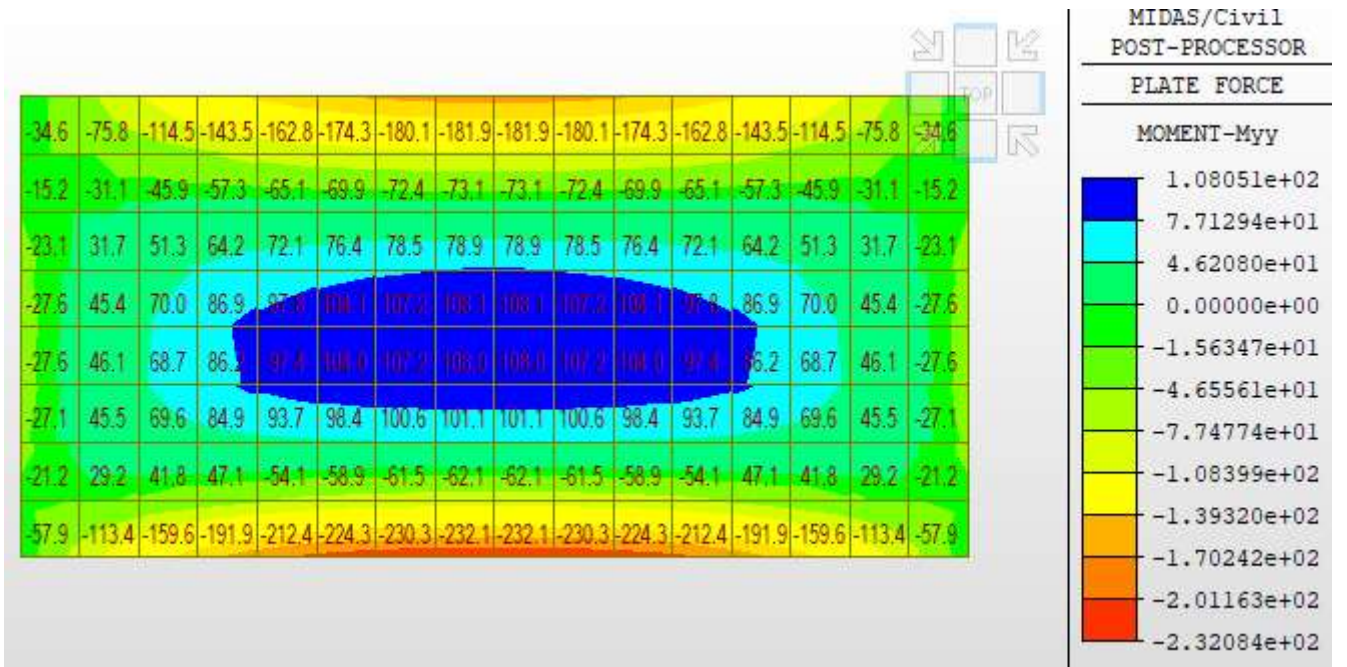


Fig. 48 – Momenti flettenti- Myy FREQUENTE

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	61

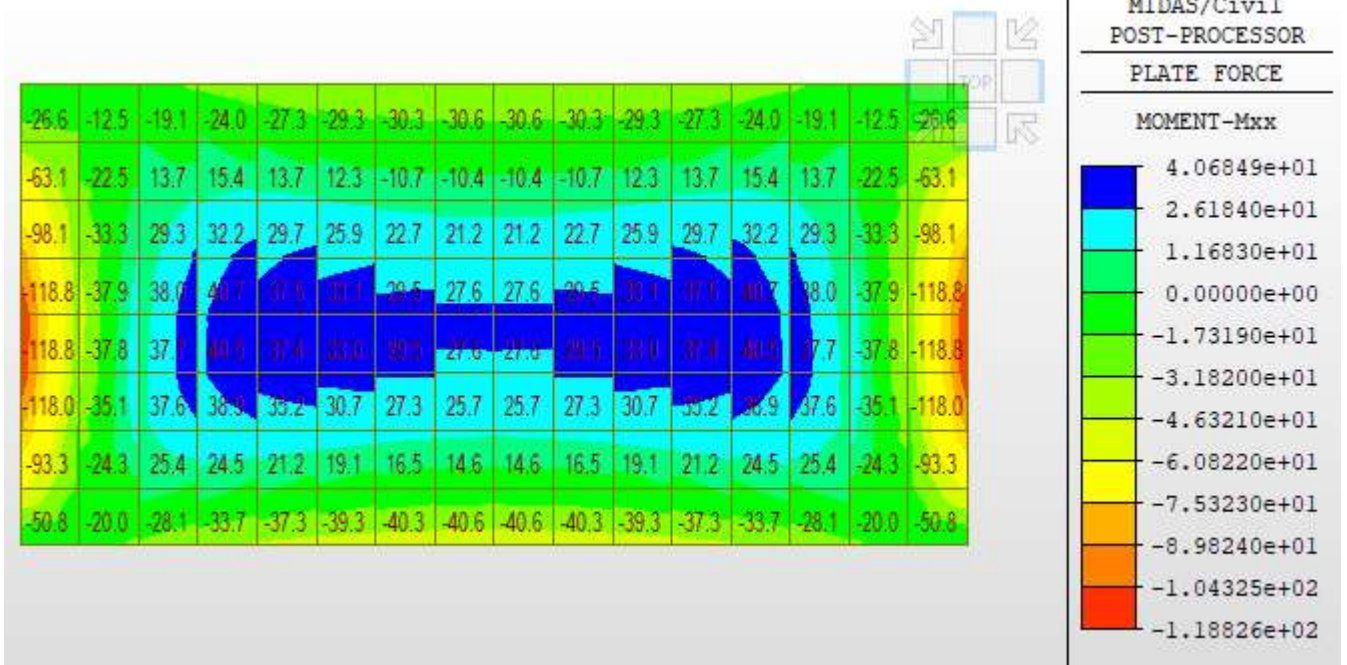


Fig. 49 – Momenti flettenti- Mxx QP

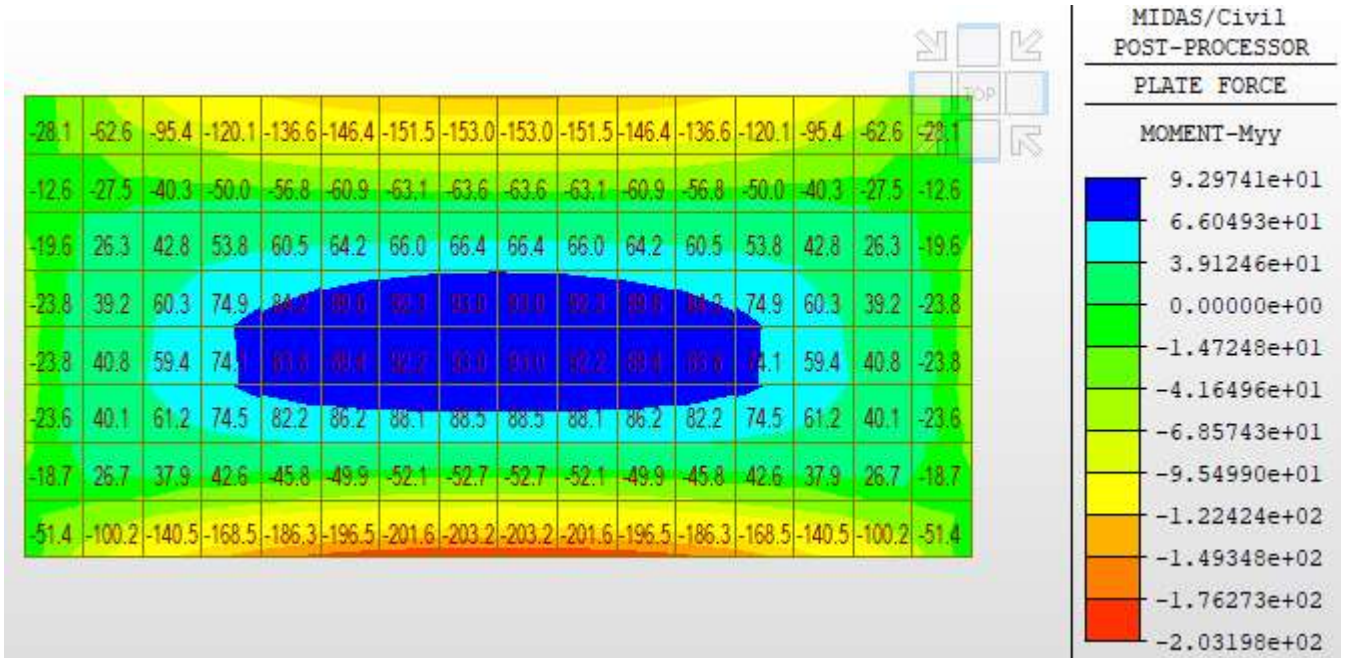


Fig. 50 – Momenti flettenti- Myy QP

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	62

- Verifiche direzione orizzontale
Design Condition

Design Type : Plate Column (1D)
Sub-Domain : PLATE
Design Code : Eurocode2-2:05
Unit System : kN, m, / m
Material Data : $f_{ck} = 32000$, $f_{yk} = 450000$, $f_{yw} = 450000$ KPa

Rebar Pattern	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Layer 1	P14@0.20	P14@0.20

Total Rebar Area $A_{st} = 0.00154$ m²/m

Using Stirrups Spacing : 5.0-P10 @0



Bending Moment Capacity

	Top(Negative)	Bottom(Positive)
M _{Ed}	271.61	92.90
Element No.	6	29
Load Combination	SLV-1	SLV-1
M _{Rd}	368.69	368.69
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7367	0.2520
Using Rebar(As)	0.0008	0.0008

Axial Force Resistance Check

Element No. 129
Load Combination SLU-1
Applied Axial Force Strength N_{Ed} = 30.6150
Axial Force Strength N_{Rd} = 24148.0
Axial Force Ratio $N_{Ed}/N_{Rd} = 30.6150 / 24148.0 = 0.001 < 1.000$ O.K

Shear Capacity

Element No. 6
Load Combination SLV-1
Applied Shear Force V_{Ed} = 215.367
Shear Strength (Out of plane) V_{Rdc} = 1076.33 V_{Rds} = 1061.32
Shear Ratio $V_{Ed}/V_{Rd} = 215.367 / 1076.33 = 0.200 < 1.000$ O.K

Crack Control

	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Element No.	125	29
Load Combination	QP1	QP1
Crack Width(w)	0.0000	0.0000
Allowable Crack Width(w _a)	0.0003	0.0003
Check Ratio	0.0313	0.0107

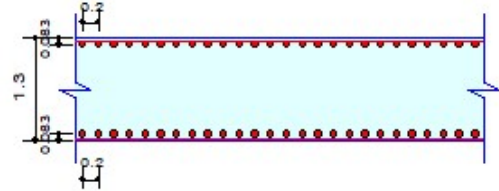
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	63

• Verifiche direzione verticale

Design Condition

Design Type : Plate Column (1D)
Sub-Domain : PLATE
Design Code : Eurocode2-2:05
Unit System : kN, m, / m
Material Data : fck = 32000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa



Rebar Pattern	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Layer 1	P18@0.20	P18@0.20

Total Rebar Area Ast = 0.00254 m²/m

Using Stirrups Spacing : 5.0-P10 @0

Bending Moment Capacity

	Top(Negative)	Bottom(Positive)
M _{Ed}	432.22	212.51
Element No.	65	61
Load Combination	SLV-1	SLV-1
M _{Rd}	596.26	596.26
Check Ratio (M _{Ed} /M _{Rd})	0.7249	0.3564
Using Rebar(As)	0.0013	0.0013

Axial Force Resistance Check

Element No. 58
Load Combination SLU-1
Applied Axial Force Strength N_{Ed} = -144.18
Axial Force Strength N_{Rd} = 24521.2
Axial Force Ratio N_{Ed}/N_{Rd} = -144.18 / 24521.2 = 0.006 < 1.000 O.K

Shear Capacity

Element No. 65
Load Combination SLV-1
Applied Shear Force V_{Ed} = 326.775
Shear Strength (Out of plane) V_{Rdc} = 1063.49 V_{Rds} = 1047.55
Shear Ratio V_{Ed}/V_{Rd} = 326.775 / 1063.49 = 0.307 < 1.000 O.K

Crack Control

	Top(Negative)	Bottom(Positive)
Element No.	65	61
Load Combination	QP1	QP1
Crack Width(w)	0.0000	0.0000
Allowable Crack Width(w _a)	0.0003	0.0003
Check Ratio	0.0529	0.0242

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	64

13 RIEPILOGO ARMATURE – SCATOLARE

Elemento strutturale	Sezione	Armatura Principale	Armatura Taglio
Soletta Superiore	nodo	Φ 26/10sup.	φ 10/20x40
		Φ 26/20 inf.	
	campata	Φ 26/20 sup.	φ 10/20x40
		Φ 26/10 inf.	
Piedritti	nodo	φ 24/10est.	φ 10/20x40
		φ 24/20 int.	
	mezzeria	φ 24/10est.	φ 10/20x40
		φ 24/20 int.	
Soletta Inferiore	mezzeria	Φ 24/20+ Φ 30/20sup.	φ 12/20x40
		Φ 20/20inf.	
	nodo	Φ 30/20 sup.	φ 12/20x40
		Φ 20/10inf.	
Muro Posteriore	Dir X	φ 14/20est.	φ 10/20x40
		φ 14/20 int.	
	Dir Y	φ 18/20est.	φ 10/20x40
		φ 18/20 int.	

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di calcolo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	65

14 VERIFICHE GEOTECNICHE

14.1 VERIFICA DELLA CAPACITA PORTANTE

Per le verifiche geotecniche rimodelliamo la struttura senza vincoli cedevoli in funzione delle caratteristiche elastiche del terreno considerare solo una connessione incastro a metà della fondazione (Figura seguente) e dalla combinazione SLU (approccio 2: A1+M1+R3) e SLV (sisma) abbiamo i dati:

NODE	COMB	T(kN)	N(kN)	M(kN*m)
7	SLU-4	-12	3237	-1526
	SLV-1	-392	2006	-2089

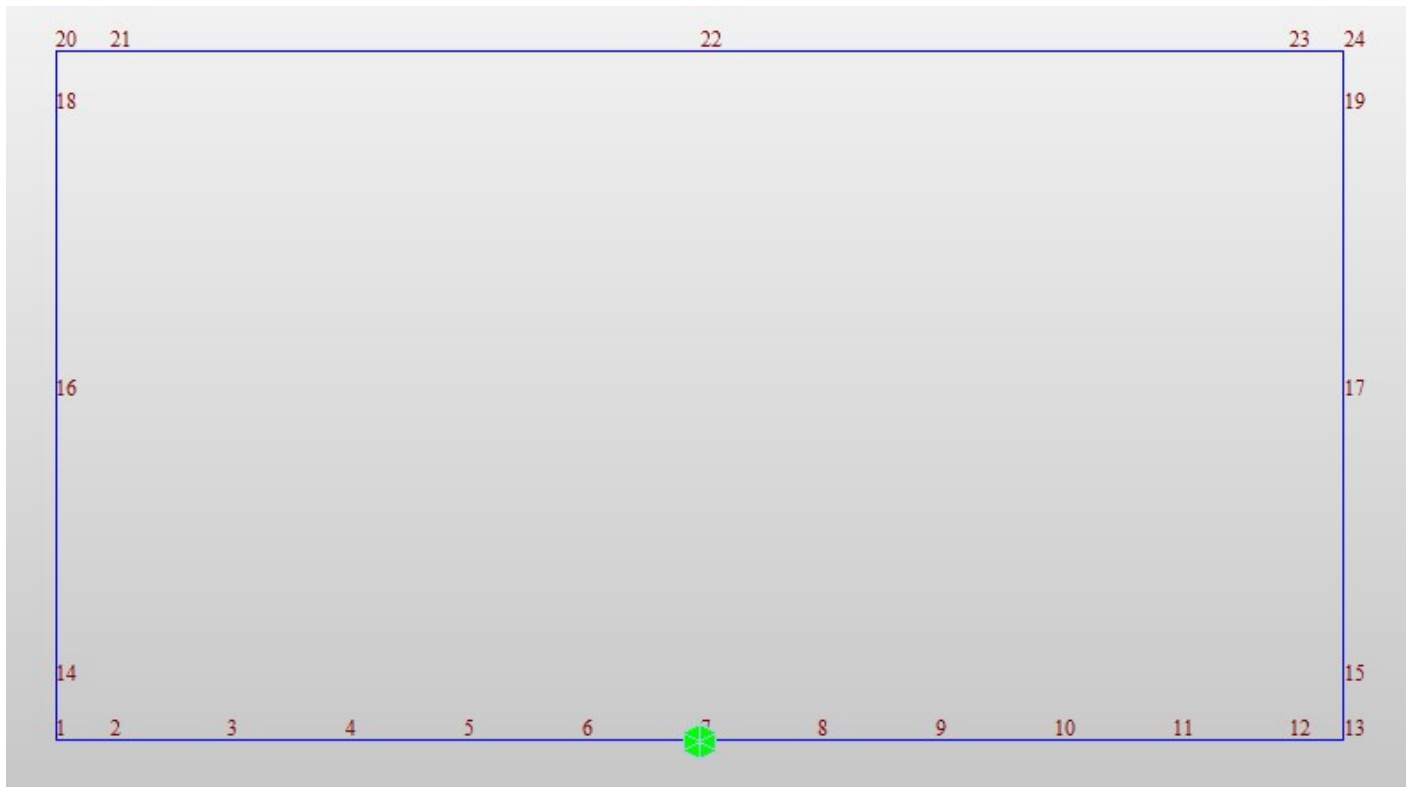


Fig. 51 – Modello di calcolo

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	66

**Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

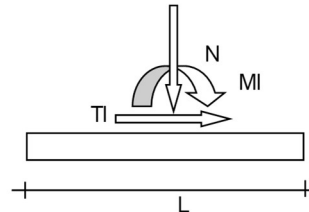
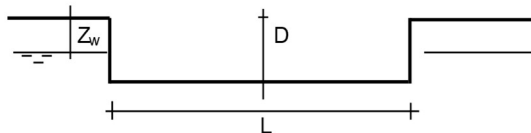
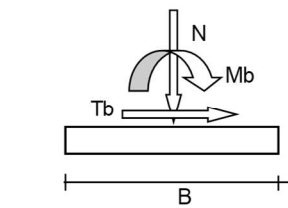
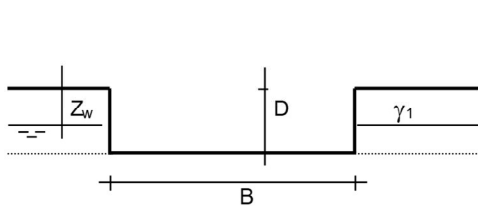
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

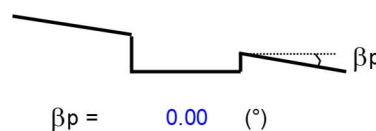
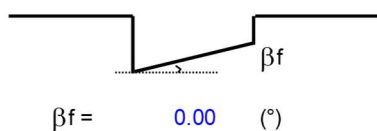
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali						
		azioni		proprietà del terreno		resistenze		
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	●	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 17.85 (m)
L = 1.00 (m)
D = 3.50 (m)



**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	67

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	3237.00		3237.00
Mb [kNm]	-1526.00		-1526.00
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	-12.00		-12.00
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	12.00	0.00	12.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 25.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 25.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 20.00$ (m)

$e_B = -0.47$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 18.79$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 66.50$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 18.24$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$

$N_q = 10.66$

$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$

$N_c = 20.72$

$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$

$N_\gamma = 10.88$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$

$s_c = 1.03$

$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$

$s_q = 1.02$

$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$

$s_\gamma = 0.98$

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scotolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	68

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.95 \quad \theta = \arctg(T_b/T_I) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.05 \quad m = 1.95 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e
m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

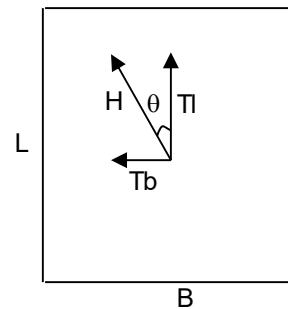
$$i_q = 0.99$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.99$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.99$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.40$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.44$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità accesso fermata Campomarino) Scatolare di appoggio alla spalla S1 - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	69

g_c, g_q, g_γ : **fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1107.31 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 172.25 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 481.44 \geq q = 172.25 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 12.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1509.44 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1372.22 \geq H_d = 12.00 \quad (\text{kN})$$

**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di appoggio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	70

**Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali**

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

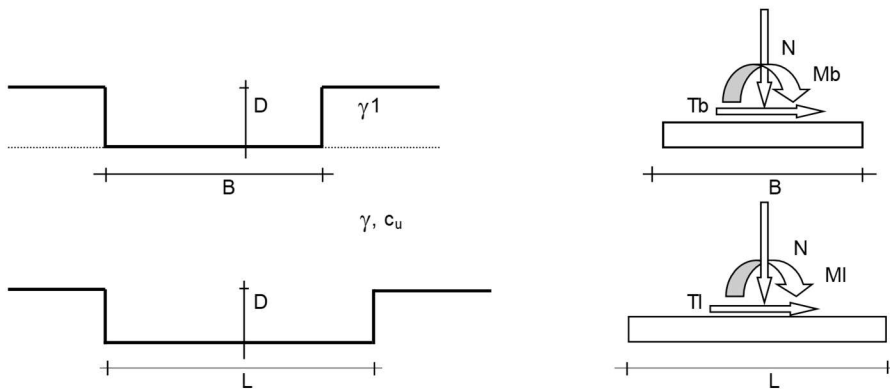
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze	
	permanenti	temporanee variabili	c_u	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	
Definiti dal Progettista	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazioni nastriformi $L=100$ m)

B = 17.85 (m)
L = 1.00 (m)
D = 3.50 (m)



**IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	71

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	2006.00		2006.00
Mb [kNm]	-2089.00		-2089.00
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	-392.00		-392.00
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	392.00	0.00	392.00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 40.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = -1.04 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

Valore di progetto

$$c_u = 40.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 19.93 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 66.50 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

sc : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.01$$

ic : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.95$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.05$$

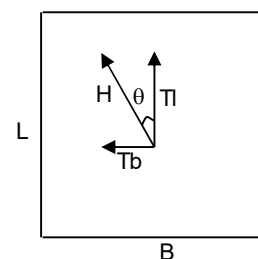
$$\theta = \arctg(T_b/TI) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.95$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 0.81$$



IV02 da km 0+486,603 a km 0+566,004 (Viabilità
accesso fermata Campomarino)
Scatolare di approccio alla spalla S1 - Relazione di
calcolo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	02	00	001	B	72

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_c = 1 + 0,4 D / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$

$$d_c = 1.52$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_c = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 322.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 100.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 140.3 \geq q = 100.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 392.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 797.31 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 724.83 \geq H_d = 392.00 \quad (\text{kN})$$