

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



**APPALTATORE:**

Mandataria



Mandanti



**PROGETTAZIONE:**

MANDATARIA



MANDANTI



**PROGETTO ESECUTIVO**

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

**IV03 - Cavalcaferrovia al km 12+116**

**Relazione di calcolo pile**

L'Appaltatore

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

Ing. Gianguido Babini

Il Direttore Tecnico  
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data

firma

Data

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 3 0 5	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Ing. M. Calderoni	Dicembre 2022	Ing. V. Calzona	Dicembre 2022	Ing. S. Canale	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento a seguito RDV 0267	Ing. L. Fico	24/07/2023	Ing. M. Calderoni	24/07/2023	Ing. S. Canale	24/07/2023	

File: LI0B02EZZCLIV0305001B.DOCX

n. Elab.

<small>MANDATARIA</small>  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	<small>MANDANTI</small> 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 1 – RADDOPPIO RIPALTA-LESINA</b>									
		<b>IV03 - Relazione di calcolo pile</b>	<small>COMMESSA</small> <b>LI0B</b>	<small>LOTTO</small> <b>02</b>	<small>FASE</small> <b>E</b>	<small>ENTE</small> <b>ZZ</b>	<small>TIPO DOC</small> <b>CL</b>	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> <b>IV 03 05</b>			<small>PROGR</small> <b>001</b>

## INDICE

<b>1.. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1 IV03 - Cavalcaferrovia al km 12+116.....	3
<b>2.. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Documenti Referenziati .....	6
2.2 Unità di misura .....	6
<b>3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
3.1 Calcestruzzo Fondazioni e pali (C25/30).....	7
3.2 Calcestruzzo elevazione sottostrutture (C32/40) .....	7
3.3 Acciaio Per Armature Ordinarie B450c.....	8
3.4 Classi di esposizione e copriferri .....	8
<b>4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>10</b>
4.1 Terreno di ricoprimento/rinterro .....	10
<b>5.. CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>	<b>11</b>
5.1 Vita nominale e classe d'uso .....	11
5.2 Parametri di pericolosità sismica .....	11
<b>6.. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>16</b>
6.1 Azione del vento sulle pile .....	16
6.2 Urti da traffico ferroviario .....	16
<b>7.. COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>17</b>
<b>8.. CRITERI DI VERIFICA.....</b>	<b>23</b>
8.1 Verifiche agli stati limite ultimi (slu).....	23
8.2 Verifiche stato limite di esercizio.....	24
<b>9.. MODELLAZIONE ED ANALISI STRUTTURALE.....</b>	<b>25</b>
9.1 Software di calcolo .....	25
9.2 Metodo ed ipotesi di calcolo .....	26
9.3 Metodologia di analisi.....	26
9.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	27
9.5 Geometria del modello di calcolo.....	27
9.6 Carichi e masse .....	29
<b>10.     RISULTATI DELLE ANALISI.....</b>	<b>35</b>
10.1 Analisi dinamica modale.....	35
10.2 Principali diagrammi delle sollecitazioni.....	38
10.3 Deformate .....	53
<b>11.     GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....</b>	<b>56</b>

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>2</b>

<b>12.</b>	<b>VERIFICA DELLE PILE .....</b>	<b>60</b>
12.1	Verifica pile a pressoflessione per azioni slu – slv .....	60
12.2	Progetto e verifica armature a taglio .....	86
12.3	Verifiche a scorrimento per elementi tozzi .....	89
12.4	Verifiche pile sle .....	90
12.5	Plinto di fondazione .....	102
12.6	Verifica del Pulvino .....	110
12.7	Verifica dei baggioli .....	115
<b>13.</b>	<b>RITEGNI SISMICI .....</b>	<b>117</b>

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>3</b>

## 1. PREMESSA

Il presente elaborato attiene alla progettazione esecutiva per la realizzazione dei Lotti 2 e 3 Termoli - Ripalta del raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina sulla Linea Pescara – Bari, dal km 0+000 al km 24+900, per uno sviluppo di circa 24,9 km.

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica della pile del cavalcavia denominato IV03 - Cavalcaferrovia al km 12+116.

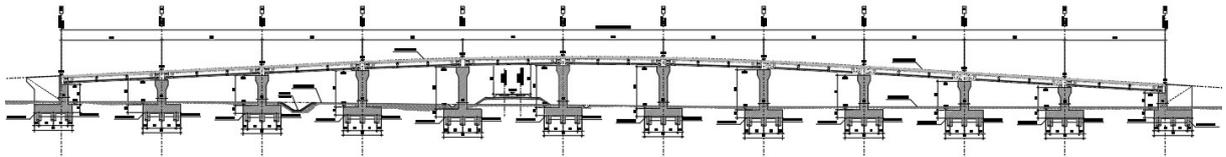


Figura 1-1: Profilo longitudinale

### 1.1 IV03 - CAVALCAFERROVIA AL KM 12+116.

L'impalcato è caratterizzato da una parte pavimentata larga 8.50 m e da due cordoli laterali da 1.85 m, per una larghezza totale di 12.20 m.

L'impalcato è costituito da cinque travi in c.a.p. con sezione a cassone di altezza pari a 1.40m poste ad interasse di 2.00 m accostate. La soletta in cls è gettata in opera e presenta spessore variabile tra 0.28 e 0.37m.

Esso è vincolato alle sottostrutture mediante appoggi a cerniera sferica con superficie di rotazione rivestita con PTFE (Politetrafluoroetilene).

Il cavalcavia IV03 è costituito da 10 pile di altezza variabile tra un minimo di 6.10m ed un massimo di 10.50m. Il fusto di tutte le pile è costituito da una sezione pseudo rettangolare di dimensioni 5.00x2.00m. Il plinto di fondazione presenta una forma quadrata con dimensioni 9.40x9.40x2m per tutte le pile. Il plinto poggia su 9 pali Ø1200 di lunghezza 35m.

Si riportano a seguire le immagini delle carpenterie dell'opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>4</b>

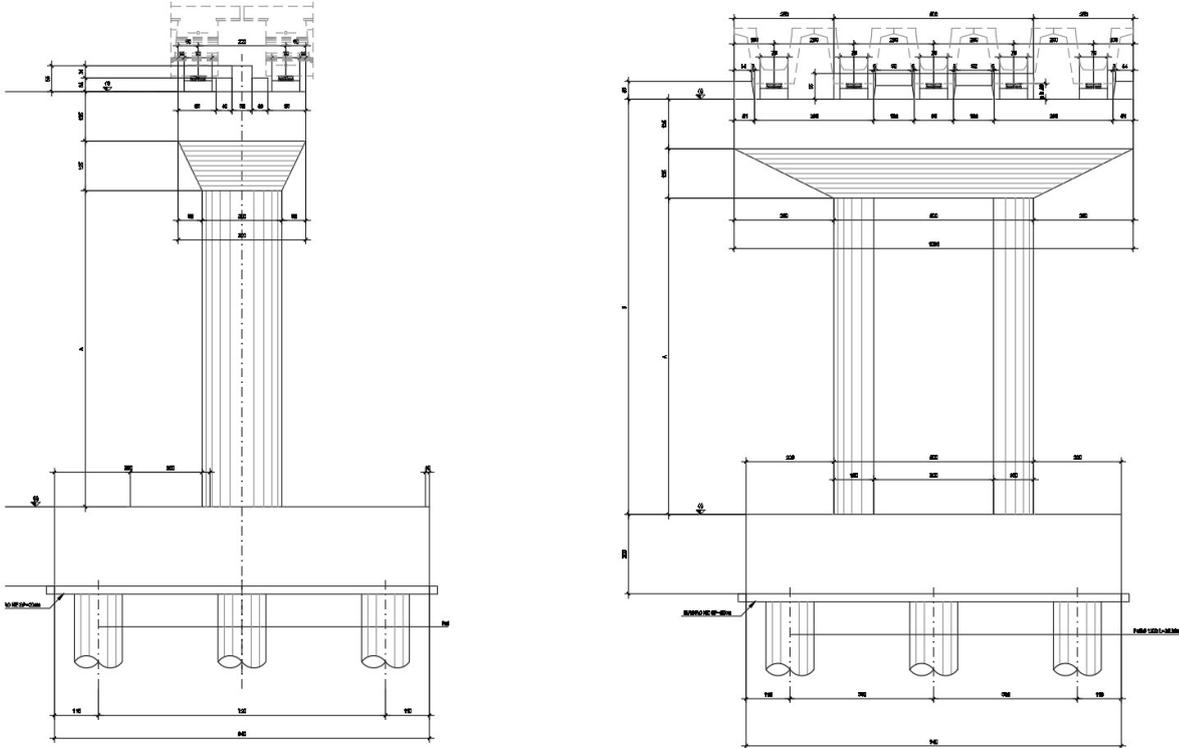


Figura 1-2: Sezioni

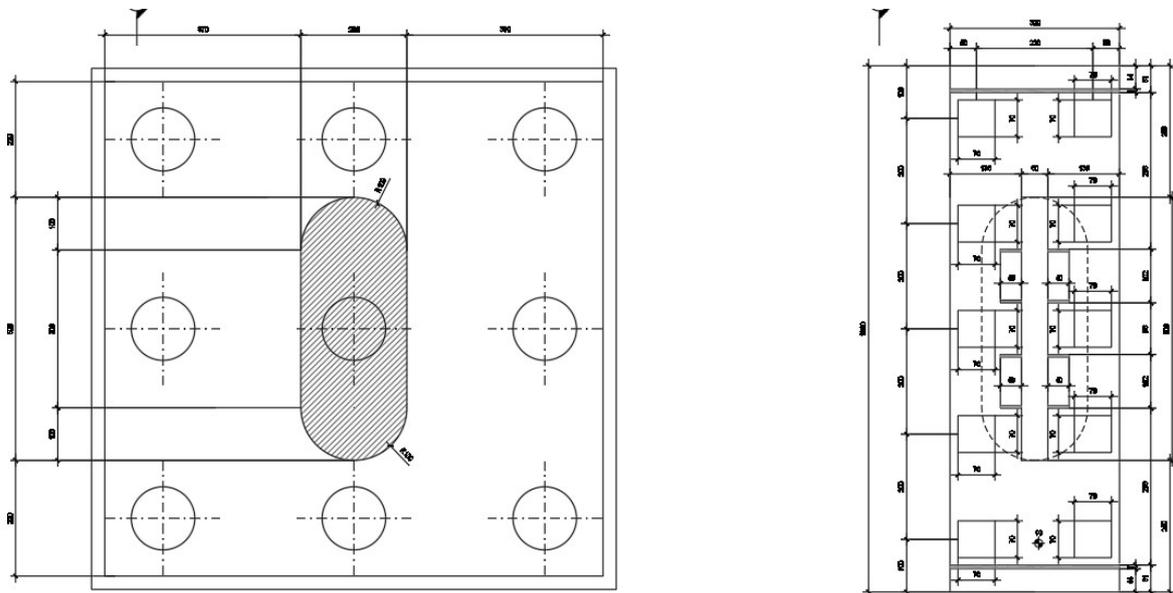


Figura 1-3: Carpenteria pila tipo

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>5</b>

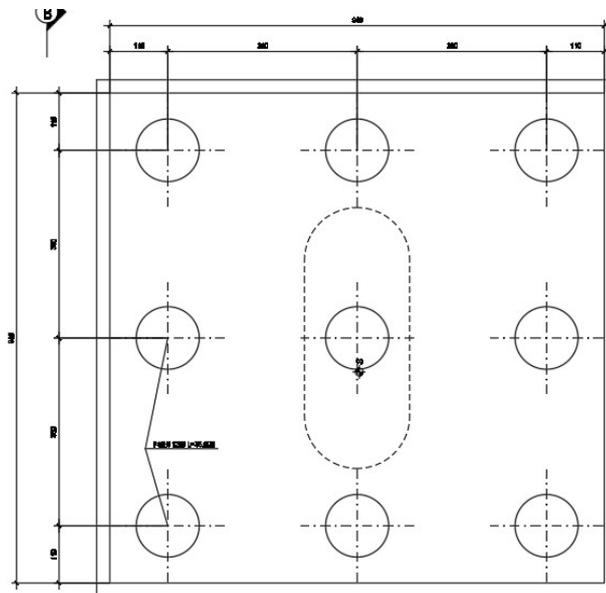


Figura 1-4: Pianta plinto

**TABELLA PILE**

	X	Y	A	B
PILA 1	3.05	9.15	3.60	6.10
PILA 2	2.85	10.35	5.00	7.50
PILA 3	2.44	11.54	6.60	9.10
PILA 4	1.96	12.46	8.00	10.50
PILA 5	2.32	12.82	8.00	10.50
PILA 6	2.07	12.57	8.00	10.50
PILA 7	1.74	11.74	7.50	10.00
PILA 8	1.78	10.38	6.10	8.60
PILA 9	1.66	8.86	4.70	7.20
PILA 10	1.64	7.34	3.20	5.70

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>6</b>

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974 "Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [N.4]. Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.5]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 C del 22-12-17 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- [N.10]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

### 2.2 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usate nella relazione:

lunghezze [m]; forze [kN]; momenti [kNm] tensioni [Mpa]

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	7

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riporta nel seguito la tabella dei materiali utilizzati:

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche.

#### 3.1 CALCESTRUZZO FONDAZIONI E PALI (C25/30)

- Classe di resistenza	<input type="text" value="C25/30"/>
- Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 32.9 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:	$E_{cm} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza (SLU):	$\gamma_c = 1.5$
- Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctm} = 1.19 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione:	XC2
- Classe minima di consistenza:	S4

#### 3.2 CALCESTRUZZO ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE (C32/40)

Classe di resistenza	<input type="text" value="C32/40"/>
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 33.2 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media:	$f_{cm} = 41.2 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico:	$E_{cm} = 33643 \text{ N/mm}^2$
Coefficiente di sicurezza (SLU):	$\gamma_c = 1.5$
Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctm} = 1.45 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione:	XC4+XS1
Classe minima di consistenza:	S4

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

### 3.3 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C

- Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di sicurezza:	$\gamma_c = 1.15$
- Tensione di progetto:	$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

### 3.4 CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Pile e spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inseriti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inseriti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriero o nel ricoprimento di inseriti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interno di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Classe esposizione norma UNI 9958	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salinità marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti*</b>						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Torii di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	

\*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  
 - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione;  
 - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.  
 \*\*) Da parte di acque del terreno e acque fluviali.

### Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 206-2006, di cui alla successiva tabella:

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>9</b>

	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi			
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	260	280	290	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>0)</sup>	4,0 <sup>0)</sup>	4,0 <sup>0)</sup>	-	-	-	
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati <sup>2)</sup>			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.

b) Qualora la presenza di SO<sub>2</sub> comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.

#### Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – EN 206-2006

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare del 21-01-19 e delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Pile e spalle: 50 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2016*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

In definitiva, nel caso in esame, si adotta il limite  $w_1$  sia per pile e spalle che per pali e plinti in quanto i primi ricadono in condizioni ambientali aggressive (classe XC4), mentre i secondi sono elementi a permanente contatto con il terreno.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	10

#### 4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto per la trattazione completa dei parametri geologico e geotecnici e per la definizione della curva di portanza dei pali.

##### 4.1 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

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>11</b>

## 5. 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.

### 5.1 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 ( $V_N$ ), 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 ( $C_U$ )

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale:  $V_N = 75$  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

### 5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, 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.

In base a quanto indicato nella caratterizzazione sismica del sito riportata nella relazione geotecnica, si ha:

- Categoria sottosuolo **C**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 17.01.18, si ottiene per il sito in esame:

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>12</b>

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 15.16000      LATTITUDINE: 41.92000

Ricerca per comune

REGIONE: Piemonte      PROVINCIA: Torino      COMUNE: Agliè

**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: superficie rigata

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".

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$ : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$ : 1.5 info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$ : 112.5 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		0.071	2.498	0.313
SLD	113	0.089	2.534	0.324
SLV	1068	0.224	2.482	0.352
SLC	2193	0.293	2.461	0.358

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	13

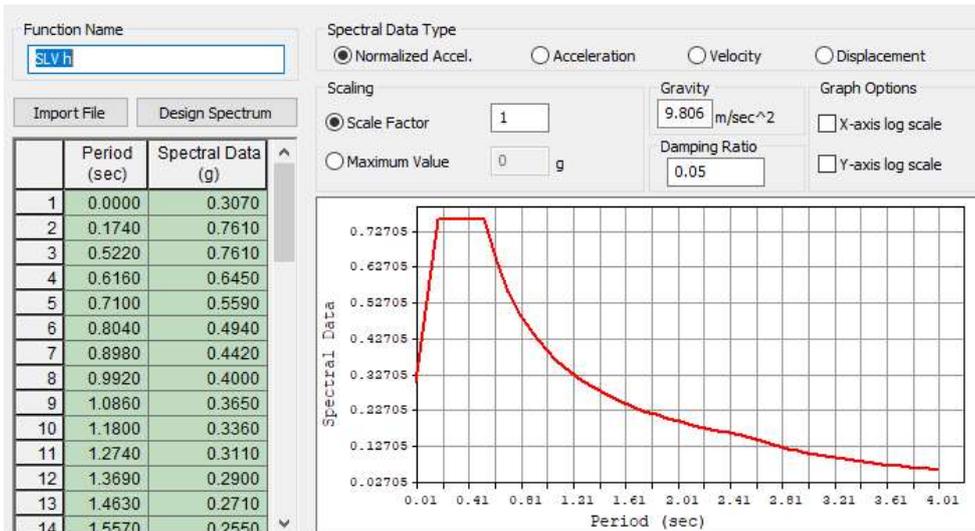
- $F_0 \rightarrow$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  
 $T_c^* \rightarrow$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;  
 $S \rightarrow$  coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione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

Si riportano nelle immagini seguenti gli spettri di risposta in termini di accelerazioni elastiche e di accelerazioni di progetto (ottenuti considerando un fattore di struttura  $q=1.5$ , CD" B").

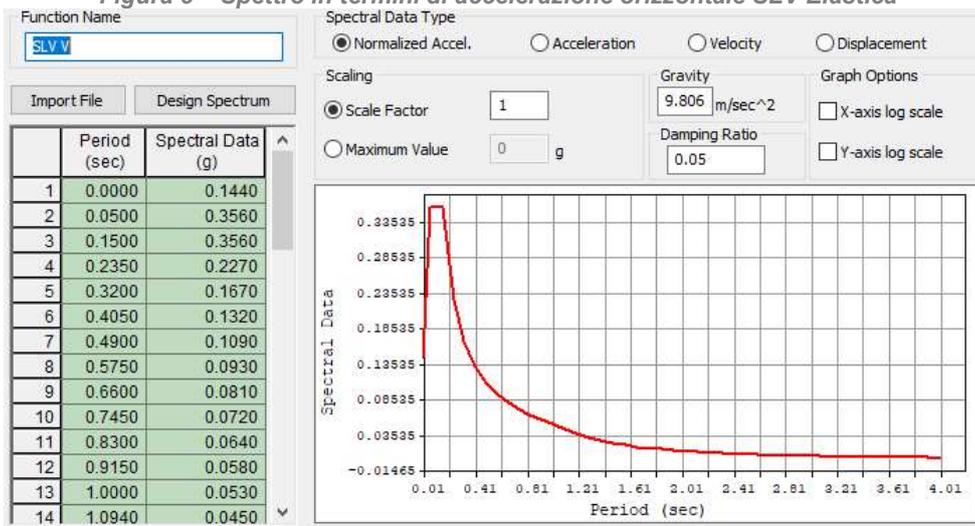
L'analisi sismica è stata svolta in campo lineare mediante l'analisi dinamica modale con spettri di risposta considerando come masse partecipanti esclusivamente quelle associate al peso proprio degli elementi strutturali ed ai carichi fissi non strutturali.

**IV03- Relazione di calcolo pile**

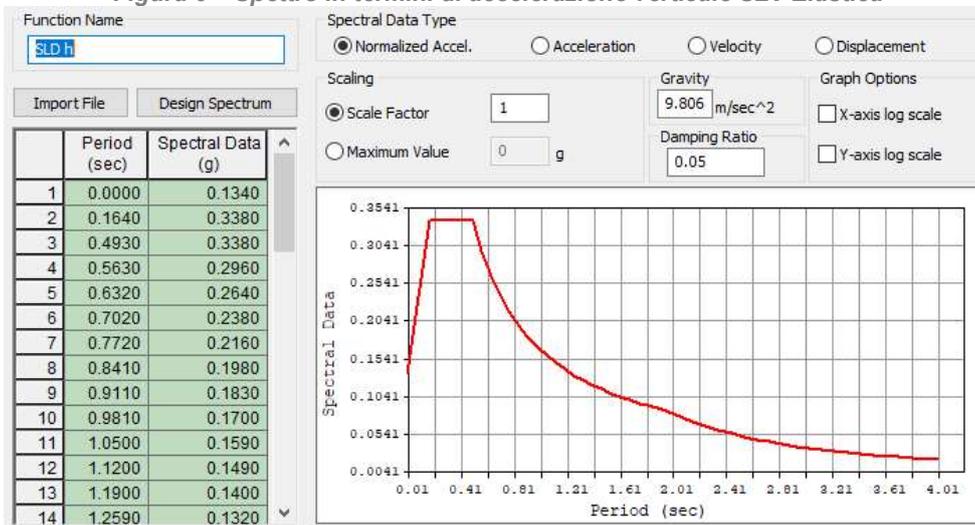
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>14</b>



**Figura 5 – Spettro in termini di accelerazione orizzontale SLV Elastica**



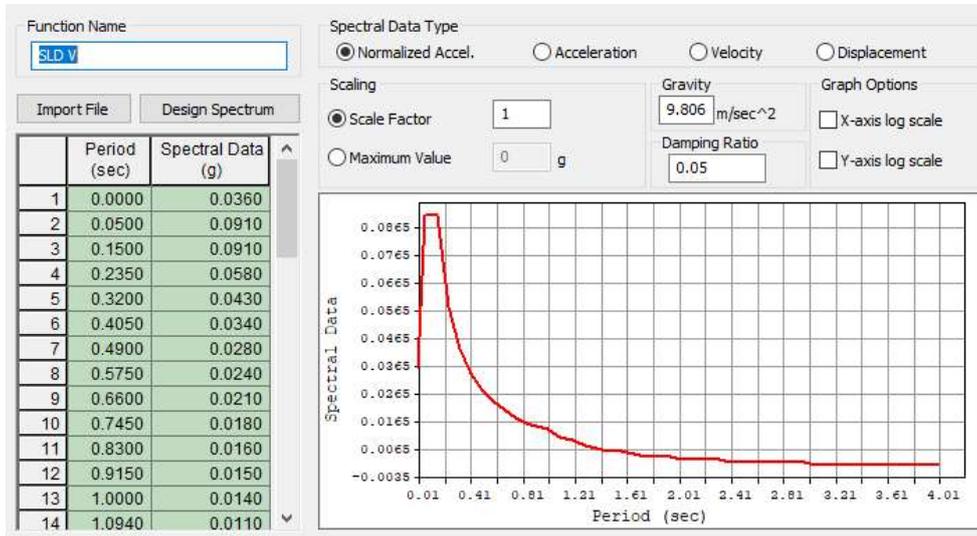
**Figura 6 – Spettro in termini di accelerazione verticale SLV Elastica**



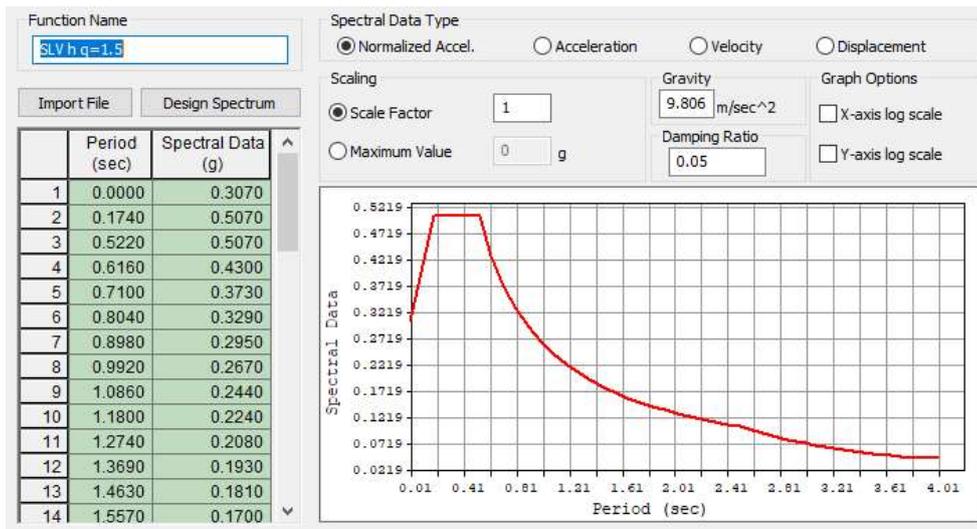
**Figura 7 – Spettro in termini di accelerazione orizzontale SLD Elastica**

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	15



*Figura 8 – Spettro in termini di accelerazione verticale SLD Elastica*



*Figura 9 – Spettro in termini di accelerazione orizzontale SLV di progetto (q=1.5)*

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	16

## 6. ANALISI DEI CARICHI

Per l'analisi dei carichi si faccia riferimento a quanto già riportato nella relazione di calcolo impalcato, ad eccezione dell'azione del vento sulle pile e dell'azione eccezionale dell'urto ferroviario applicata alle pile 4 e 5 che sono determinate nei successivi paragrafi.

### 6.1 AZIONE DEL VENTO SULLE PILE

Facendo riferimento alla pressione cinetica  $q_{ref}=0.456\text{kPa}$  ed al coefficiente di esposizione  $c_{esp}=2,81$  il cui calcolo è riportato nella relazione di calcolo impalcato, si determina il coefficiente di pressione da considerare per il calcolo dell'azione del vento sui fusti pila e sui pulvini.

Il rapporto geometrico tra i lati, assimilando la sezione del fusto a un rettangolo, è pari a  $d/b= 5/2 =2.5$ .

Ne consegue che il coefficiente di forza è pari a:  $c_{f0} = -1.64*\log(d/b)+2.15=1.5$

Considerando che gli angoli della sezione sono arrotondati (estremità semicircolari) il coefficiente di smusso è pari a  $\psi_r=0.5$ . Il coefficiente legato agli effetti di bordo è invece pari a  $\psi_\lambda=0.92$ .

Si ottiene quindi:

$$c_f = 0.5*0.92*1.5=0.69.$$

L'azione distribuita del vento sul fusto pila è pari a:  $q_{w,fusto} = 0.456*2.81*0.69*2=1.77\text{kN/m}$ ;

L'azione distribuita del vento sul pulvino è pari a:  $q_{w,pulv} = 0.456*2.81*0.69*3.2=2.83\text{kN/m}$ ;

### 6.2 URTI DA TRAFFICO FERROVIARIO

La pila rispetto all'asse binario si trova ad una distanza compresa fra 5 e 15 m, per cui seguendo il § 3.6.3.4 relativo agli urti da traffico ferroviario, si è considerata una forza in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari pari a 2000 kN e in direzione perpendicolare pari a 750 kN.

Tale azione è stata considerata come azione eccezionale.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B

## 7. COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC08, si definiscono le seguenti combinazioni di:

- *Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):*

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

Nello specifico si ottengono:

### LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	G SLU	Active	Add	G1( 1.350) +	G2( 1.500)	
2	G SLE	Active	Add	G1( 1.000) +	G2( 1.000)	
3	SLU1	Active	Add	G SLU( 1.000) + Ritiro( 1.200) + Mob Sp( 1.350)	Schema 1( 1.350) + Wind x (Q5)( 0.900) +	Res vincoli (Q9)( 0.720) Wind z (Q5)( 0.900)
4	SLU2	Active	Add	G SLU( 1.000) + Ritiro( 1.200) +	Schema 1( 1.350) + Wind x (Q5)(-0.900) +	Res vincoli (Q9)( 0.720) Wind z (Q5)(-0.900)

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B

+ Mob Sp( 1.350)

5 SLU3 Active Add  
G SLE( 1.000) + Schema 1( 1.350) + Res vincoli (Q9)( 0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Wind x (Q5)( 0.900) + Wind z (Q5)( 0.900)  
+ Mob Sp( 1.350)

6 SLU4 Active Add  
G SLE( 1.000) + Schema 1( 1.350) + Res vincoli (Q9)( 0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)  
+ Mob Sp( 1.350)

7 SLU5 Active Add  
G SLU( 1.000) + Schema 1 freq( 1.350) + Res vincoli (Q9)( 0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Wind x (Q5)( 0.900) + Wind z (Q5)( 0.900)  
+ Fren (Q3)( 1.350) + Mob Sp( 0.700)

8 SLU6 Active Add  
G SLU( 1.000) + Schema 1 freq( 1.350) + Res vincoli (Q9)( 0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)  
+ Fren (Q3)( 1.350) + Mob Sp( 0.700)

9 SLU7 Active Add  
G SLE( 1.000) + Schema 1 freq( 1.350) + Res vincoli (Q9)( 0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Wind x (Q5)( 0.900) + Wind z (Q5)( 0.900)  
+ Fren (Q3)( 1.350) + Mob Sp( 0.700)

10 SLU8 Active Add  
G SLE( 1.000) + Schema 1 freq( 1.350) + Res vincoli (Q9)( 0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)  
+ Fren (Q3)( 1.350) + Mob Sp( 0.700)

11 SLU9 Active Add  
Wind x (Q5)( 0.900) + Wind z (Q5)( 0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Schema 1( 1.350) + G SLU( 1.000)  
+ Mob Sp( 1.350)

12 SLU10 Active Add  
Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Schema 1( 1.350) + G SLU( 1.000)  
+ Mob Sp( 1.350)

13 SLU11 Active Add  
Wind x (Q5)( 0.900) + Wind z (Q5)( 0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Schema 1( 1.350) + G SLE( 1.000)  
+ Mob Sp( 1.350)

14 SLU12 Active Add  
Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900) + Res vincoli (Q9)(-0.720)  
+ Ritiro( 1.200) + Schema 1( 1.350) + G SLE( 1.000)  
+ Mob Sp( 1.350)

15 SLU13 Active Add  
Fren (Q3)( 1.350) + Wind x (Q5)( 0.900) + Wind z (Q5)( 0.900)  
+ Res vincoli (Q9)(-0.720) + Ritiro( 1.200) + Schema 1 freq( 1.350)  
+ G SLU( 1.000) + Mob Sp( 0.700)

16 SLU14 Active Add  
Fren (Q3)( 1.350) + Wind x (Q5)(-0.900) + Wind z (Q5)(-0.900)  
+ Res vincoli (Q9)(-0.720) + Ritiro( 1.200) + Schema 1 freq( 1.350)  
+ G SLU( 1.000) + Mob Sp( 0.700)





**LINEA PESCARA – BARI**

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

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>21</b>

+ Res vincoli (Q9)(-1.000)

47	SLE-R1	Active	Add							
		G SLE( 1.000) +	Schema 1( 1.000) +	Wind x (Q5)( 0.600)						
		+ Wind z (Q5)( 0.600) +	Ritiro( 1.000) +	Res vincoli (Q9)( 1.000)						
		+ Mob Sp( 1.000)								
48	SLE-R2	Active	Add							
		G SLE( 1.000) +	Schema 1( 1.000) +	Wind x (Q5)(-0.600)						
		+ Wind z (Q5)(-0.600) +	Ritiro( 1.000) +	Res vincoli (Q9)( 1.000)						
		+ Mob Sp( 1.000)								
49	SLE_FR1	Active	Add							
		G SLE( 1.000) +	Schema 1 freq( 1.000) +	Res vincoli (Q9)( 1.000)						
		+ Ritiro( 1.000) +	Mob Sp( 0.700)							
50	SLE_QP	Active	Add							
		G SLE( 1.000) +	Res vincoli (Q9)( 1.000)							
51	SLV-X1E	Active	Add							
		SLVX- Sp( 1.000) +	SLVY- Sp( 0.300) +	SLV X( 1.000)						
		+ SLV Y( 0.300) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						
52	SLV-X2E	Active	Add							
		SLVX+ Sp( 1.000) +	SLVY- Sp( 0.300) +	SLV X(-1.000)						
		+ SLV Y( 0.300) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						
53	SLV-X3E	Active	Add							
		SLVX- Sp( 1.000) +	SLVY+ Sp( 0.300) +	SLV X( 1.000)						
		+ SLV Y(-0.300) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						
54	SLV-X4E	Active	Add							
		SLVX+ Sp( 1.000) +	SLVY+ Sp( 0.300) +	SLV X(-1.000)						
		+ SLV Y(-0.300) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						
55	SLV-X5E	Active	Add							
		SLVX- Sp( 1.000) +	SLVY- Sp( 0.300) +	SLV X( 1.000)						
		+ SLV Y( 0.300) +	SLV Z(-0.300) +	G SLE( 1.000)						
56	SLV-X6E	Active	Add							
		SLVX+ Sp( 1.000) +	SLVY- Sp( 0.300) +	SLV X(-1.000)						
		+ SLV Y( 0.300) +	SLV Z(-0.300) +	G SLE( 1.000)						
57	SLV-X7E	Active	Add							
		SLVX- Sp( 1.000) +	SLVY+ Sp( 0.300) +	SLV X( 1.000)						
		+ SLV Y(-0.300) +	SLV Z(-0.300) +	G SLE( 1.000)						
58	SLV-X8E	Active	Add							
		SLVX+ Sp( 1.000) +	SLVY+ Sp( 0.300) +	SLV X(-1.000)						
		+ SLV Y(-0.300) +	SLV Z(-0.300) +	G SLE( 1.000)						
59	SLV-Y1E	Active	Add							
		SLVX- Sp( 0.300) +	SLVY- Sp( 1.000) +	SLV X( 0.300)						
		+ SLV Y( 1.000) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						
60	SLV-Y2E	Active	Add							
		SLVX- Sp( 0.300) +	SLVY+ Sp( 1.000) +	SLV X( 0.300)						
		+ SLV Y(-1.000) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						
61	SLV-Y3E	Active	Add							
		SLVX+ Sp( 0.300) +	SLVY- Sp( 1.000) +	SLV X(-0.300)						
		+ SLV Y( 1.000) +	SLV Z( 0.300) +	G SLE( 1.000)						

**LINEA PESCARA – BARI**

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

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>

62 SLV-Y4E Active Add  
 SLVX+ Sp( 0.300) + SLVY+ Sp( 1.000) + SLV X(-0.300)  
 + SLV Y(-1.000) + SLV Z( 0.300) + G SLE( 1.000)

63 SLV-Y5E Active Add  
 SLVX- Sp( 0.300) + SLVY- Sp( 1.000) + SLV X( 0.300)  
 + SLV Y( 1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE( 1.000)

64 SLV-Y6E Active Add  
 SLVX- Sp( 0.300) + SLVY+ Sp( 1.000) + SLV X( 0.300)  
 + SLV Y(-1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE( 1.000)

65 SLV-Y7E Active Add  
 SLVX+ Sp( 0.300) + SLVY- Sp( 1.000) + SLV X(-0.300)  
 + SLV Y( 1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE( 1.000)

66 SLV-Y8E Active Add  
 SLVX+ Sp( 0.300) + SLVY+ Sp( 1.000) + SLV X(-0.300)  
 + SLV Y(-1.000) + SLV Z(-0.300) + G SLE( 1.000)

67 ENV SLU Active Envelope  
 SLU1( 1.000) + SLU2( 1.000) + SLU3( 1.000)  
 + SLU4( 1.000) + SLU5( 1.000) + SLU6( 1.000)  
 + SLU7( 1.000) + SLU8( 1.000) + SLU9( 1.000)  
 + SLU10( 1.000) + SLU11( 1.000) + SLU12( 1.000)  
 + SLU13( 1.000) + SLU14( 1.000) + SLU15( 1.000)  
 + SLU16( 1.000) + SLU17( 1.000) + SLU18( 1.000)  
 + SLU19( 1.000) + SLU20( 1.000)

68 ENV SLV Active Envelope  
 SLV-X1( 1.000) + SLV-X2( 1.000) + SLV-X3( 1.000)  
 + SLV-X4( 1.000) + SLV-X5( 1.000) + SLV-X6( 1.000)  
 + SLV-X7( 1.000) + SLV-X8( 1.000) + SLV-Y1( 1.000)  
 + SLV-Y2( 1.000) + SLV-Y3( 1.000) + SLV-Y4( 1.000)  
 + SLV-Y5( 1.000) + SLV-Y6( 1.000) + SLV-Y7( 1.000)  
 + SLV-Y8( 1.000) + SLV-Z1( 1.000) + SLV-Z2( 1.000)  
 + SLV-Z3( 1.000) + SLV-Z4( 1.000)

69 ENV SLVE Active Envelope  
 SLV-X1E( 1.000) + SLV-X2E( 1.000) + SLV-X3E( 1.000)  
 + SLV-X4E( 1.000) + SLV-X5E( 1.000) + SLV-X6E( 1.000)  
 + SLV-X7E( 1.000) + SLV-X8E( 1.000) + SLV-Y1E( 1.000)  
 + SLV-Y2E( 1.000) + SLV-Y3E( 1.000) + SLV-Y4E( 1.000)  
 + SLV-Y5E( 1.000) + SLV-Y6E( 1.000) + SLV-Y7E( 1.000)  
 + SLV-Y8E( 1.000)

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>23</b>

## 8. CRITERI DI VERIFICA

### 8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

#### 8.1.1 Verifiche geotecniche (GEO)

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al presente progetto.

#### 8.1.2 Verifiche strutturali (STR)

##### ➤ Verifica al taglio

Il metodo semiprobabilistico agli stati limite considera verificata la sezione a taglio se è rispettata la seguente relazione tra sforzi di taglio:

$$V_{Ed} \leq V_R$$

Le NTC e l'EC2 prevedono il confronto del taglio di calcolo  $V_{Ed}$  con una espressione della resistenza a compressione delle bielle d'anima ("taglio compressione"). Per staffe ortogonali all'asse della trave si può scrivere:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \text{ctg } \varphi / (1 + \text{ctg}^2 \varphi)$$

$d$  è l'altezza utile della sezione

$f_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del conglomerato pari a:

$f_{cd} = 0,5 f_{cd}$  nelle NTC e nella bozza dell'Appendice nazionale all'EC2

$f_{cd} = 0,7 (1 - f_{ck} / 250)$  nell'EC2 ( $f_{ck}$  in Mpa)

$b_w$  è la larghezza minima della sezione misurata parallelamente all'asse neutro; rappresenta cioè la minima dimensione resistente della biella compressa dell'ideale traliccio resistente.

##### ➤ Verifica a presso-flessione

Con riferimento alla sezione pressoinflessa rappresentata in Figura 1 assieme al diagramma  $\sigma - \varepsilon$  dell'acciaio, 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  $N_{Rd} = N_{Ed}$ ;

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

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

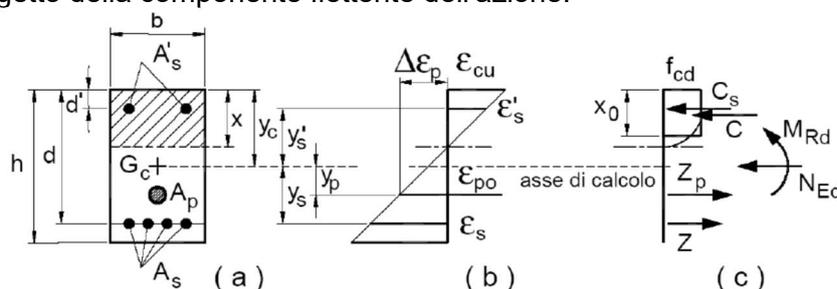
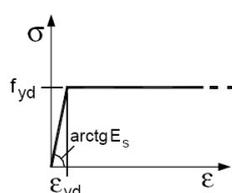


Figura 10 - Sezione presso-inflessa



Per l'acciaio d'armatura il diagramma tensioni-deformazioni è quello riportato nella figura sopra, mentre per il calcestruzzo si è assunto un diagramma rettangolare (stress-block) ottenuto considerando  $x_0 = 0,80 x$ .

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	24

## 8.2 VERIFICHE STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche allo stato limite di esercizio riguardano:

- Controllo delle tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo (combinazioni rara e frequente)
- Limitazione dell'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo (combinazioni frequente e quasi permanente)

In entrambi i casi, il calcolo delle tensioni nella sezione resistente avviene ipotizzando una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. Nel primo caso, noti i valori delle tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, si valuta il rispetto dei limiti tensionali previsti dalla norma; nel secondo caso in accordo con quanto riportato al capitolo 3, si adotta il limite  $w_1 = 0.2$  mm per tutti gli elementi strutturali analizzati nella presente relazione.

### 8.2.1 Limitazione delle tensioni

La verifica riguarda il controllo degli stati tensionali ed è soddisfatta se risultano rispettati i seguenti limiti:

- $\sigma_c \leq 0.40 f_{ck}$  (Combinazione Quasi Permanente)
- $\sigma_s \leq 0.75 f_{yk}$  (Combinazione Quasi Permanente)
- $\sigma_c \leq 0.55 f_{ck}$  (Combinazione Caratteristica)
- $\sigma_s \leq 0.75 f_{yk}$  (Combinazione Caratteristica)

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	25

## 9. MODELLAZIONE ED ANALISI STRUTTURALE

### 9.1 SOFTWARE DI CALCOLO

In base a quanto esposto al paragrafo precedente, per una corretta analisi dell'impalcato è stato necessario implementare tre diversi modelli di calcolo.

Nel seguito si riportano le caratteristiche generali del codice di calcolo utilizzato, nonché i dati generali sul modello realizzato comprensivi della numerazione di nodi ed aste.

Le unità di misura, ove non espressamente indicate, sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- coppie: kN-m
- temperature: °C
- tempo: sec

L'analisi della struttura è stata eseguita impiegando il software di calcolo impiegato è **Midas Civil versione 2022** prodotto dalla **MIDAS Information Technology Co.** e distribuito in Italia da **CSPFea**, concesso in licenza, numero CFENCIV0000768.

Midas/Gen è un programma di calcolo agli elementi finiti di tipo generale, corredato da un set di post-processor per le verifiche, che ottemperano alle disposizioni normative di svariati paesi, tra cui anche quelle degli euro codici e delle NTC 2018.

Il solutore agli elementi finiti, completamente scritto in C++, è stato sviluppato nel corso di oltre vent'anni, ed implementa tutte le tecniche più avanzate nel campo dell'analisi numerica delle strutture, consentendo di **risolvere integralmente tutte le problematiche di analisi e progettazione strutturale dalle più semplici alle più complesse.**

La libreria di elementi finiti è molto vasta e comprende beam a sezione variabile, truss resistenti a sola trazione e/o sola compressione, elementi Wall per pareti antisismiche, plate, solid, plane stress, plane strain, piastre irrigidite ortotrope, etc.

Il modello strutturale oggetto della presente nota è realizzato con elementi beam e con elementi plate

Il modello numerico che Midas utilizza per l'analisi di elementi monodimensionali è quello di Timoshenko che, oltre alla deformabilità flessionale, considera anche la deformazione per effetto della sollecitazione tagliante e risulta quindi più raffinato e completo rispetto al modello di trave di Eulero-Bernoulli più comunemente utilizzato.

E' implementato anche il calcolo della rigidezza torsionale delle travi che risulta particolarmente utile ai fini di una valutazione maggiormente aderente alla realtà delle deformazioni di strutture in carpenteria metallica (finalizzata a stabilire premonete, schemi di montaggio, ecc.).

Per quanto riguarda gli elementi "plate", si tratta di elementi bidimensionali dotati di una grossa versatilità in quanto sono adatti alla modellazione di strutture sia con comportamento a lastra che a piastra con spessori non necessariamente ridottissimi.

Dal punto di vista delle strategie numeriche di risoluzione dei sistemi di equazioni che stanno alla base del calcolo strutturale, per le analisi statiche il software si avvale dell'uso di un processore multi frontale caratterizzato da una grande velocità ed affidabilità.

Le travi principali, le pile e i traversi sono stati modellati con elementi di tipo frame.

Le spalle e le platee di fondazione sono invece modellati impiegando elementi bidimensionali di tipo "plate".

I dati significativi di input ed output dei modelli sono riportati in appendice.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	26

### 9.1.1 Grado di affidabilità del codice

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, che riporta, per una serie di strutture significative, i confronti tra le analisi effettuate con il codice e quelle effettuate con codici di confronto (es. SAP2000 prodotto da Computers and Structures, Inc., California). Alcuni esempi di calcolo di validazione del software sono forniti in allegato alla presente relazione di calcolo.

### 9.1.2 Motivazione della scelta del codice

Midas Gen permette l'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura. E' possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando schematizzazioni via via più dettagliate.

## 9.2 METODO ED IPOTESI DI CALCOLO

Per il calcolo delle sollecitazioni di progetto è stato implementato un modello di calcolo globale dell'intera opera che include sia gli impalcati che le sottostrutture.

Per modellare le pile, le travi, i trasversi e la soletta si sono impiegati elementi lineari monodimensionali tipo "beam" a due nodi a comportamento elastico lineare, di caratteristiche geometriche e meccaniche tali da riprodurre l'effettiva rigidezza degli elementi schematizzati; nella valutazione delle rigidezze è considerato, grazie all'impegno del modello di trave di Timoshenko, anche la deformazione tagliante taglio.

Le spalle e le platee di fondazione sono modellate mediante elementi bidimensionali di tipo plate.

La geometria del modello è tale da riprodurre l'effettiva geometria della struttura in tutte le sue parti.

La rigidezza degli elementi strutturali è valutata facendo riferimento alla sezione interamente reagente.

Il materiale c.a. è schematizzato come un materiale dal comportamento elastico lineare; le caratteristiche adottate sono descritte ai capitoli precedenti.

I vincoli tengono conto della tipologia di appoggi adottati: si è utilizzata per ogni appoggio un "elastic link", che impedisce lo spostamento verticale e permette e/o impedisce gli spostamenti orizzontali in funzione della diversa tipologia di appoggio.

## 9.3 METODOLOGIA DI ANALISI

### 9.3.1 Analisi in condizioni non sismiche

Le analisi svolte in condizioni non sismiche sono tutte di tipo statico lineare. L'analisi per carichi mobili è stata svolta in automatico dal software impiegando la teoria delle linee di influenza e ricavando l'involuppo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali.

I risultati delle analisi in termini di distribuzioni delle sollecitazioni sono riportati nei paragrafi di verifica dei singoli elementi strutturali.

### 9.3.2 Analisi sismica

L'analisi dinamica lineare con spettro di risposta è la metodologia di analisi adottata per valutare il comportamento strutturale sia in termini di sollecitazioni sia in termini di spostamenti.

Nella fattispecie l'analisi dinamica con spettro consiste nelle seguenti fasi:

- Determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- Calcolo degli effetti dell'azione sismica mediante lo spettro di risposta di progetto considerando modi di vibrare individuati;

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>27</b>

- Combinazione degli effetti dei modi di vibrare mediante una combinazione di tipo CQC (quadratica completa).

Le sollecitazioni sismiche di progetto per gli elementi non dissipativi (impalcato, baggioli, appoggi, platee di fondazione) sono ottenute considerando gli spettri di risposta elastici; le sollecitazioni su pile, spalle e pali di fondazione sono ottenute considerando gli spettri di progetto ( $q=1.5$ , Classe di Duttività "B") adottando, ove necessario, gli opportuni dettagli strutturali necessari a garantire una adeguata duttilità,

#### 9.4 SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
  
- Lunghezze = m
- Forze = kN

#### 9.5 GEOMETRIA DEL MODELLO DI CALCOLO

Il modello strutturale è stato realizzato impiegando elementi frame per tutte le parti strutturali (fusti pile, travi impalcato, pulvini etc), elementi shell per i plinti di fondazione e le spalle, mentre gli appoggi sono stati modellati impiegando elementi link elastici.

##### 9.5.1 Elementi strutturali

Come anticipato, tutti gli elementi strutturali sono stati modellati impiegando elementi finiti di tipo frame ai quali sono state assegnate le caratteristiche geometriche, sia in termini di lunghezza della linea d'asse sia in termini di dimensioni della sezione retta (vd. Vista estrusa del modello), ricavate dagli elaborati di progetto originali e dal rilievo geometrico dell'opera.

La struttura dell'impalcato in particolare è stata modellata a graticcio tenendo conto della presenza delle fasce di soletta e dei traversi che contribuiscono alla ripartizione trasversale dei carichi tra le travi di impalcato.

Nelle immagini successive si riportano due viste (profilo, 3D) del modello di calcolo dalle quali si osserva come esso rispecchi, sia come scansione delle luci che come altezza delle pile, la reale geometria dell'opera.

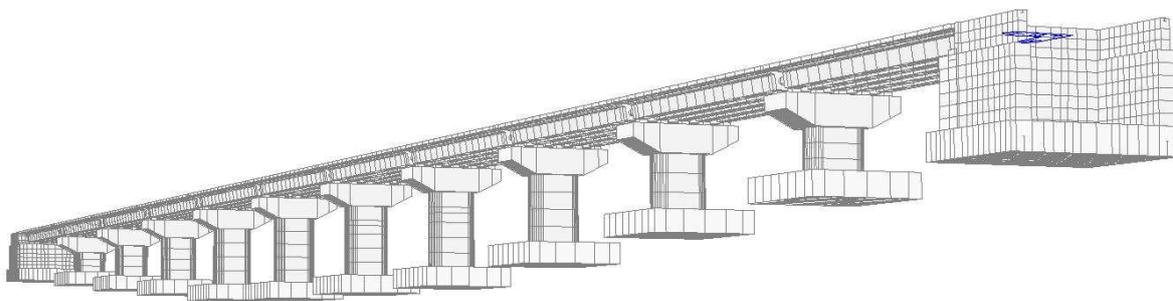
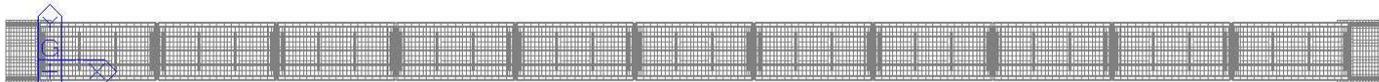


Figura 11 – Vista prospettica modello

**IV03- Relazione di calcolo pile**

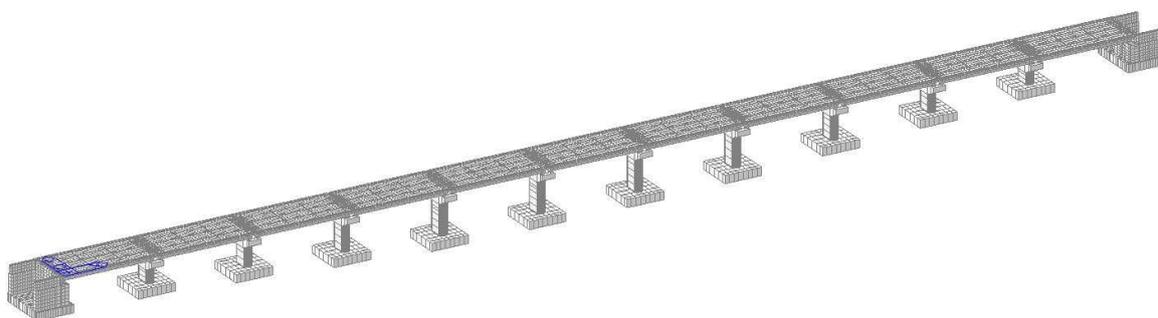
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>28</b>



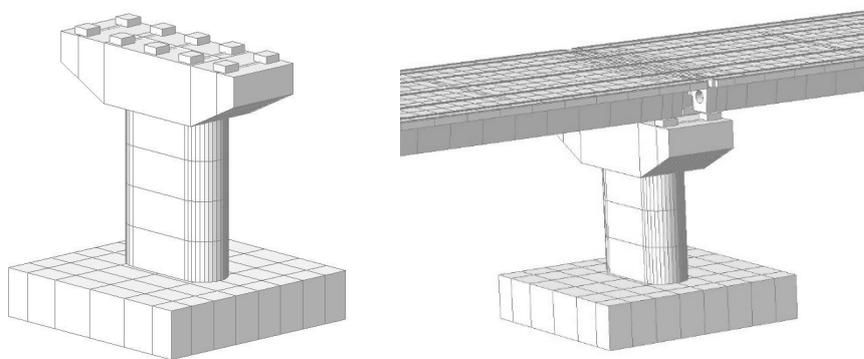
*Figura 12 – Pianta impalcato*



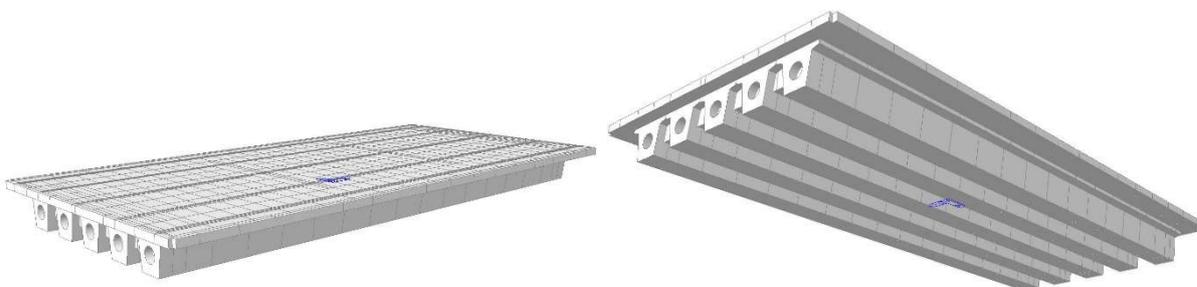
*Figura 13 – Profilo*



*Figura 14 – Vista estrusa*



*Figura 15 – Vista estrusa pila con impalcato*



*Figura 16 – Vista assometrica impalcato*

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	29



Figura 17 – Vista assonometrica wireframe

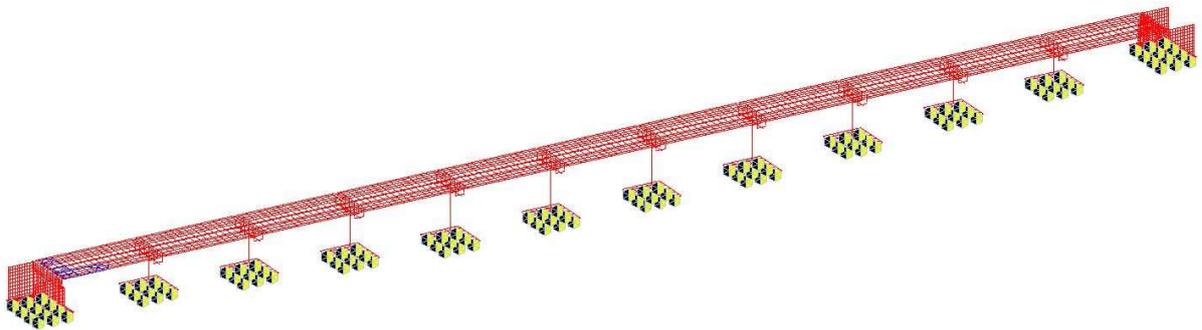


Figura 18 – Vista wireframe con vincoli

### 9.5.2 Vincoli esterni

Al fine di tener conto della effettiva ripartizione delle azioni in fondazione, sia per le spalle che per le pile, i pali sono stati modellati attraverso l'inserimento di vincoli elastici in corrispondenza di ciascun palo.

Le rigidezze assegnate ai vincoli sono le seguenti:

- $K_z$  (verticale) = 1000000kN/m – corrisponde sostanzialmente alla rigidezza assiale del palo;
- $K_x=K_y$  (laterale) = 135000kN/m – valutata secondo le indicazioni riportate al capitolo 15 della relazione generale geotecnica.

### 9.5.3 Vincoli interni

I dispositivi di appoggio sono stati modellati sulla base delle caratteristiche meccaniche di rigidezza e dei gradi di libertà da bloccare.

I dispositivi multi-direzionali offrono una rigidezza laterale sostanzialmente nulla (a meno dell'attrito, trattato in precedenza) della superficie di scorrimento. La rigidezza assiale assegnata ai dispositivi è pari a  $K_x=100000000kN/m$  in quanto si tratta di appoggi pressoché indeformabili assialmente.

Per dispositivi fissi e uni direzionali sono stati "bloccate" le traslazioni nelle direzioni dei gdl impediti assegnando una elevata rigidezza alla direzione considerata.

La rigidezza assiale assegnata ai dispositivi è pari a  $K_x=10000000kN/m$  mentre la rigidezza laterale è stata considerata pari a  $K_y=K_z=1000000kN/m$  per tenere in considerazione una (minima) deformabilità del dispositivo.

## 9.6 CARICHI E MASSE

### 9.6.1 Applicazione dei carichi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali (impalcato, pulvini, pile, plinti ecc.) è stato valutato in automatico dal software di calcolo in funzione delle dimensioni delle sezioni trasversali e delle caratteristiche del materiale assegnato.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>30</b>

### 9.6.2 Applicazione dei carichi fissi non strutturali e azioni variabili

I carichi fissi non strutturali (manto, barriere, drenaggi, ecc.) sono stati assegnati come un carico uniforme agli elementi frame mediante i quali sono state modellate le strutture di impalcato. Il valore del carico distribuito è quello definito nell'analisi dei carichi.

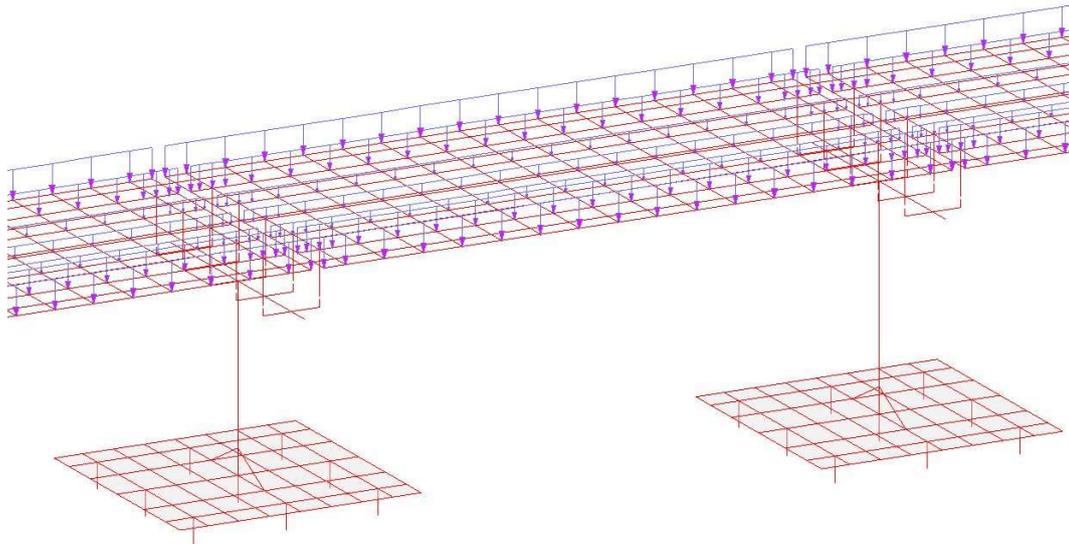


Figura 19 – Carichi G2

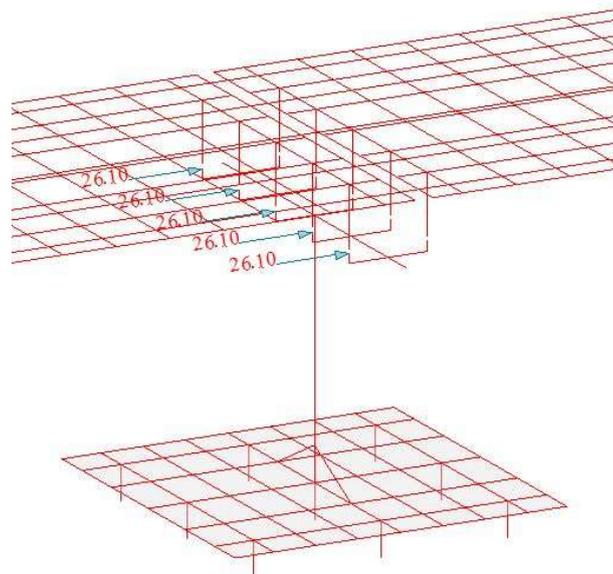
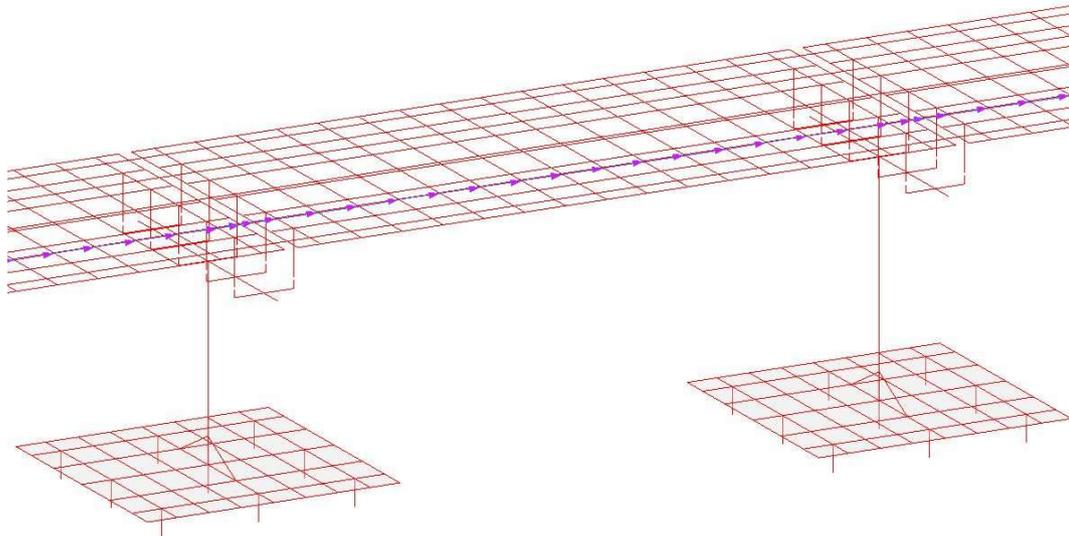


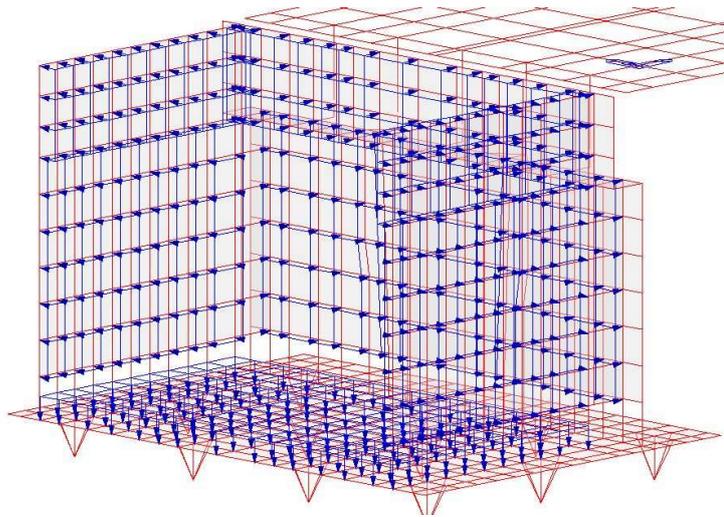
Figura 20 – Carichi attrito vincolo

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>31</b>



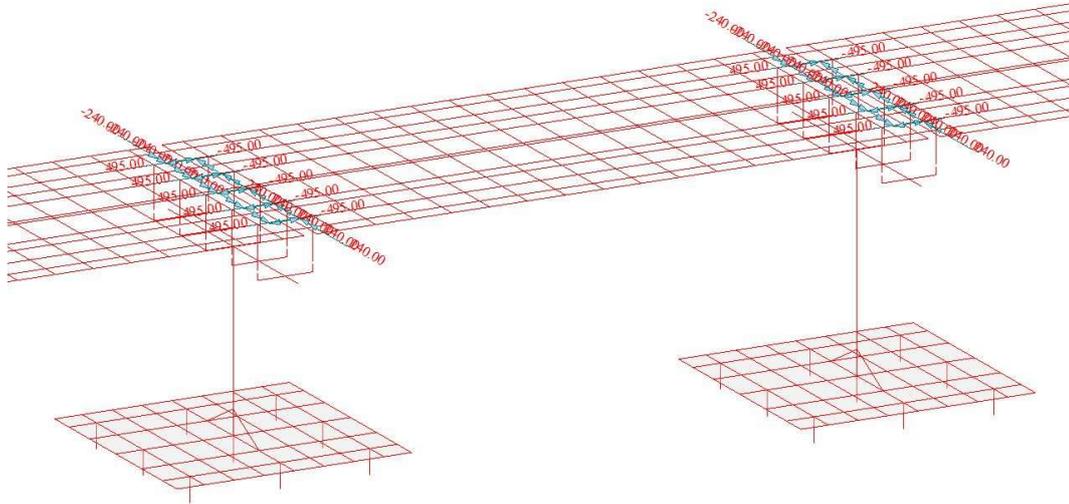
*Figura 21 – Azione frenamento*



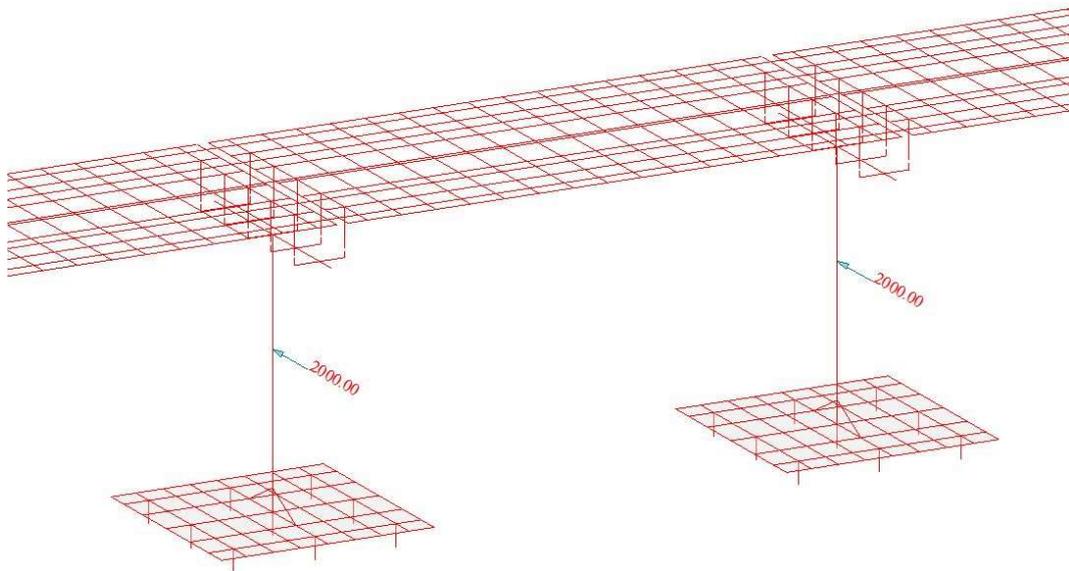
*Figura 22 – Carichi mobili spalla*

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>32</b>



*Figura 23 – Carichi ritiro*



*Figura 24 – Carichi urto ferroviario*

IV03- Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	33

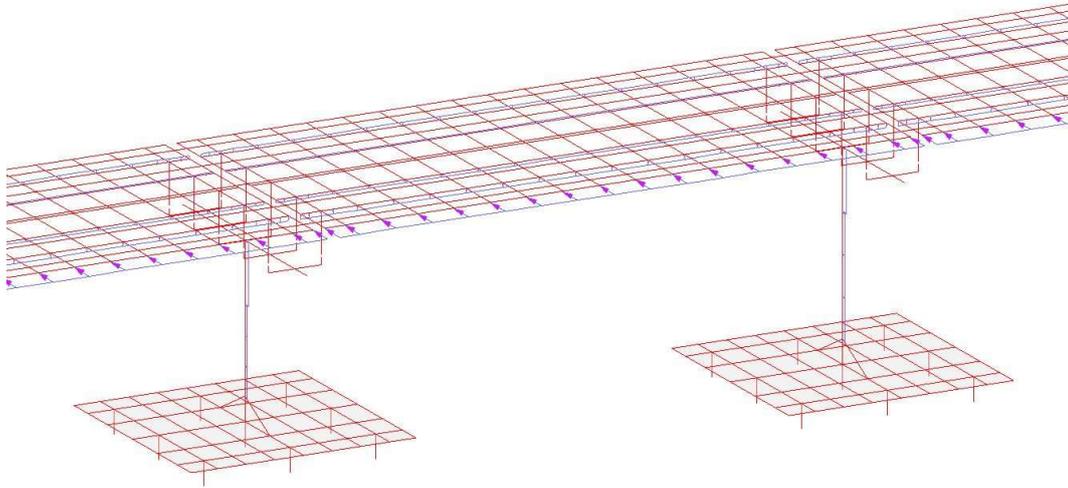


Figura 25 – Carichi vento x

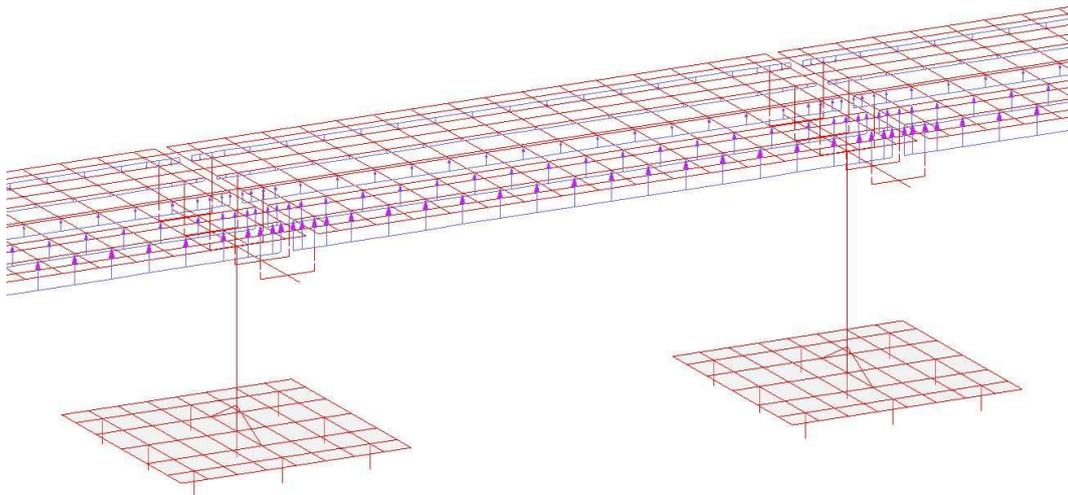


Figura 26 – Carichi vento z

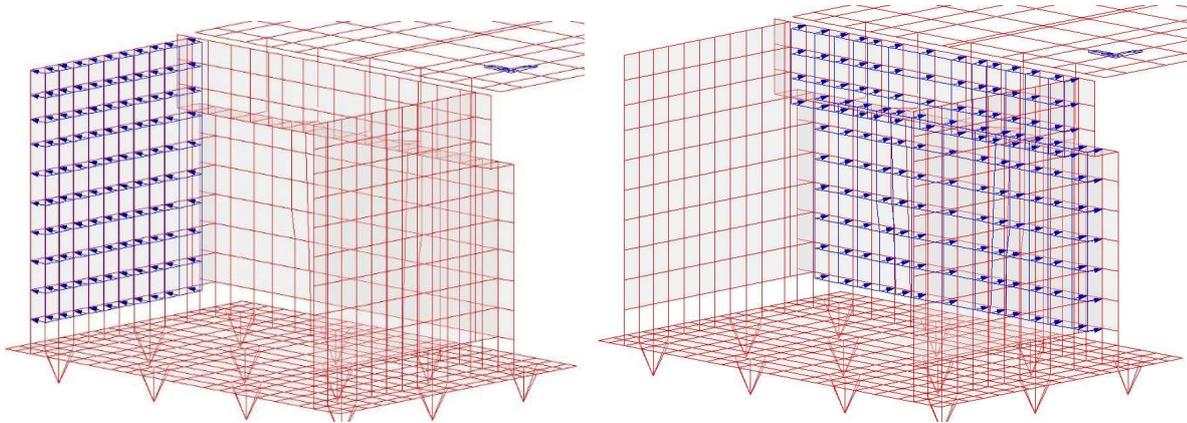
### 9.6.3 Masse sismiche e carichi applicati

La massa degli elementi strutturali (impalcato, pulvini, pile, plinti ecc) e quella relativa ai carichi fissi non strutturali (massetto, manto, barriere, ecc) è stata valutata in automatico dal software di calcolo in funzione dei carichi da peso proprio e dei carichi (G2) applicati.

L'azione sismica sulle spalle oltre che dalle forze di inerzia legate all'accelerazione delle masse strutturali e del terreno di riempimento viene applicata anche sotto forma di sovra-spinte sismiche calcolate mediante il metodo di Mononobe-Okabe. Vengono differenziate (ai fini delle combinazioni di carico) le sovra-spinte sismiche in direzione longitudinale (x, positive e negative) ed in direzione trasversale (y, positive e negative).

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>34</b>



*Figura 27 – Sovraspinte sismiche applicate alla Spalla A: SLVY+ (sx) e SLVX+(dx)*

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	35

## 10. RISULTATI DELLE ANALISI

Nei paragrafi successivi sono riportati i principali risultati dell'analisi strutturale dell'opera espressi in termini di: modi di vibrare, deformate modali, distribuzioni delle sollecitazioni e deformate in condizioni non sismiche e sismiche.

### 10.1 ANALISI DINAMICA MODALE

Si riportano nelle figure le forme associate ai principali modi di vibrare ed i relativi periodi naturali di oscillazione. In tabella si riportano, per ciascuno dei modi individuati attraverso l'analisi modale, il periodo, la frequenza e le relative masse partecipanti.



Figura 28 – Modo di vibrare 1  $T=0.569s$



Figura 29 – Modo di vibrare 3  $T=0.563s$

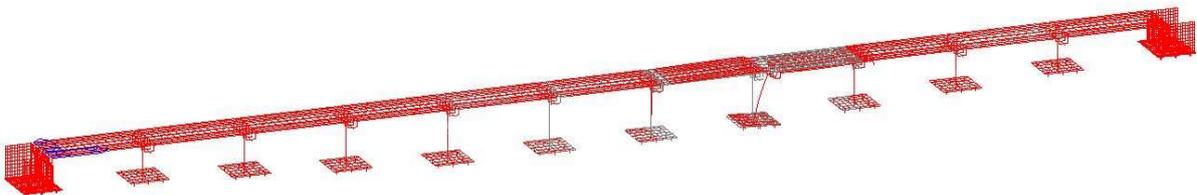


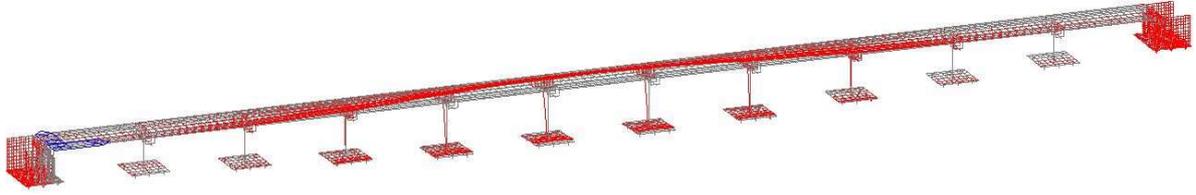
Figura 30 – Modo di vibrare 4  $T=0.539s$



Figura 31 – Modo di vibrare 7  $T=0.451s$

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>36</b>



*Figura 32 – Modo di vibrare 11 T=0.389s*



*Figura 33 – Modo di vibrare 14 T=0.346s*

In tabella sono riportati i modi di vibrare con i periodi di oscillazione e le relative masse partecipanti:

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS (%)	SUM (%)										
1	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	16.11	16.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
4	6.68	23.19	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00
5	6.06	29.25	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00
6	6.04	35.29	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.08	0.00	0.00
7	0.00	35.29	31.25	31.25	0.00	0.01	10.44	10.44	0.00	0.08	0.10	0.10
8	0.00	35.29	0.06	31.30	0.00	0.01	0.02	10.46	0.00	0.08	9.28	9.38
9	6.06	41.35	0.00	31.30	0.01	0.02	0.00	10.46	0.00	0.08	0.00	9.38
10	6.18	47.53	0.00	31.30	0.01	0.03	0.00	10.46	0.05	0.13	0.00	9.38
11	0.00	47.53	12.48	43.78	0.00	0.03	4.59	15.05	0.00	0.13	0.01	9.39
12	0.00	47.53	0.01	43.80	0.00	0.03	0.00	15.05	0.00	0.13	14.54	23.93
13	6.41	53.94	0.00	43.80	0.01	0.04	0.00	15.05	0.00	0.13	0.00	23.93
14	0.00	53.94	11.49	55.29	0.00	0.04	4.44	19.49	0.00	0.13	0.03	23.95
15	6.60	60.54	0.00	55.29	0.02	0.06	0.00	19.49	0.10	0.23	0.00	23.95
16	0.00	60.54	0.03	55.32	0.00	0.06	0.01	19.51	0.00	0.23	11.44	35.40
17	0.00	60.54	5.16	60.48	0.00	0.06	1.82	21.33	0.00	0.23	2.05	37.44
18	0.00	60.54	1.59	62.06	0.00	0.06	0.60	21.93	0.00	0.23	7.20	44.65
19	9.73	70.27	0.00	62.06	0.19	0.25	0.00	21.93	0.29	0.52	0.00	44.65
20	0.00	70.27	2.14	64.21	0.00	0.25	0.53	22.46	0.00	0.52	4.71	49.36
21	0.00	70.27	2.01	66.22	0.00	0.25	0.59	23.05	0.00	0.52	4.99	54.35
22	0.00	70.27	4.88	71.10	0.00	0.25	0.06	23.11	0.00	0.52	12.87	67.22
23	0.00	70.27	4.47	75.57	0.00	0.25	0.17	23.28	0.00	0.52	11.87	79.08
24	0.24	70.51	0.00	75.57	26.93	27.18	0.00	23.28	0.13	0.65	0.00	79.08
25	0.01	70.51	0.00	75.57	0.01	27.18	0.00	23.28	16.87	17.52	0.00	79.08
26	0.48	71.00	0.00	75.57	7.90	35.08	0.00	23.28	0.01	17.54	0.00	79.08
27	0.03	71.03	0.00	75.57	0.04	35.13	0.00	23.28	9.22	26.76	0.00	79.08
28	0.60	71.63	0.00	75.57	1.94	37.07	0.00	23.28	0.06	26.82	0.00	79.08
29	0.05	71.69	0.00	75.57	0.06	37.13	0.00	23.28	2.52	29.34	0.00	79.08
30	0.47	72.16	0.00	75.57	0.41	37.53	0.00	23.28	0.10	29.44	0.00	79.08
31	0.04	72.20	0.00	75.57	0.05	37.59	0.00	23.28	0.67	30.11	0.00	79.08
32	0.23	72.42	0.00	75.57	0.11	37.69	0.00	23.28	0.09	30.20	0.00	79.08
33	0.15	72.57	0.00	75.57	0.00	37.69	0.00	23.28	0.06	30.26	0.00	79.08
34	0.06	72.64	0.00	75.57	0.09	37.78	0.00	23.28	0.23	30.50	0.00	79.08
35	5.28	77.91	0.00	75.57	0.19	37.97	0.00	23.28	0.40	30.89	0.00	79.08
36	0.00	77.91	0.77	76.34	0.00	37.97	0.00	23.28	0.00	30.89	2.44	81.52
37	0.00	77.91	0.48	76.83	0.00	37.97	0.03	23.32	0.00	30.89	1.47	82.99
38	0.00	77.91	10.58	87.41	0.00	37.97	31.69	55.00	0.00	30.89	0.02	83.01
39	0.00	77.91	0.02	87.43	0.00	37.97	0.04	55.04	0.00	30.89	5.05	88.06

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>37</b>

40	0.00	77.91	3.26	90.69	0.00	37.97	6.24	61.28	0.00	30.89	0.01	88.08
41	0.00	77.91	0.00	90.69	0.00	37.97	0.00	61.28	0.00	30.89	3.34	91.41
42	0.00	77.91	0.78	91.47	0.00	37.97	1.34	62.62	0.00	30.89	0.00	91.42
43	0.00	77.91	0.00	91.47	0.00	37.97	0.00	62.62	0.00	30.89	0.88	92.29
44	0.00	77.91	0.01	91.48	0.00	37.97	0.03	62.65	0.00	30.89	0.01	92.30
45	0.00	77.91	0.10	91.59	0.00	37.97	0.27	62.92	0.00	30.89	0.00	92.31
46	0.00	77.91	0.02	91.61	0.00	37.97	0.06	62.98	0.00	30.89	0.05	92.36
47	0.00	77.91	0.16	91.77	0.00	37.97	0.42	63.41	0.00	30.89	0.47	92.83
48	0.00	77.91	0.22	91.99	0.00	37.97	0.88	64.29	0.00	30.89	0.55	93.37
49	8.19	86.10	0.00	91.99	0.06	38.03	0.00	64.29	0.07	30.96	0.00	93.37
50	0.01	86.11	0.00	91.99	0.00	38.03	0.00	64.29	0.00	30.96	0.00	93.37
51	0.61	86.72	0.00	91.99	0.00	38.03	0.00	64.29	0.00	30.97	0.00	93.37
52	1.63	88.35	0.00	91.99	0.01	38.04	0.00	64.29	0.00	30.97	0.00	93.37
53	2.09	90.43	0.00	91.99	0.02	38.07	0.00	64.29	0.04	31.01	0.00	93.37
54	2.01	92.44	0.00	91.99	0.02	38.09	0.00	64.29	0.00	31.01	0.00	93.37
55	0.00	92.44	0.00	91.99	0.00	38.09	0.01	64.29	0.00	31.01	0.00	93.37
56	0.00	92.44	0.00	91.99	0.00	38.09	0.00	64.30	0.00	31.01	0.00	93.37
57	0.00	92.44	0.00	91.99	0.00	38.09	0.00	64.30	0.00	31.01	0.00	93.37
58	0.00	92.44	0.00	91.99	0.00	38.09	0.01	64.31	0.00	31.01	0.01	93.38
59	1.79	94.23	0.00	91.99	0.03	38.12	0.00	64.31	0.06	31.07	0.00	93.38
60	0.00	94.23	0.00	91.99	0.00	38.12	0.00	64.32	0.00	31.07	0.00	93.38
61	0.00	94.23	0.01	92.00	0.00	38.12	0.00	64.32	0.00	31.07	0.00	93.38
62	1.66	95.90	0.00	92.00	0.03	38.15	0.00	64.32	0.01	31.08	0.00	93.38
63	0.00	95.90	0.00	92.00	0.00	38.15	0.01	64.33	0.00	31.08	0.01	93.39
64	0.00	95.90	0.00	92.00	0.00	38.15	0.00	64.33	0.00	31.08	0.00	93.39
65	0.00	95.90	0.03	92.03	0.00	38.15	0.14	64.48	0.00	31.08	0.00	93.39
66	1.62	97.51	0.00	92.03	0.15	38.30	0.00	64.48	0.44	31.52	0.00	93.39
67	0.00	97.51	0.13	92.16	0.00	38.30	0.69	65.17	0.00	31.52	0.00	93.39
68	0.00	97.51	0.12	92.28	0.00	38.30	0.54	65.71	0.00	31.52	0.29	93.69
69	0.00	97.51	0.88	93.16	0.00	38.30	2.99	68.69	0.00	31.52	0.03	93.72
70	0.00	97.51	0.00	93.16	0.00	38.30	0.00	68.69	0.00	31.52	0.00	93.72
71	0.79	98.30	0.00	93.16	0.01	38.31	0.00	68.69	0.02	31.54	0.00	93.72
72	0.00	98.30	0.07	93.22	0.00	38.31	0.37	69.07	0.00	31.54	0.01	93.73
73	1.23	99.53	0.00	93.22	0.04	38.35	0.00	69.07	0.06	31.60	0.00	93.73
74	0.00	99.53	0.93	94.16	0.00	38.35	3.84	72.91	0.00	31.60	0.16	93.90
75	0.00	99.53	1.25	95.40	0.00	38.35	4.71	77.62	0.00	31.60	0.09	93.99
76	0.00	99.53	0.73	96.13	0.00	38.35	2.68	80.30	0.00	31.60	0.39	94.38
77	0.00	99.53	0.71	96.84	0.00	38.35	2.38	82.69	0.00	31.60	0.32	94.70
78	0.00	99.53	0.79	97.63	0.00	38.35	1.45	84.14	0.00	31.60	1.01	95.70
79	0.00	99.53	0.12	97.75	0.00	38.35	0.45	84.59	0.00	31.60	0.48	96.18
80	0.00	99.53	1.65	99.41	0.00	38.35	3.86	88.44	0.00	31.60	1.19	97.37
81	0.00	99.53	0.05	99.46	0.00	38.35	0.39	88.83	0.00	31.60	1.55	98.92
82	0.00	99.53	0.11	99.57	0.00	38.35	0.57	89.39	0.00	31.60	0.00	98.92
83	0.00	99.53	0.00	99.57	0.00	38.35	0.00	89.40	0.00	31.60	0.23	99.15
84	0.00	99.53	0.07	99.64	0.00	38.35	0.71	90.11	0.00	31.60	0.00	99.15
85	0.00	99.53	0.00	99.64	0.00	38.35	0.01	90.11	0.00	31.60	0.19	99.34
86	0.00	99.53	0.07	99.71	0.00	38.35	1.10	91.21	0.00	31.60	0.00	99.34
87	0.00	99.53	0.00	99.71	0.00	38.35	0.02	91.23	0.00	31.60	0.22	99.56
88	0.00	99.53	0.00	99.71	0.00	38.35	0.00	91.23	0.00	31.60	0.00	99.56
89	0.00	99.53	0.00	99.71	0.03	38.39	0.00	91.23	0.01	31.61	0.00	99.56
90	0.00	99.53	0.00	99.71	0.03	38.42	0.00	91.23	0.11	31.73	0.00	99.56
91	0.00	99.53	0.08	99.79	0.00	38.42	1.45	92.68	0.00	31.73	0.01	99.56
92	0.01	99.54	0.00	99.79	0.00	38.42	0.00	92.68	0.13	31.85	0.00	99.56
93	0.01	99.55	0.00	99.79	0.27	38.68	0.00	92.68	0.01	31.87	0.00	99.56
94	0.07	99.62	0.00	99.79	0.01	38.69	0.00	92.68	1.94	33.80	0.00	99.56
95	0.00	99.62	0.00	99.80	0.00	38.69	0.02	92.70	0.00	33.80	0.22	99.78
96	0.00	99.62	0.00	99.80	1.03	39.72	0.00	92.70	0.59	34.40	0.00	99.78
97	0.04	99.66	0.00	99.80	0.30	40.02	0.00	92.70	3.94	38.33	0.00	99.78
98	0.00	99.66	0.05	99.85	0.00	40.02	0.67	93.36	0.00	38.33	0.00	99.78
99	0.00	99.66	0.00	99.85	4.32	44.34	0.00	93.36	0.11	38.44	0.00	99.78
100	0.01	99.67	0.00	99.85	0.17	44.51	0.00	93.36	0.00	38.45	0.00	99.78

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>38</b>

## 10.2 PRINCIPALI DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

Nelle figure seguenti si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le principali azioni caratteristiche e combinazioni di carico.

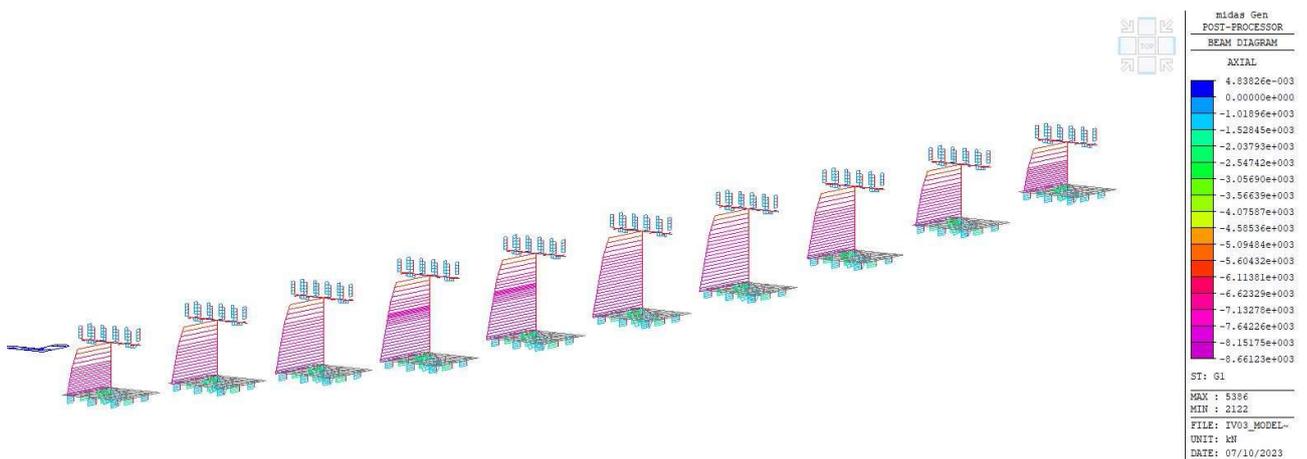


Figura 34 – Sforzo normale G1

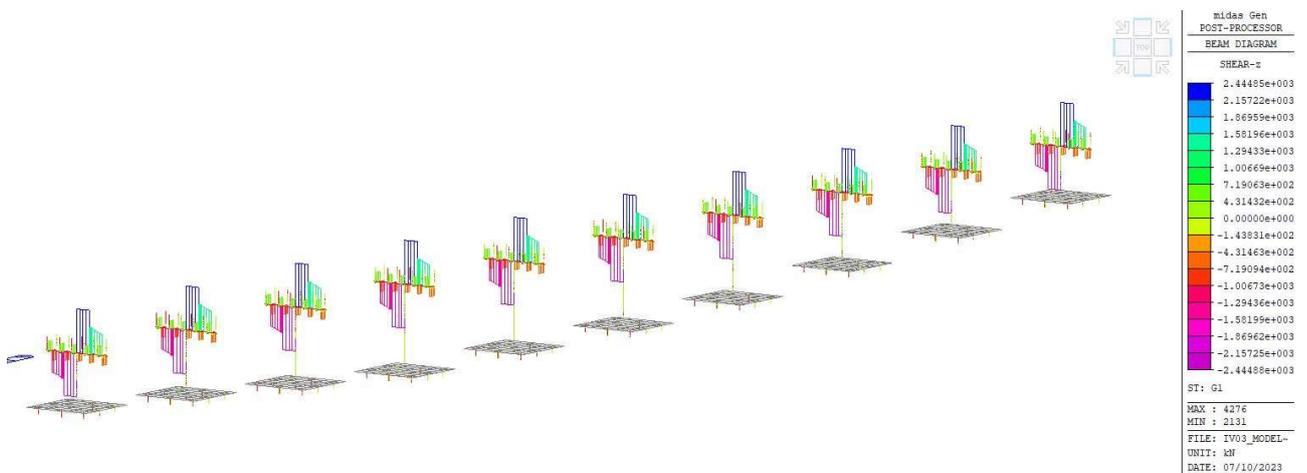


Figura 35 – Taglio G1

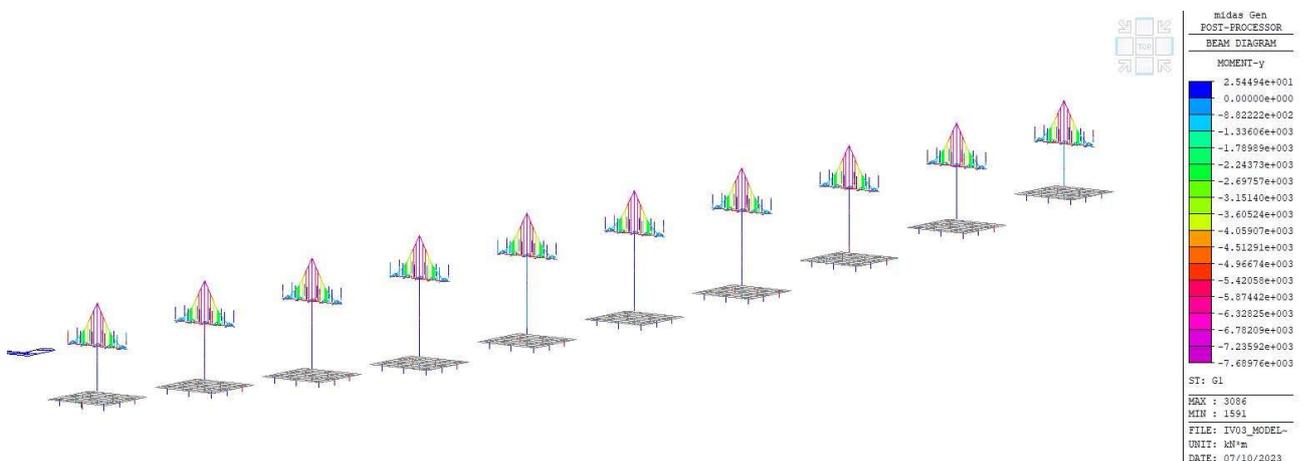
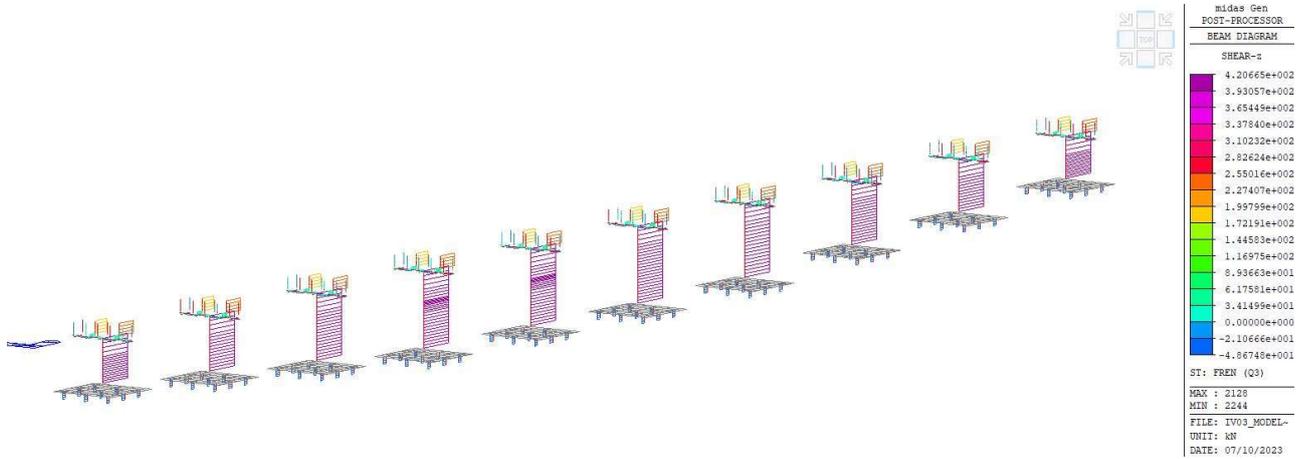
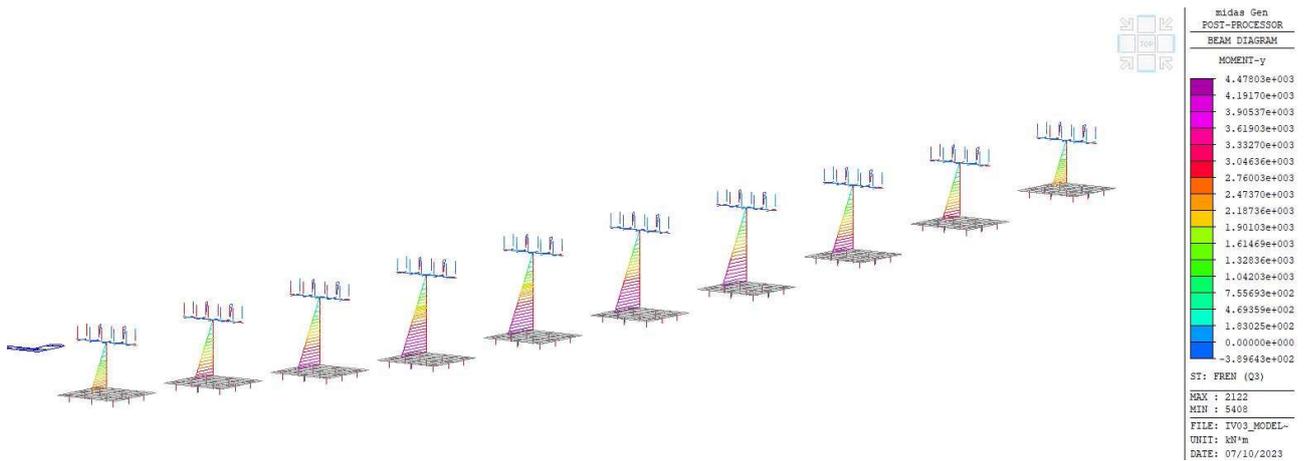


Figura 36 – Momento flettente G1

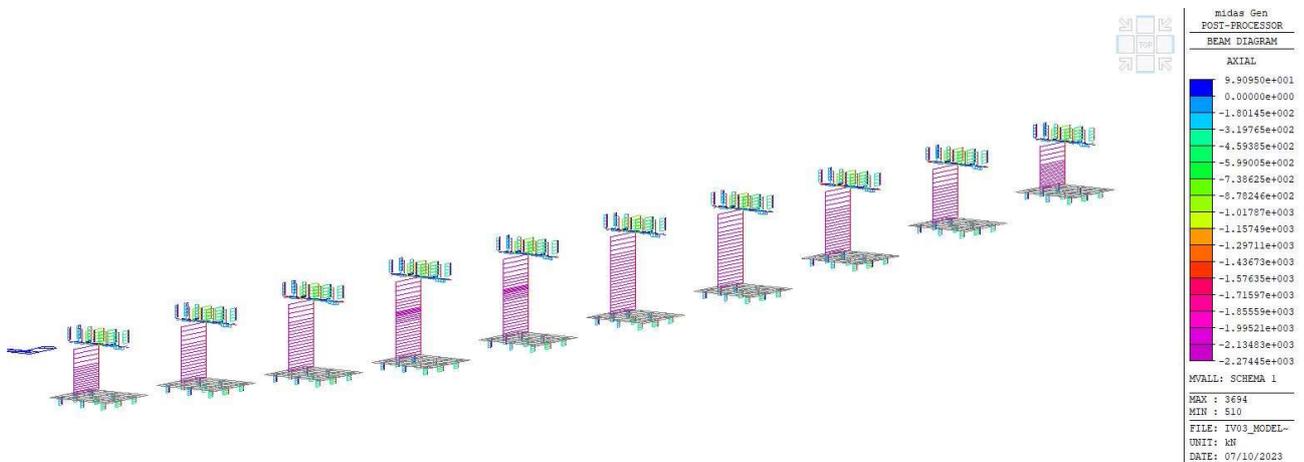
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>39</b>



*Figura 37 – Taglio longitudinale G1*

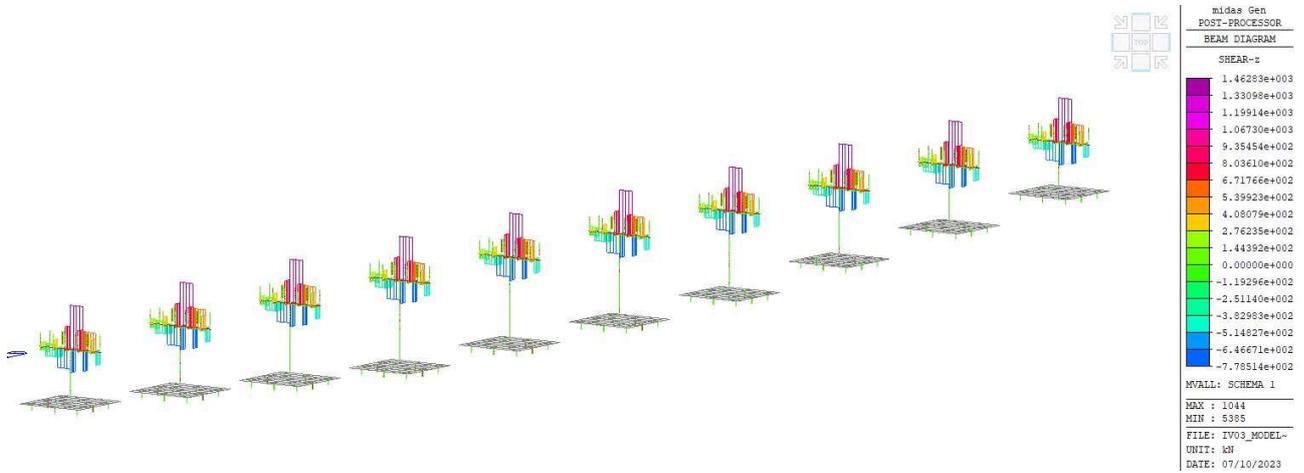


*Figura 38 – Momento flettente longitudinale G1*

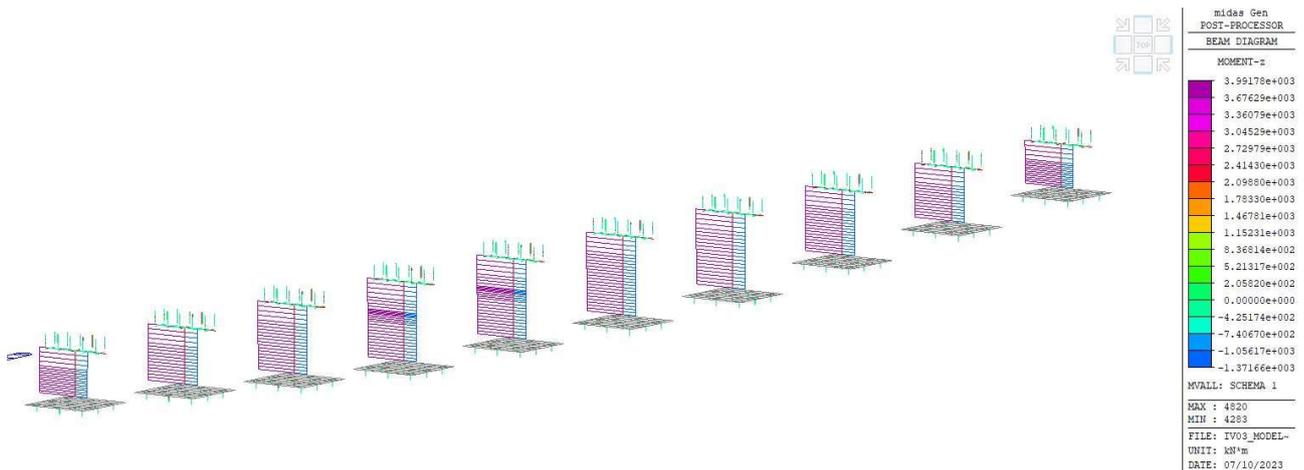


*Figura 39 – Sforzo normale carichi mobili*

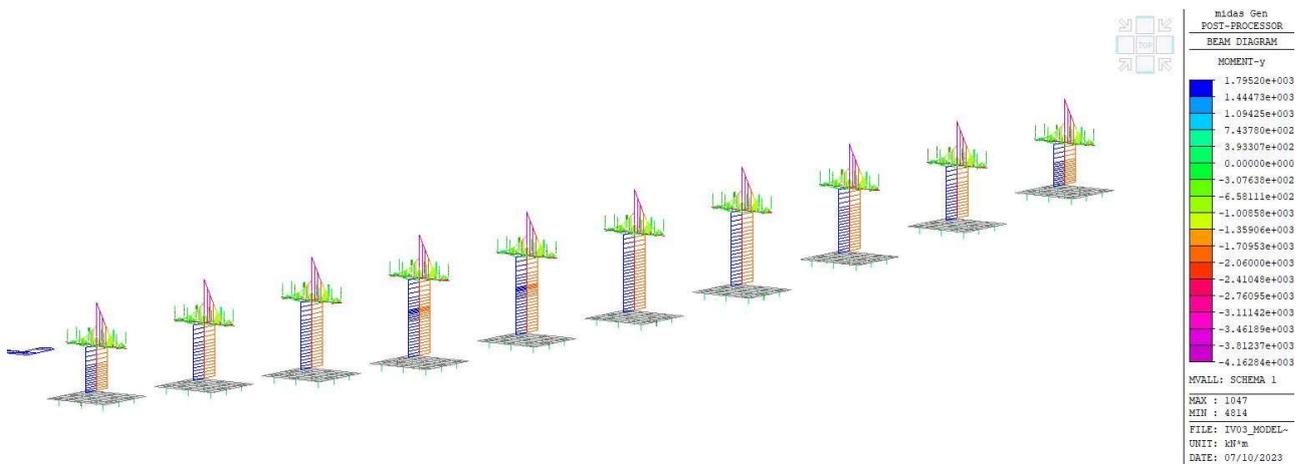
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>40</b>



*Figura 40 – Taglio carichi mobili*



*Figura 41 – Momento flettente trasversale carichi mobili*



*Figura 42 – Momento flettente longitudinale carichi mobili*

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	41

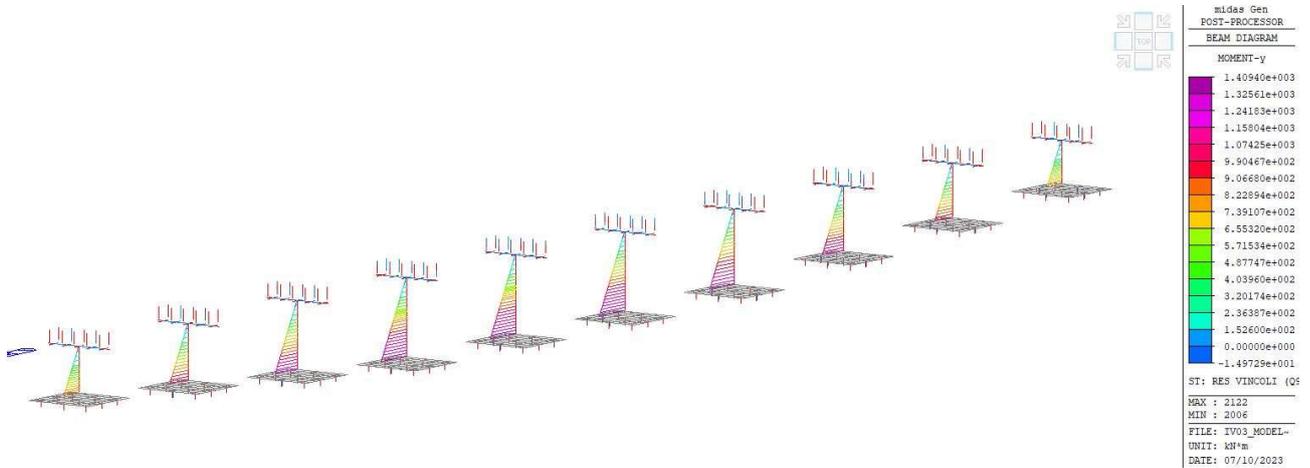


Figura 43 – Momento flettente attrito vincoli

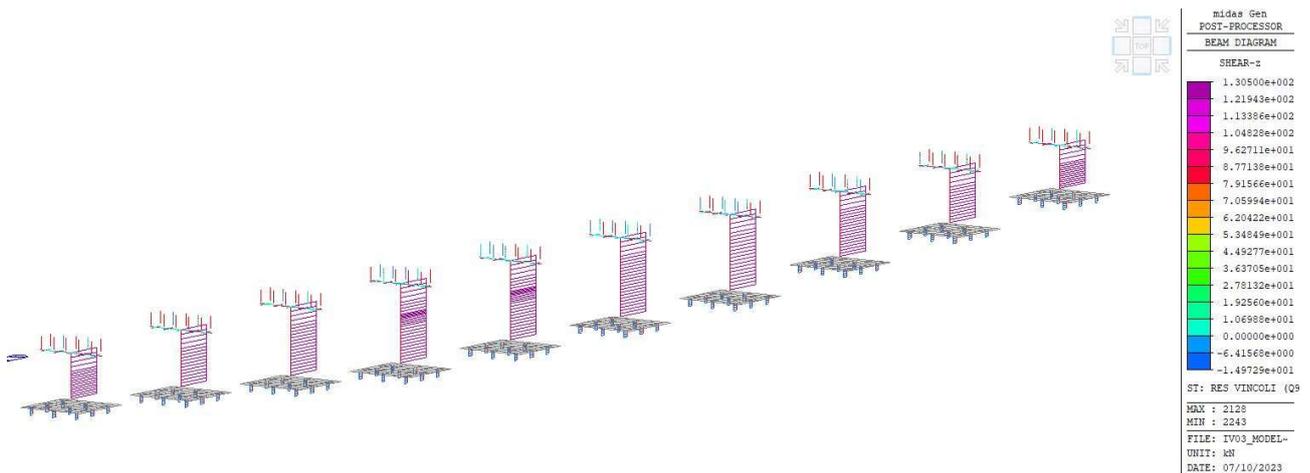


Figura 44 – Taglio attrito vincoli

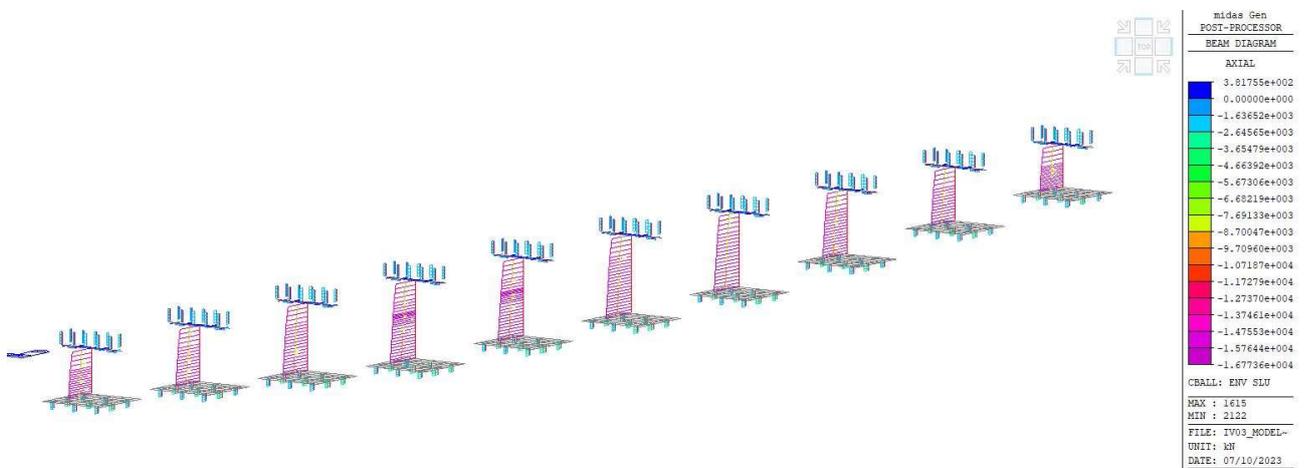
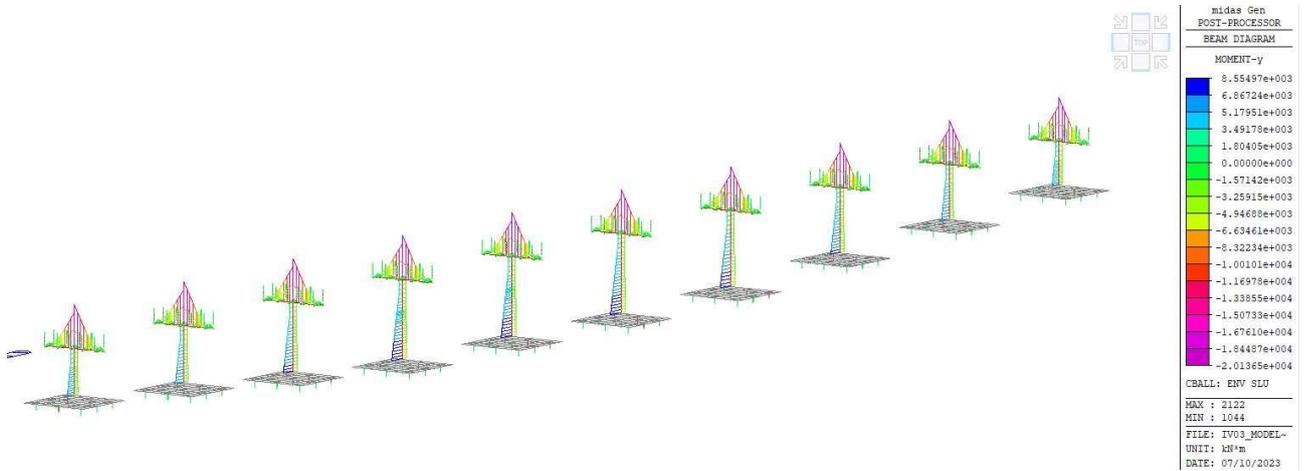


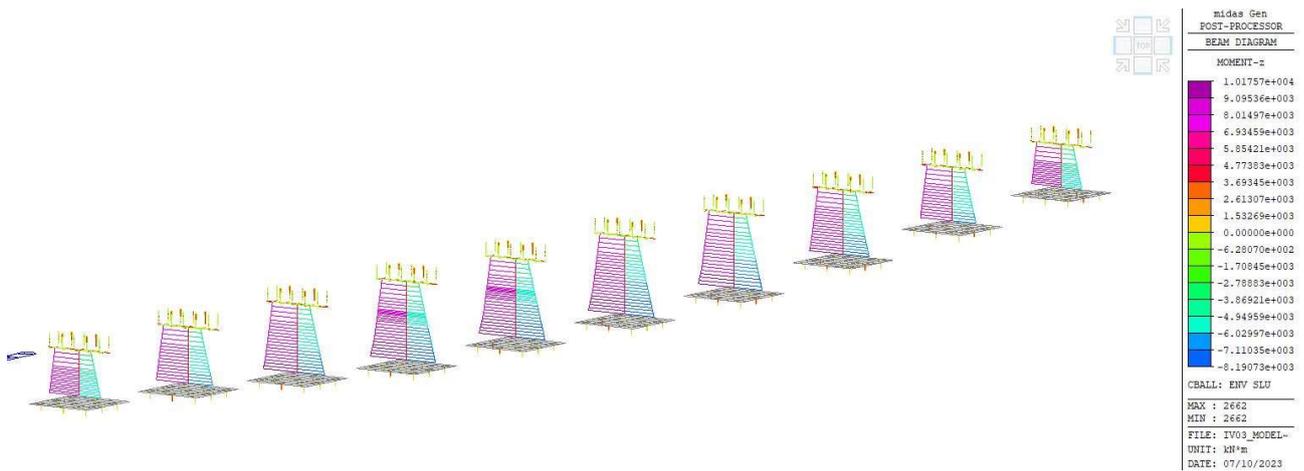
Figura 45 – Sforzo normale ENV SLU

**IV03- Relazione di calcolo pile**

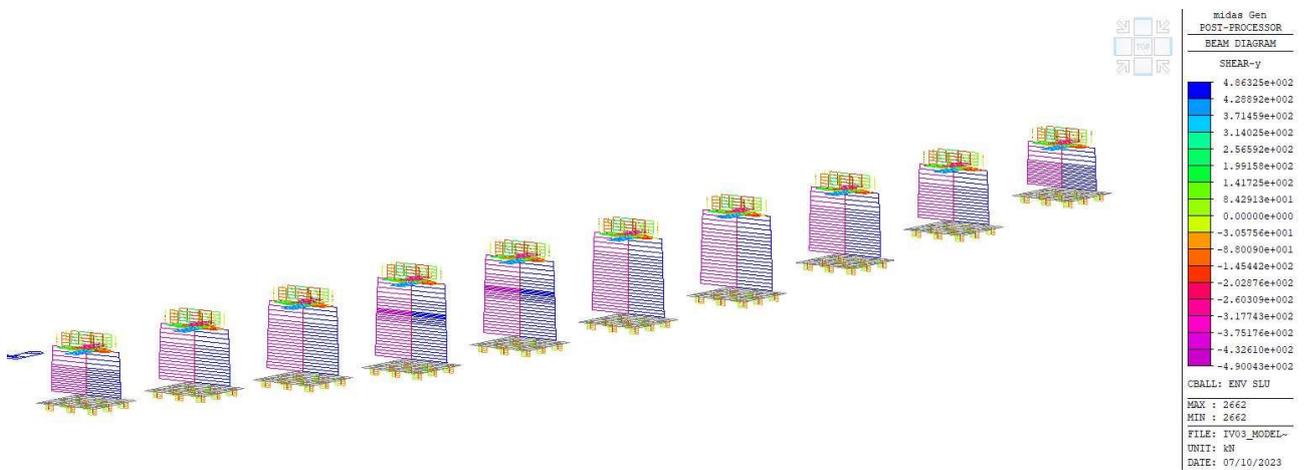
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>42</b>



*Figura 46 – Momento flettente longitudinale ENV SLU*



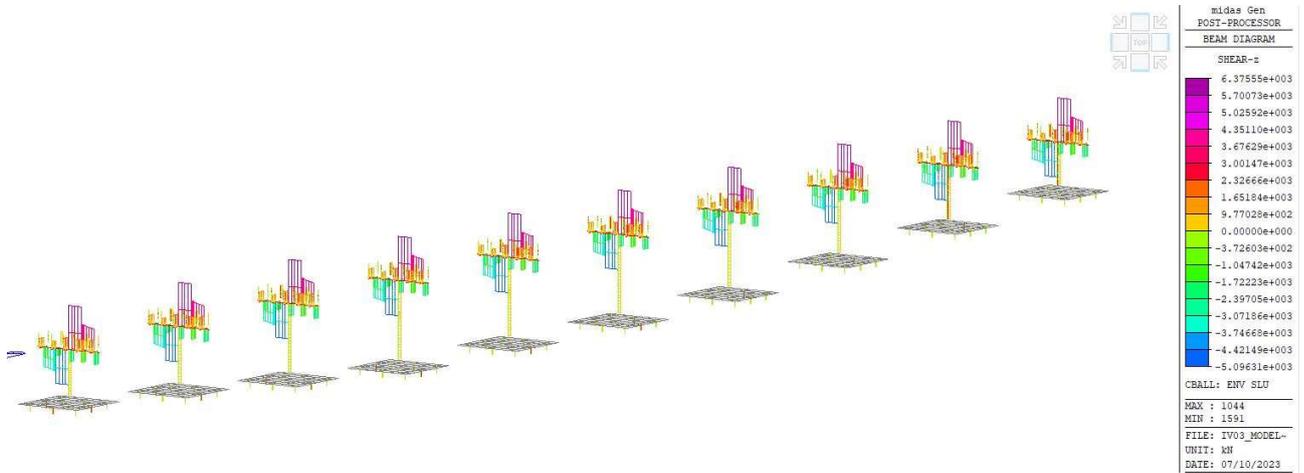
*Figura 47 – Momento flettente trasversale ENV SLU*



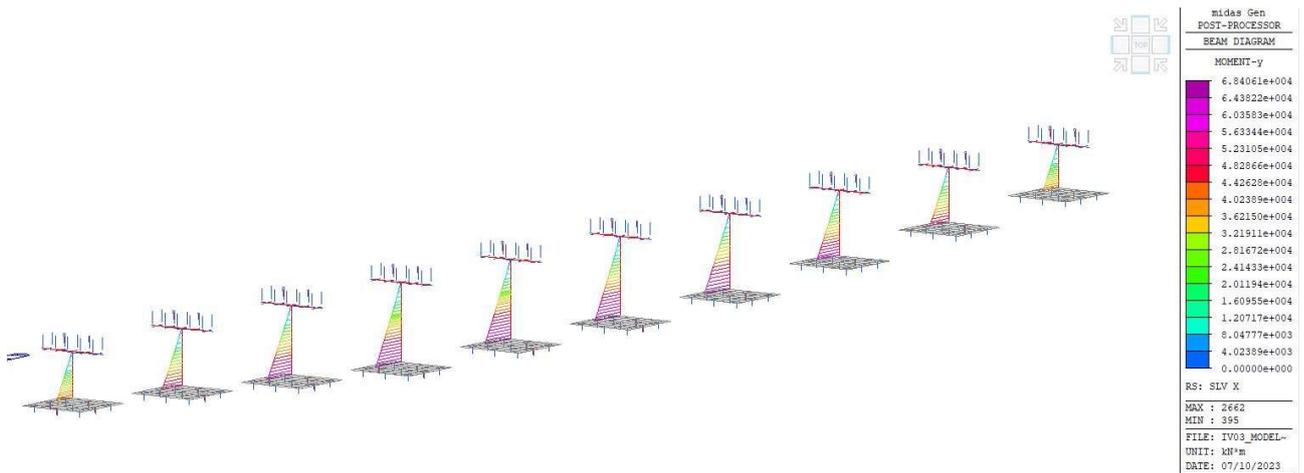
*Figura 48 – Taglio trasversale ENV SLU*

**IV03- Relazione di calcolo pile**

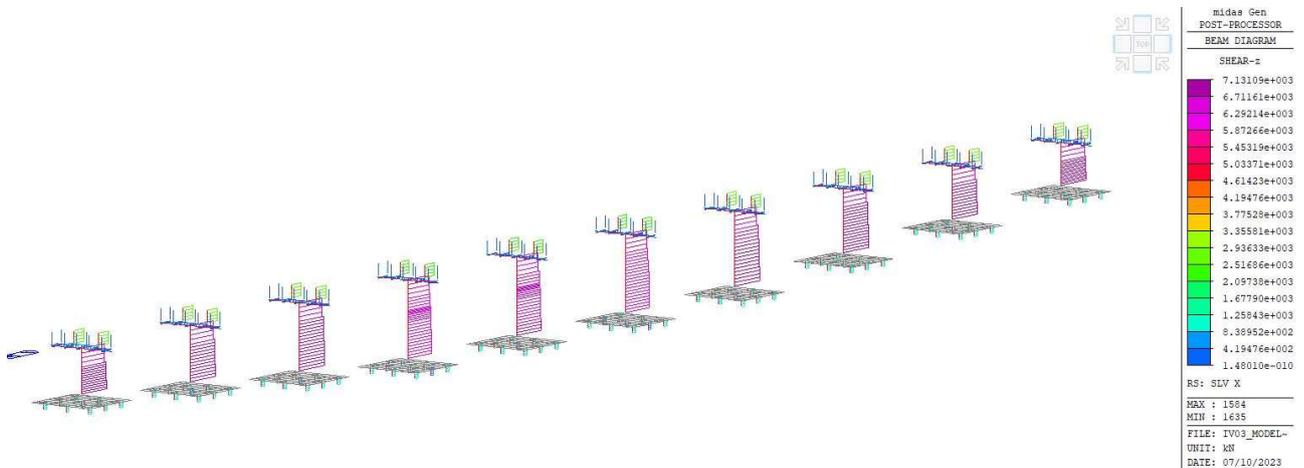
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>43</b>



*Figura 49 – Taglio longitudinale ENV SLU*



*Figura 50 – Momento flettente sisma slv x*



*Figura 51 – Taglio sisma slv x*

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	44

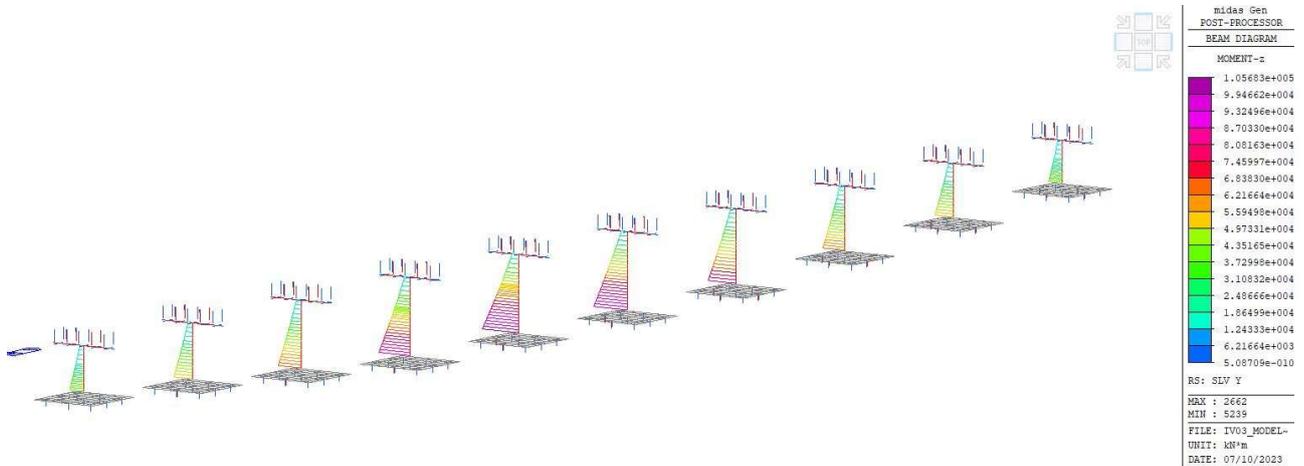


Figura 52 – Momento flettente sisma slv y

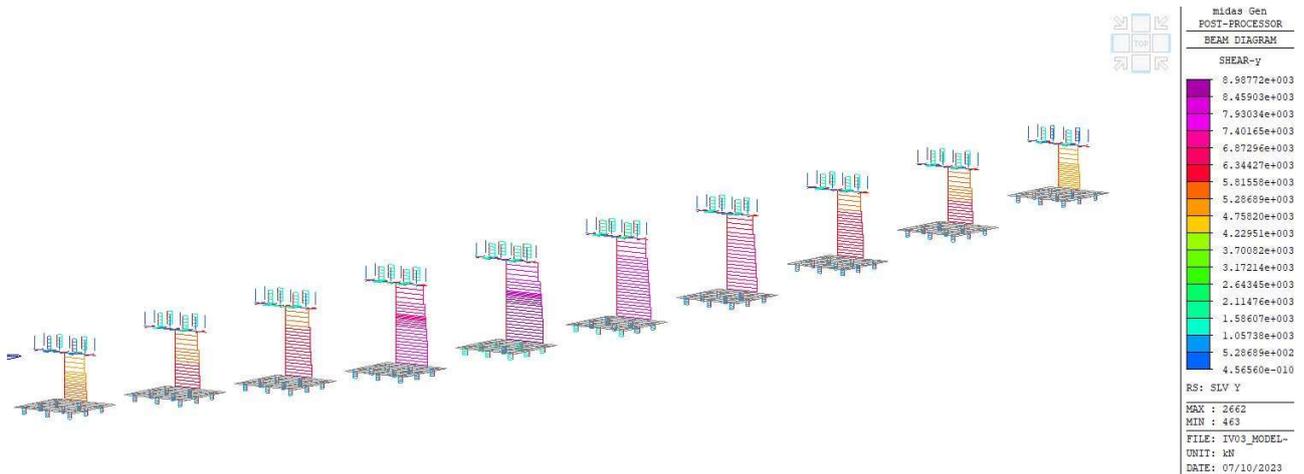


Figura 53 – Taglio sisma slv y

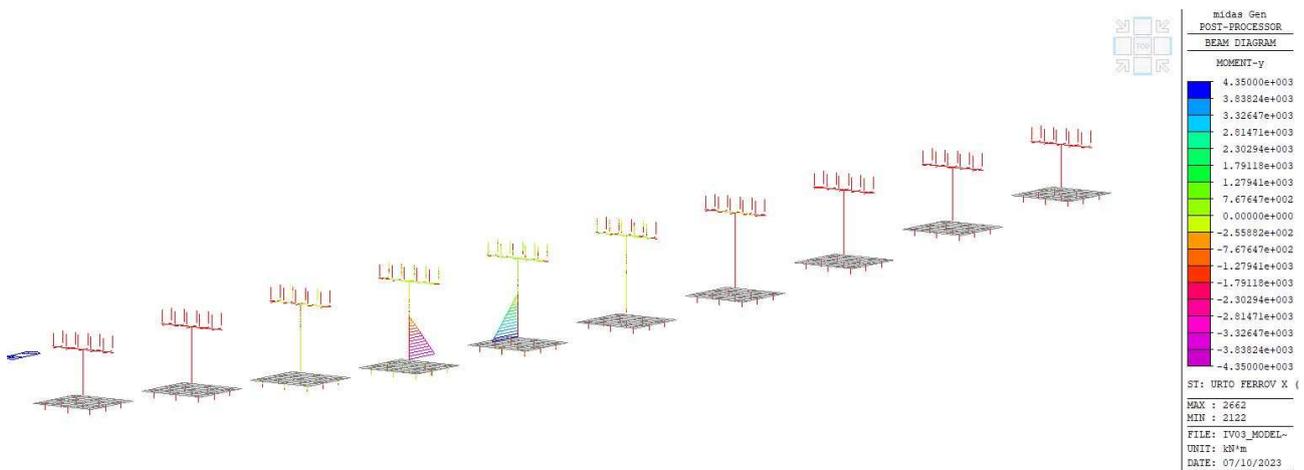
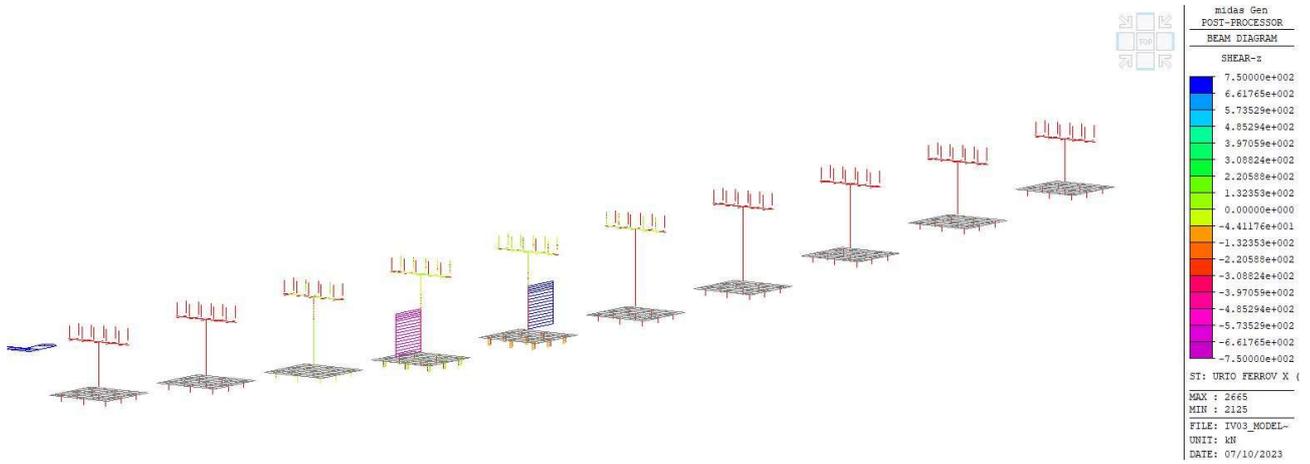
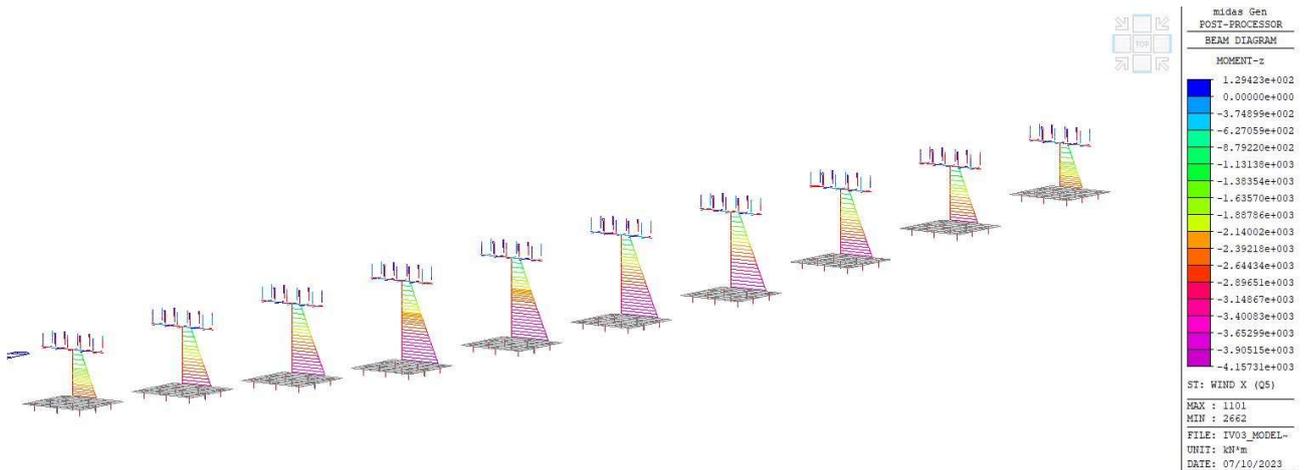


Figura 54 – Momento flettente Urto ferroviario

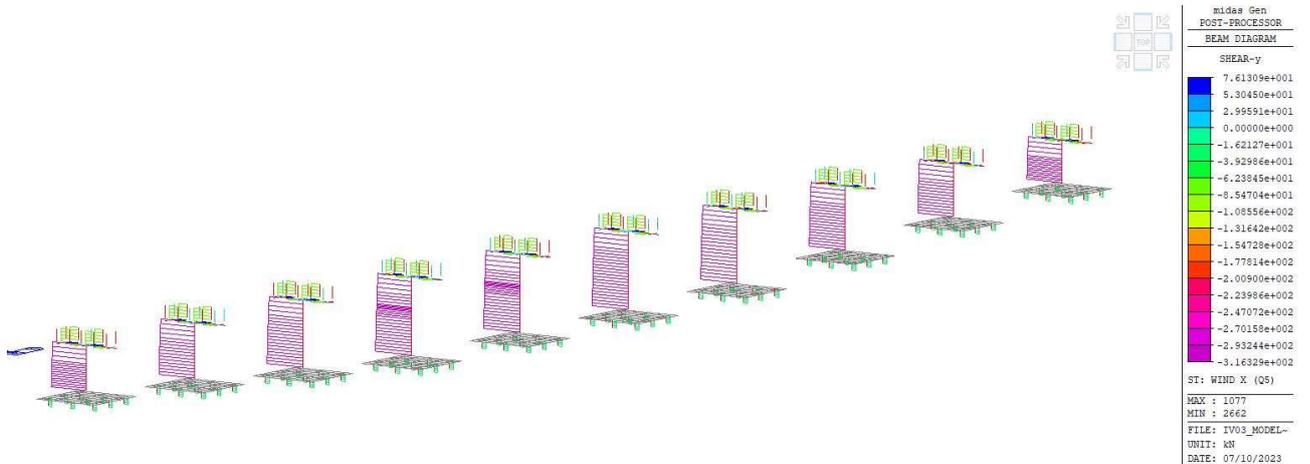
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>45</b>



*Figura 55 – Taglio Urto ferroviario*

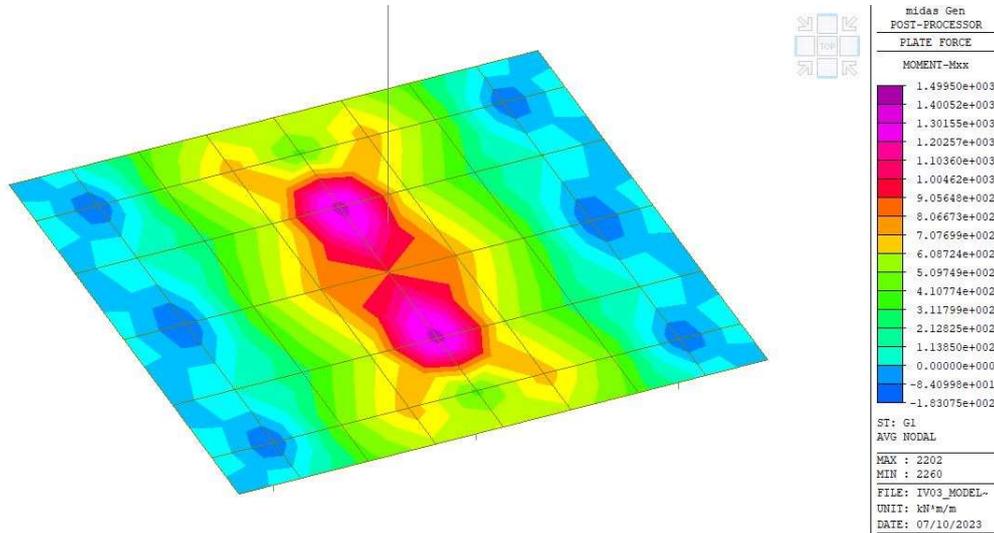


*Figura 56 – Momento flettente vento*

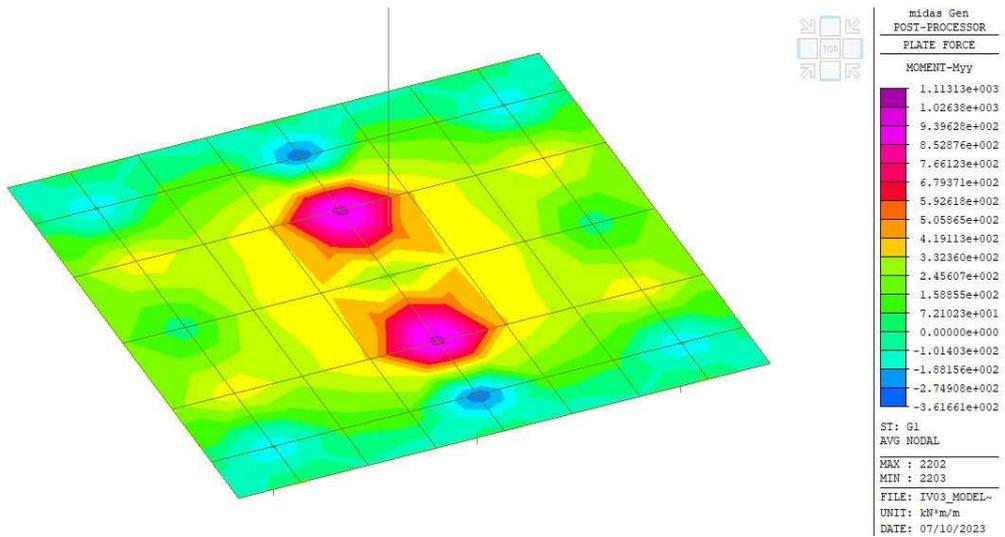


*Figura 57 – Taglio vento*

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>46</b>



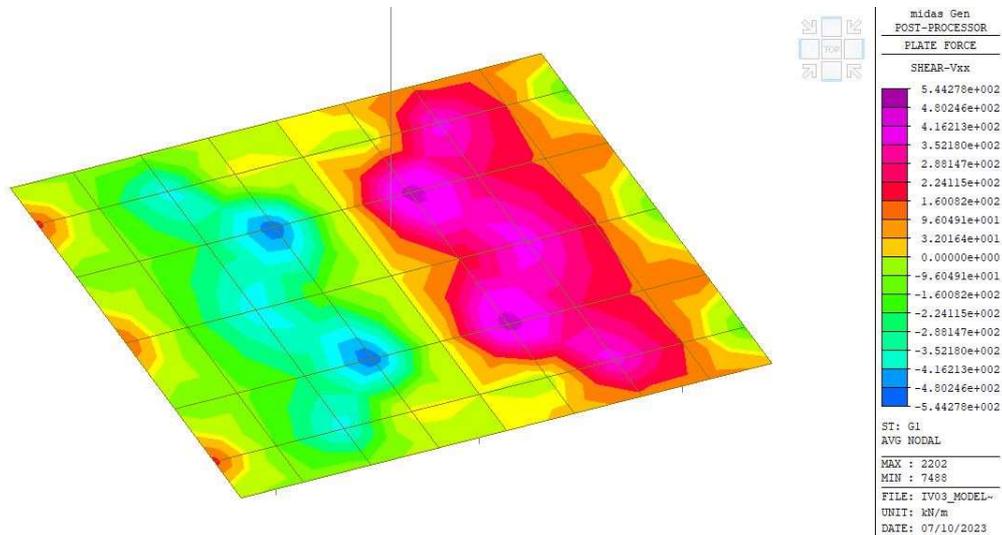
*Figura 58 – Plinto fondazione momento longitudinale Mxx G1*



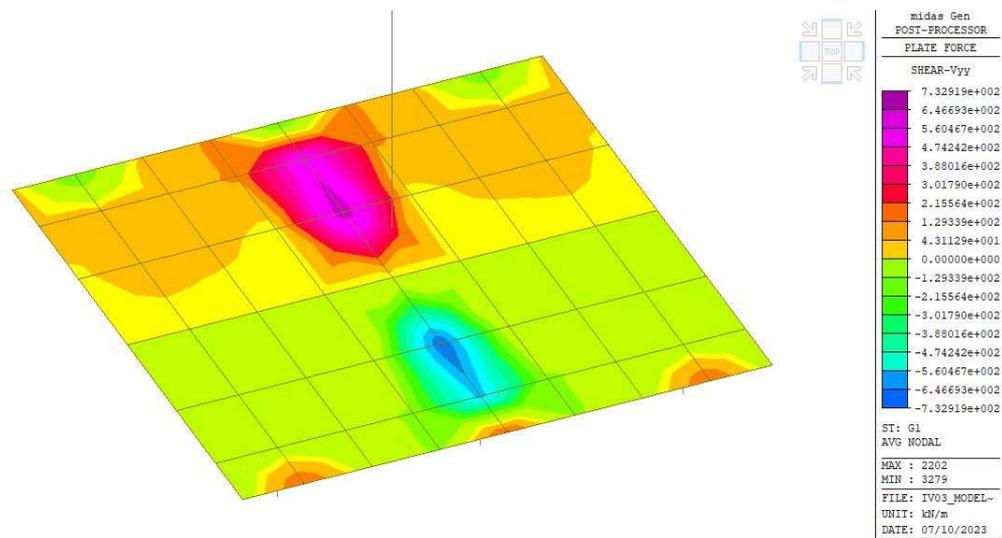
*Figura 59 – Plinto fondazione momento trasversale Myy G1*

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>47</b>



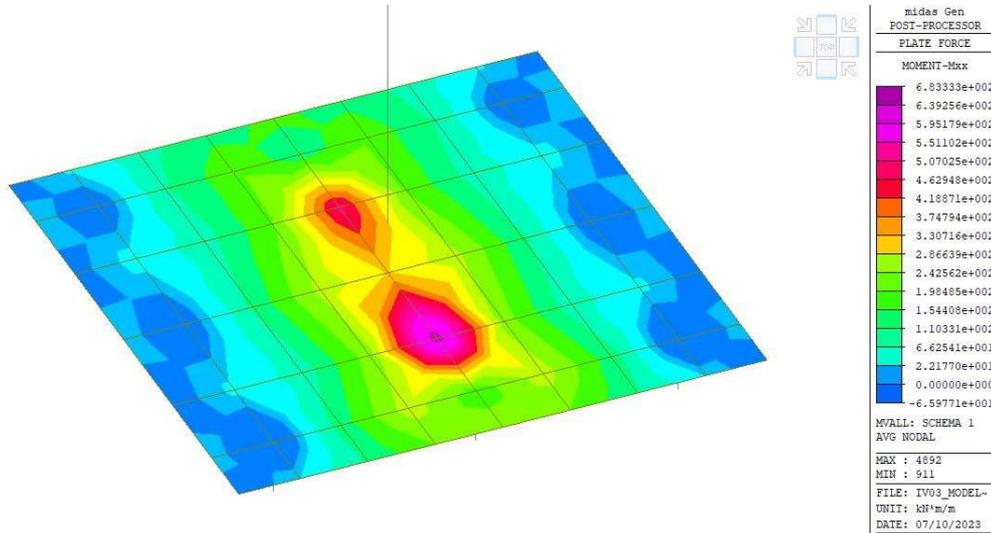
*Figura 60 – Plinto fondazione taglio trasversale Vxx G1*



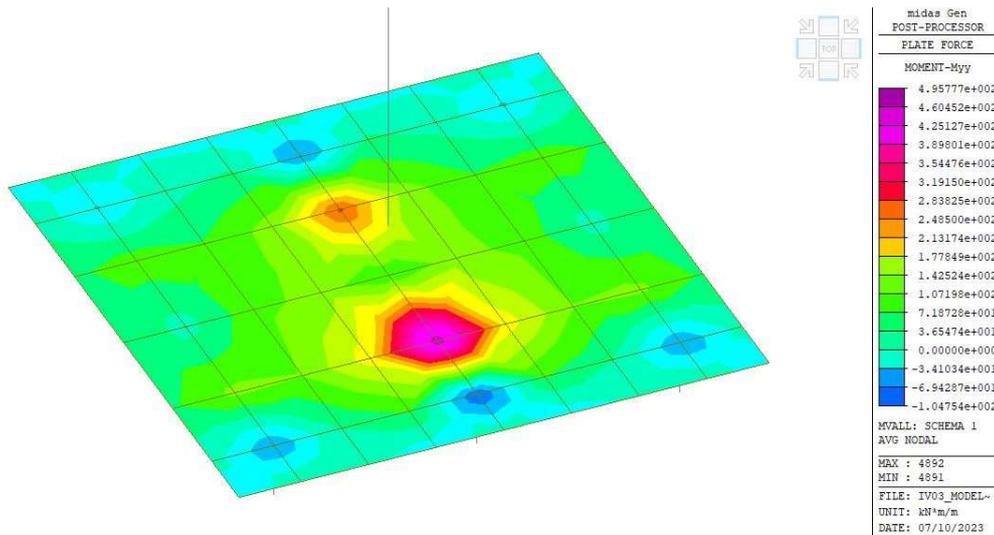
*Figura 61 – Plinto fondazione taglio trasversale Vyy G1*

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>48</b>

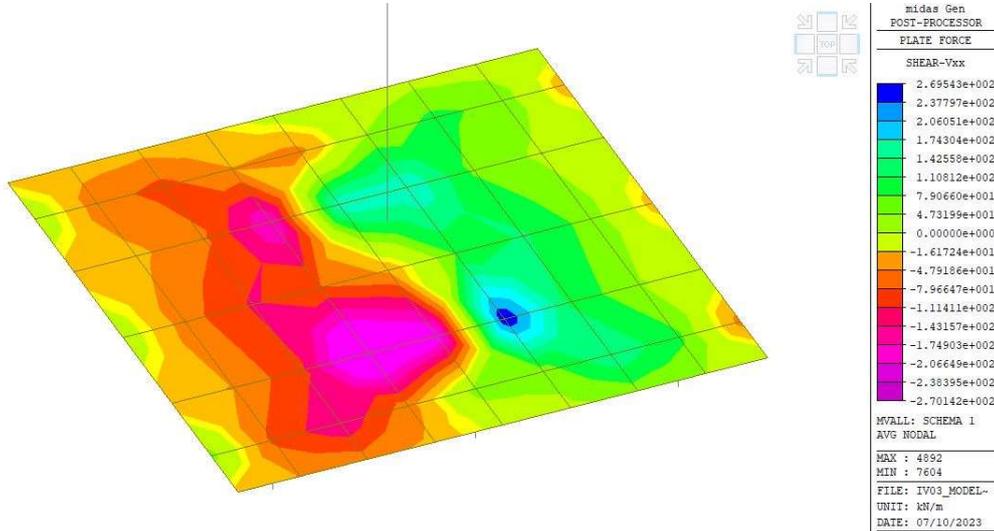


*Figura 62 – Plinto fondazione momento longitudinale Mxx mobili*

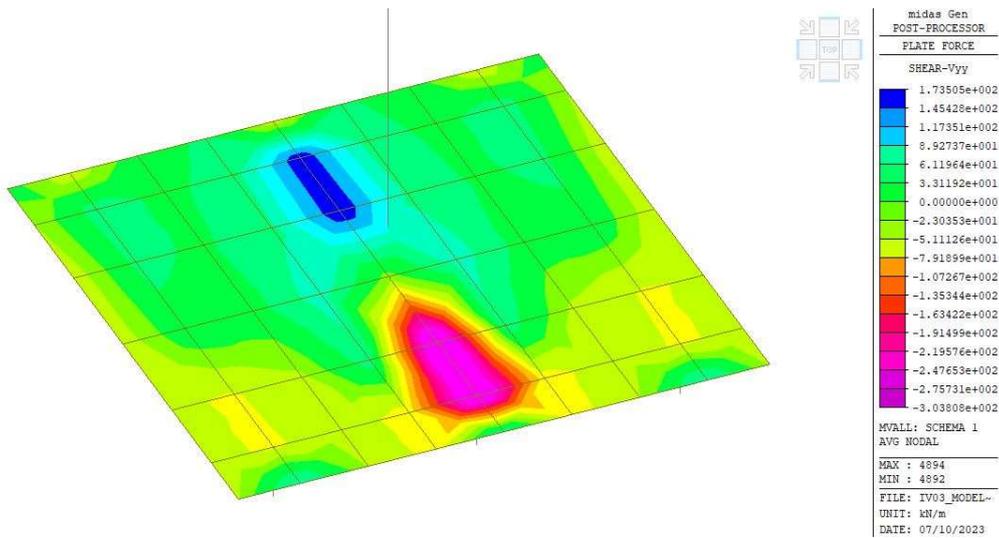


*Figura 63 – Plinto fondazione momento trasversale Myy mobili*

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>49</b>



*Figura 64 – Plinto fondazione taglio trasversale Vxx mobili*



*Figura 65 – Plinto fondazione taglio trasversale Vyy mobili*

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	50

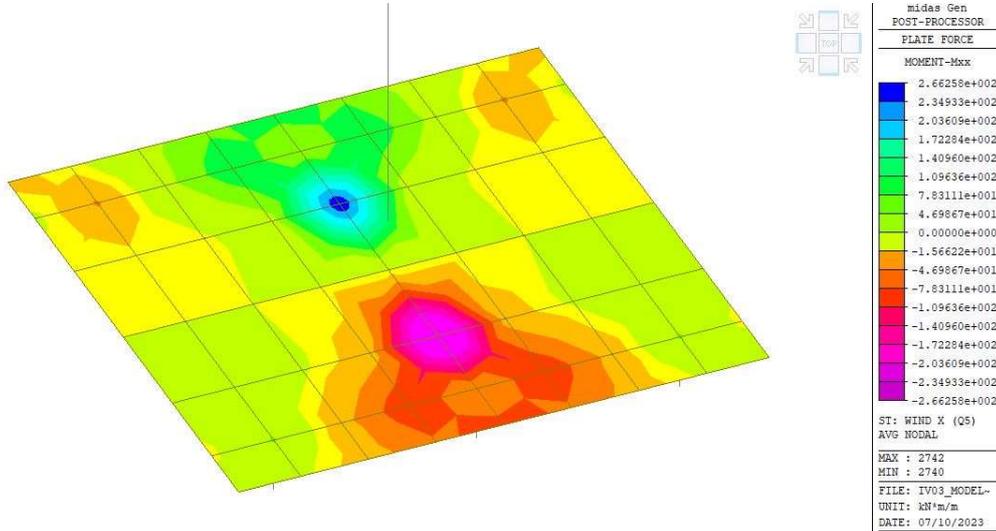


Figura 66 – Plinto fondazione momento longitudinale Mxx vento

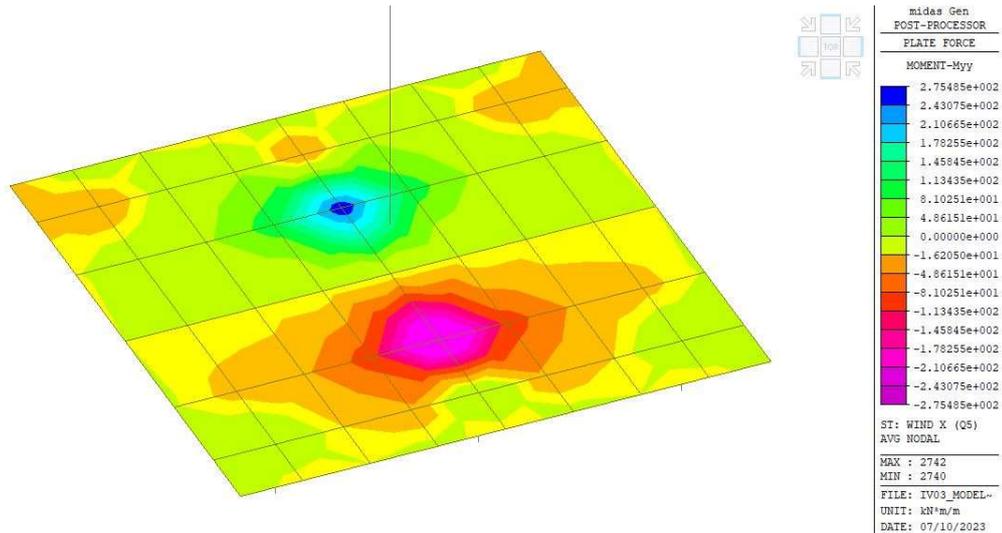


Figura 67 – Plinto fondazione momento trasversale Myy vento

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	51

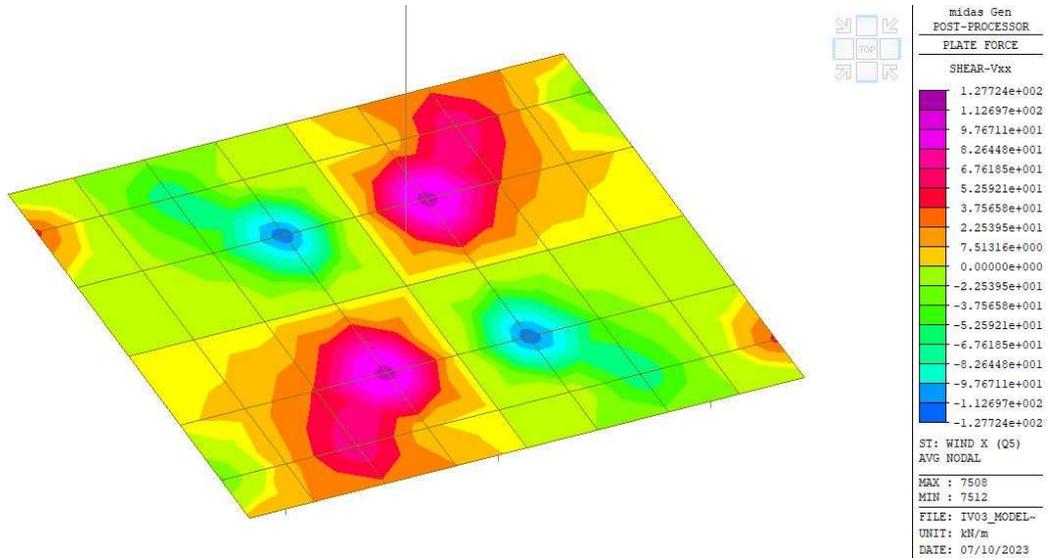


Figura 68 – Plinto fondazione taglio trasversale Vxx vento

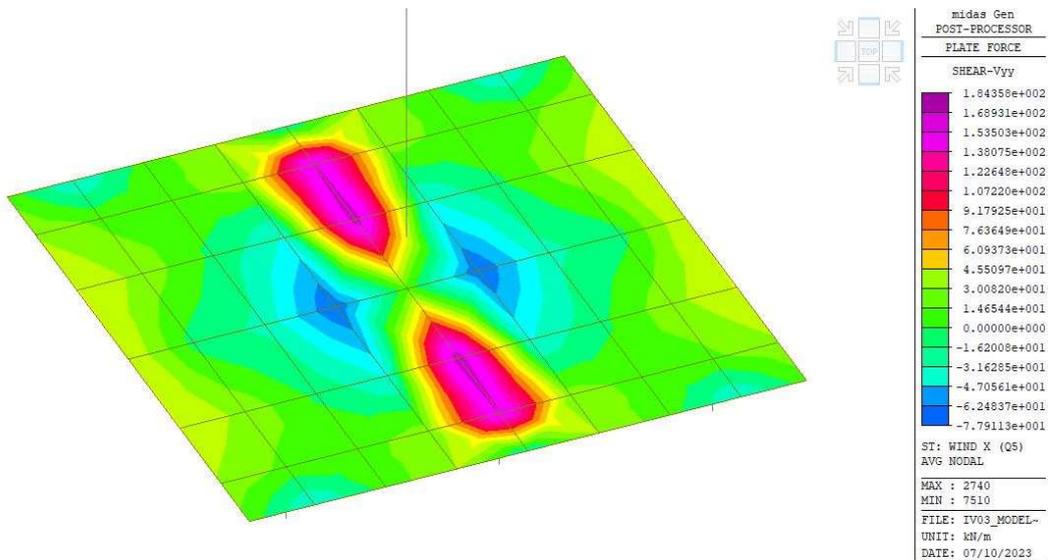


Figura 69 – Plinto fondazione taglio trasversale Vyy vento

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	52

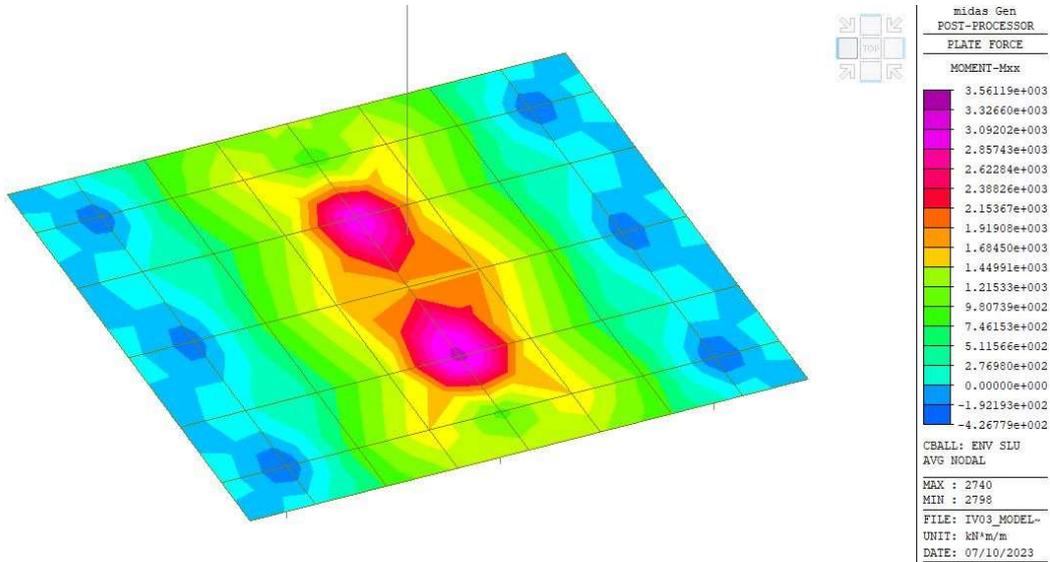


Figura 70 – Plinto fondazione momento longitudinale  $M_{xx}$  ENV SLU

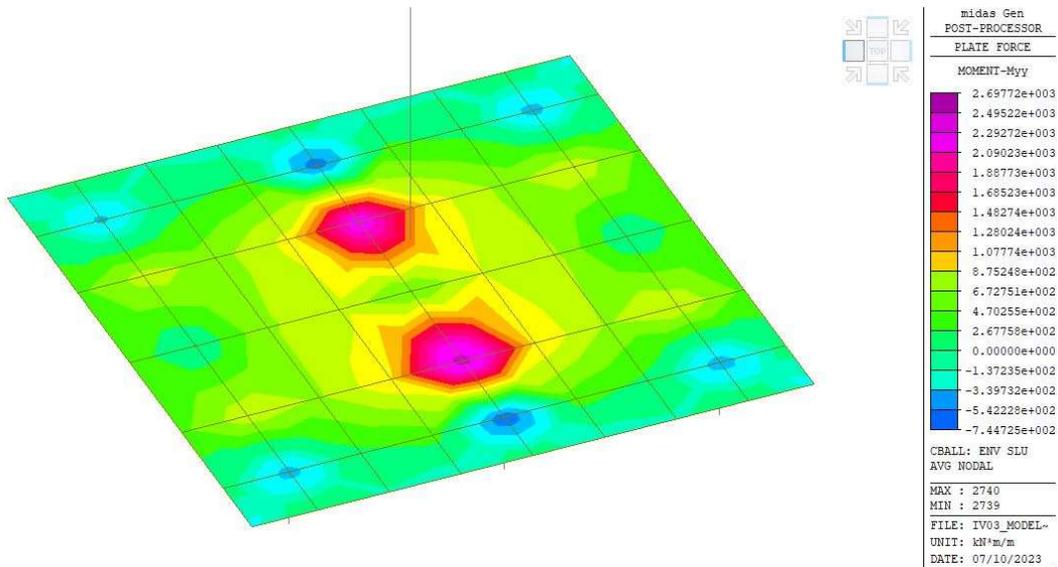


Figura 71 – Plinto fondazione momento trasversale  $M_{yy}$  ENV SLU

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

### 10.3 DEFORMATE

Si riportano di seguito le deformate per le condizioni di carico elementari

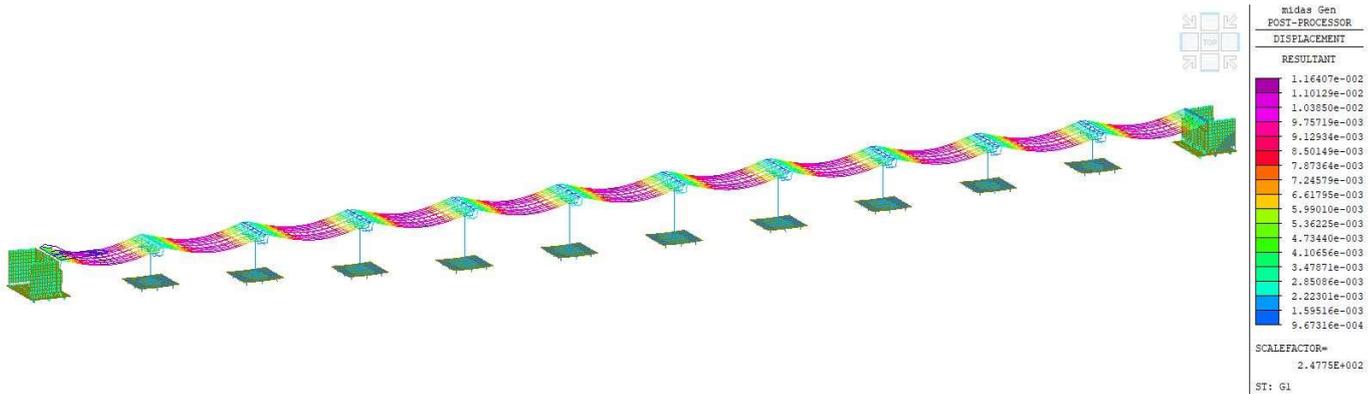


Figura 72 – Deformata G1

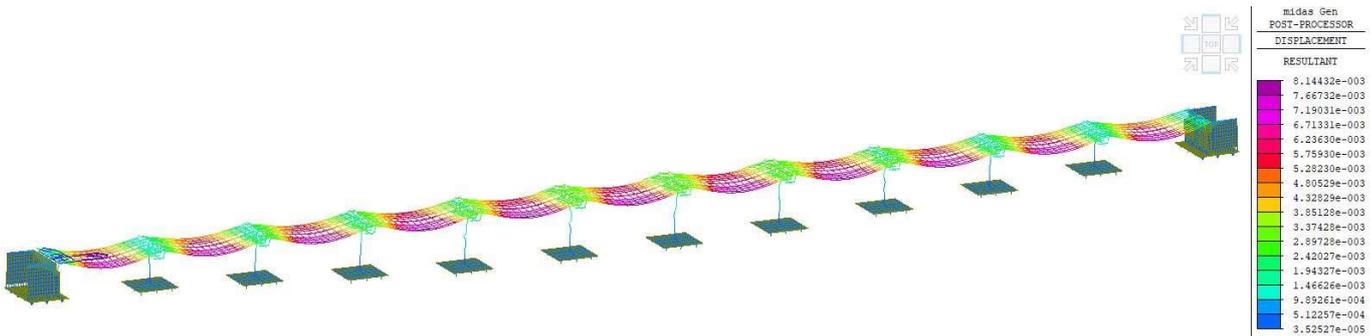


Figura 73 – Deformata carichi mobili

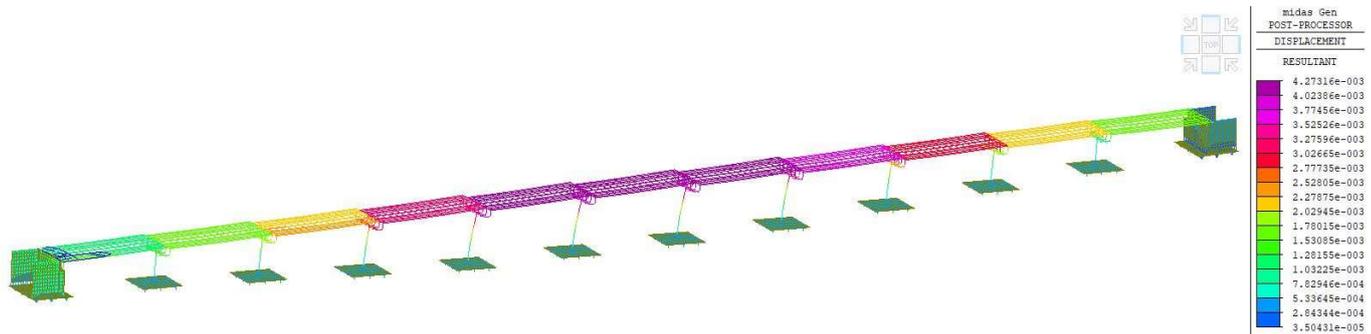


Figura 74 – Deformata frenamento

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>54</b>

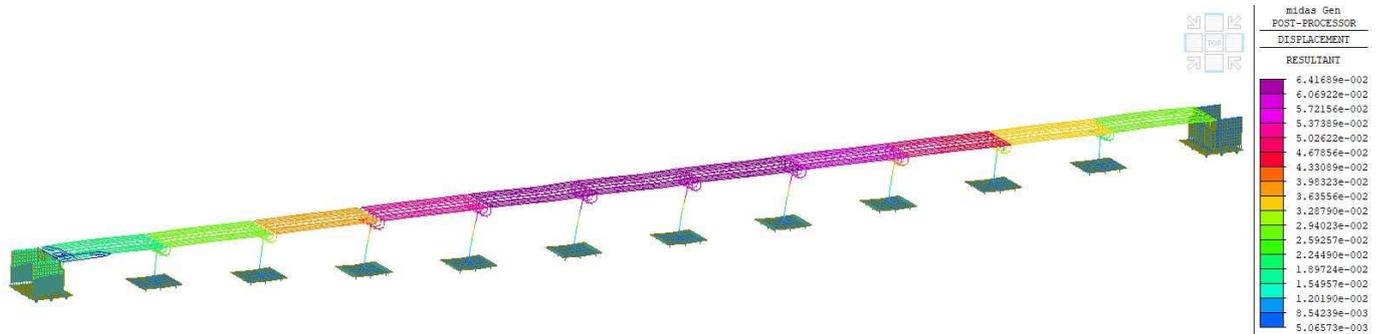


Figura 75 – Deformata Sisma x

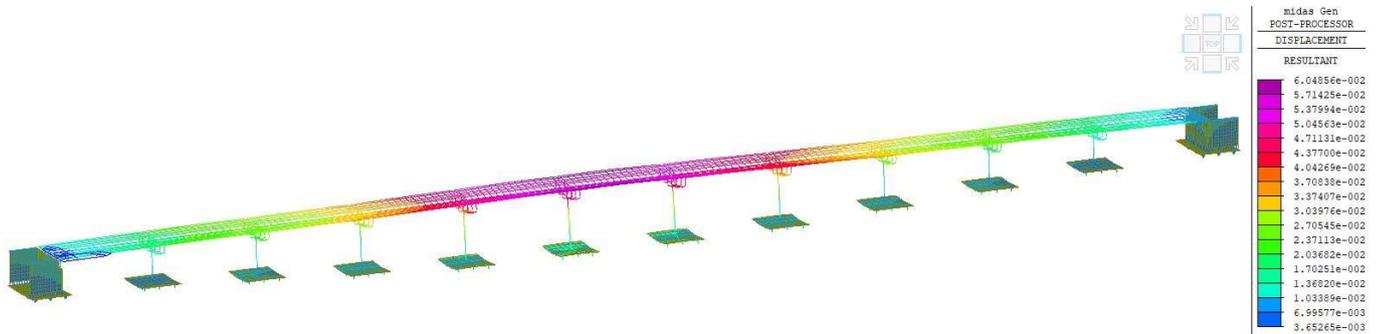


Figura 76 – Deformata sisma y

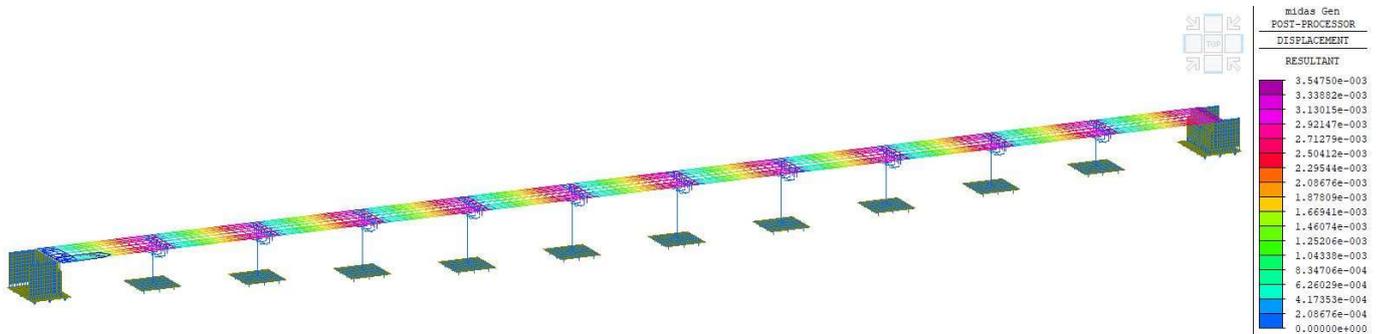


Figura 77 – Deformata termica uniforme

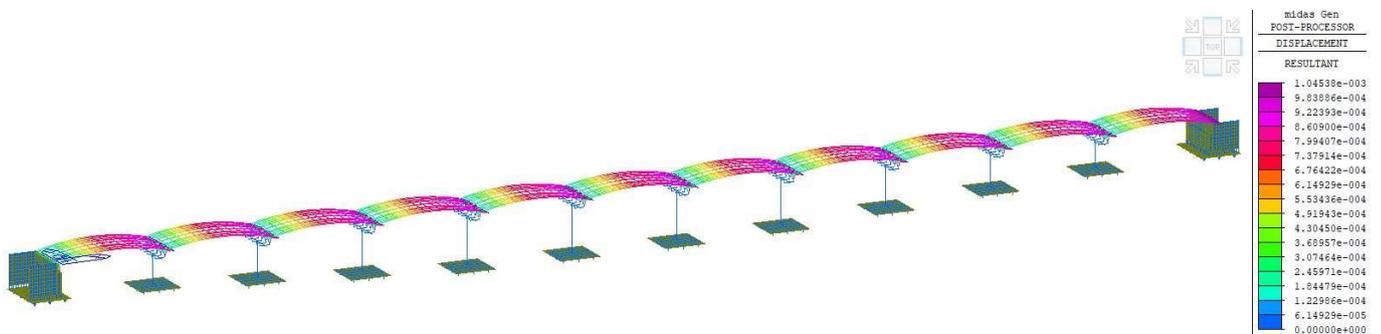
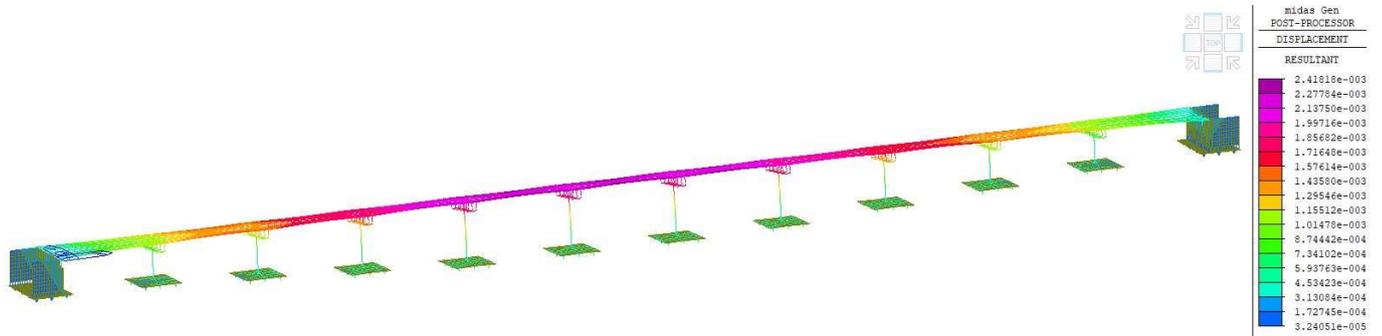


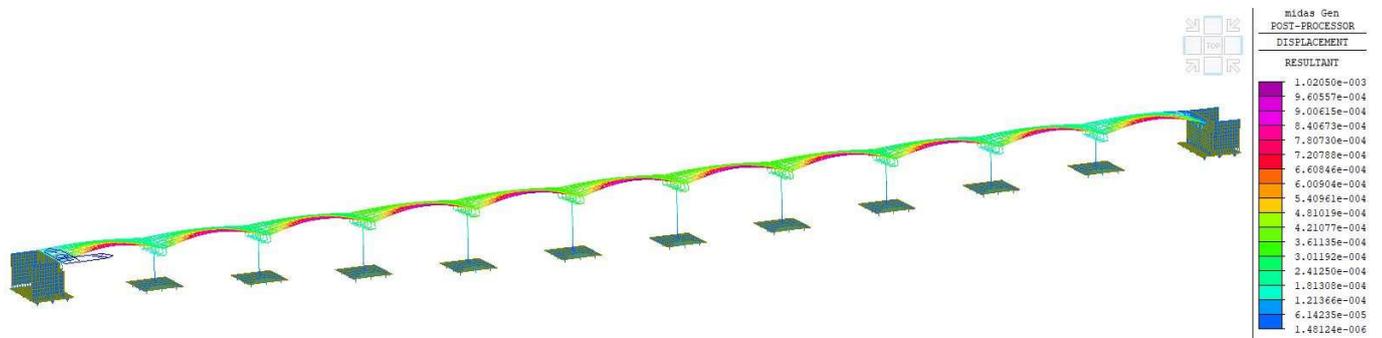
Figura 78 – Deformata termica differenziale

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>55</b>



*Figura 79 – Deformata vento x*



*Figura 80 – Deformata vento z*

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	56

## 11. GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Sono state effettuati alcuni controlli speditivi sui risultati delle analisi al fine di accertare l'affidabilità dei risultati.

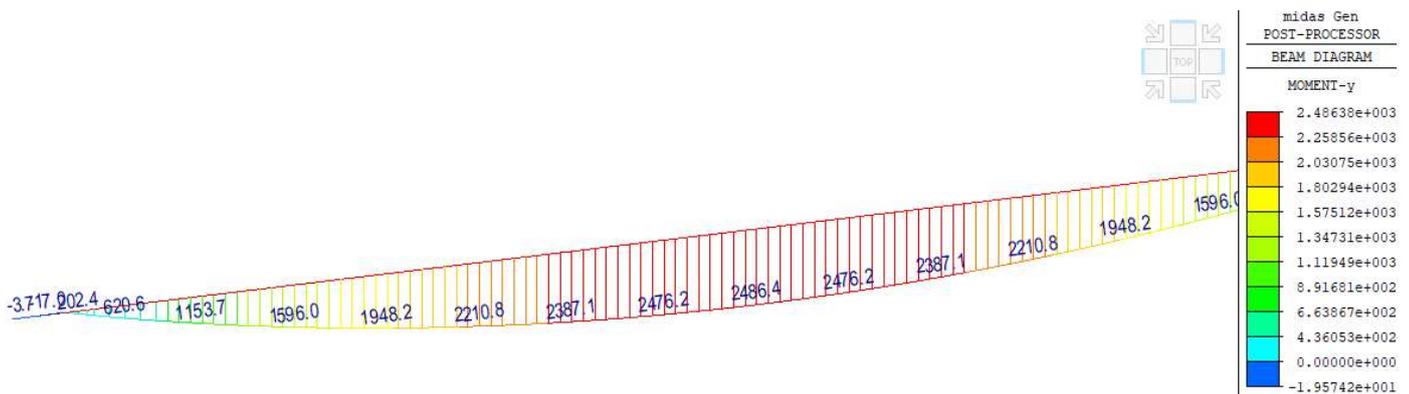
*Controllo 1: Sollecitazioni su travi per effetto del peso proprio G1*

La sezione tipo della singola trave in c.a.p. ha un'area di 0.7m<sup>2</sup> a cui corrisponde un carico di qtr=17.5kN/m. A tale peso si aggiunge quello della soletta. Sulla trave di bordo grava approssimativamente una fascia di soletta di larghezza 3.1m a cui si può attribuire uno spessore medio di 0.3m: si ha quindi un carico qsol=23.25kN/m.

Considerando la luce teorica tra gli appoggi pari a 22.8m si ha un momento flettente pari a:

$$M_{G1,check} = (17.5+23.25)*22.8^2/8=2647kNm$$

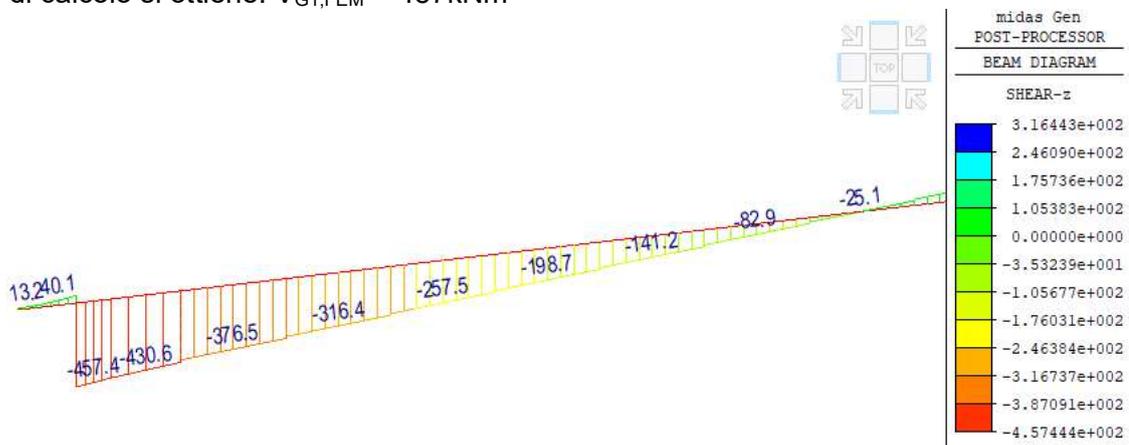
Dal modello di calcolo, nel quale esistono gli effetti di ripartizione trasversale per effetto della presenza delle fasce di soletta e dei traversi intermedi, si ottiene:  $M_{G1,FEM} = 2486kNm$



Dunque il momento calcolato in modo speditivo risulta superiore solo del 6.5%; pertanto tale risultato appare accettabile.

Il massimo taglio agente calcolato manualmente risulta:  $V_{G1,check} = (17.5+23.25)*22.8/2=465.6kNm$

Dal modello di calcolo si ottiene:  $V_{G1,FEM} = 457kNm$



Si ha quindi una differenza inferiore al 2% che risulta chiaramente accettabile.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B

**Controllo 2: Sollecitazioni su travi per effetto dei carichi da traffico Modello 1**

La trave di bordo ha un'eccentricità rispetto all'asse impalcato di 4m; trascurando le corsie pedonali e lo spazio rimanente, la corsia 1 e la corsia 2 hanno un'eccentricità rispettivamente di 2.75m e -0.25m.

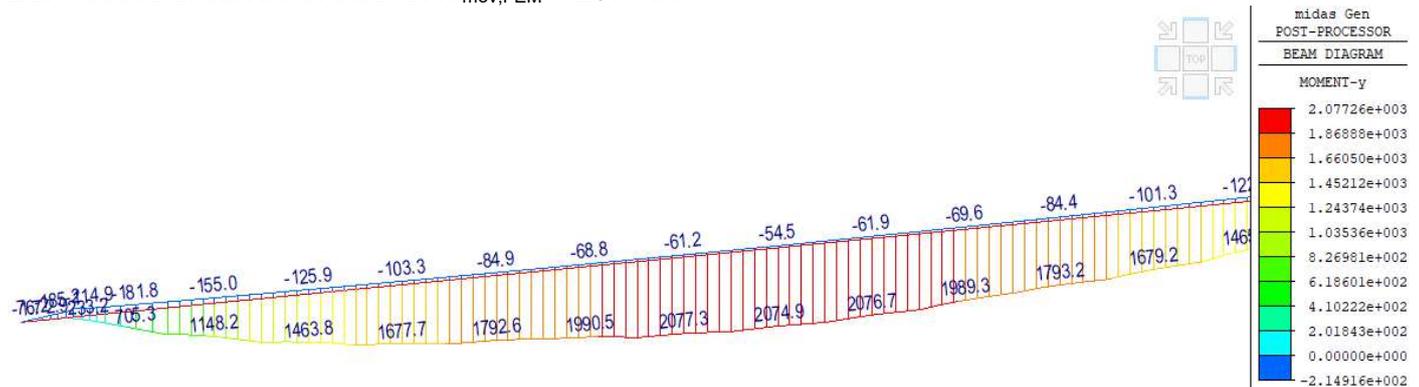
Considerando una ripartizione trasversale alla Courbon, la corsia 1 ha un coefficiente di ripartizione pari a  $r_{1,1}=0.475$  rispetto alla trave 1 mentre la corsia 2 ha un coefficiente di ripartizione  $r_{2,1}=0.175$ .

Considerando i tandem, sulla trave 1 agiranno 2 forze concentrate ciascuna pari a:  $F_{tand}=300*0.475 + 200*0.175=177.5\text{kN}$

Considerando i carichi distribuiti:  $q_{dist}= 27*0.475 + 7.5*0.175 = 14,14\text{kN/m}$

Considerando i carichi distribuiti presenti su tutta la campata e i tandem in mezzeria, il massimo momento flettente risulta:  $M_{mov,check} = 14.14*22.8^2/8 + 177.5*(22.8/2-1.2/2) = 2835\text{kNm}$

Dal modello di calcolo si ottiene:  $M_{mov,FEM} = 2077\text{kNm}$



Il calcolo manuale fornisce un momento massimo più alto del 26% ma, in virtù della presenza di fasce di soletta e traversi, che garantiscono una notevole ripartizione dei carichi, si giudica il risultato accettabile.

Considerando i carichi distribuiti presenti su tutta la campata e i tandem in prossimità dell'appoggio, il massimo taglio risulta:  $V_{mov,check} = 14.14*22.8/2 + 177.5*2 = 516\text{kNm}$

Dal modello di calcolo si ottiene:  $V_{mov,FEM} = 480\text{kNm}$



La differenza tra il calcolo manuale e il calcolo FEM è pari al 7% confermando l'affidabilità del modello. La maggior precisione del taglio è dovuta al fatto che il massimo taglio si attinge quando i tandem sono prossimi all'appoggio e quindi risultano ridotti gli effetti della ripartizione trasversale di soletta e traversi.

**Controllo 3: Sollecitazioni su fusto pila per effetto del peso proprio G1**

IV03- Relazione di calcolo pile	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B

**Controllo 4: Sollecitazioni su fusto pila per effetto dei carichi mobili**

Si considera la Pila 5 che insieme alla P4 e P6 risulta quella più alta (10.5m totali).

In base alle valutazioni effettuate in precedenza, il peso totale di una trave è pari a  $P_{tr}=17.5*25=438\text{kN}$

Considerando 5 travi (e un incremento del 10% per tener conto dei ringrossi sulle testate):  $P_{tr,tot}= 2409\text{kN}$ .

Il peso dei traversi approssimativamente è pari a:  $P_{trav} = 4*4*0.4*1.2*25= 192\text{kN}$

La soletta ha un peso complessivo:  $P_{sol} = 25*12.2*0.3*25=2287\text{kN}$

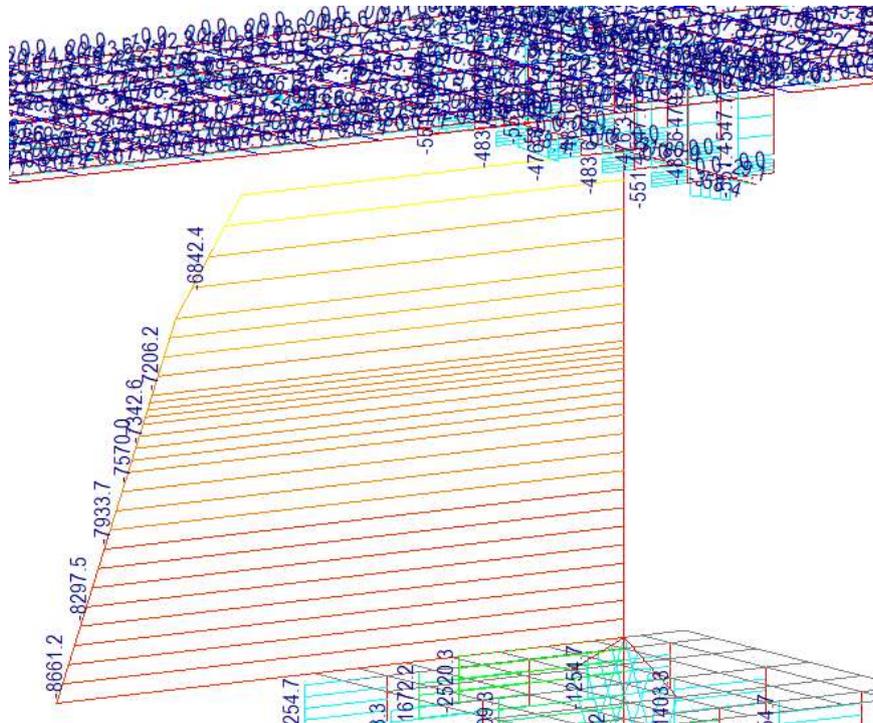
Il pulvino ha un peso pari a:  $P_{pulv} = (3.2*10*1.25+(5+10)*0.5*(2+3.2)*0.5*1.25)*25=1610\text{kN}$

Il fusto pila ha una sezione di  $9.1\text{m}^2$ , da cui  $P_{fusto} = 9.1*25*7.4\text{m} = 1683\text{kN}$

Sommando i contributi si ottiene lo sforzo normale alla base della pila per effetto dei carichi G1:

$$N_{G1,check} = 8181\text{kN}$$

Dal modello di calcolo si ottiene:  $N_{G1,FEM} = 8661\text{kNm}$

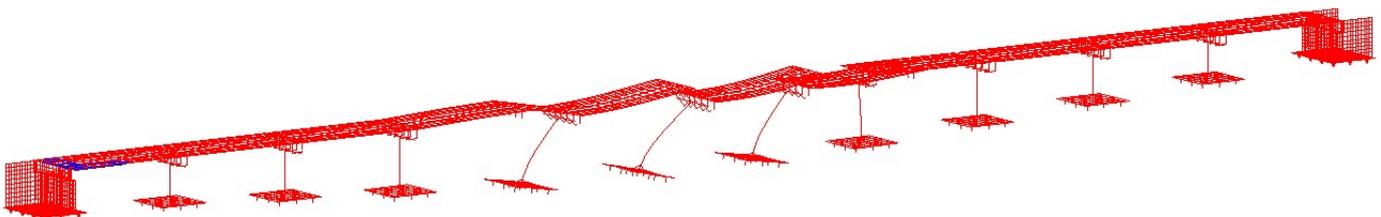


Si ritiene che una differenza pari al 5.5% circa sia certamente accettabile.

**Controllo 5: Controllo risultati analisi modale**

Dall'analisi modale, il primo modo che coinvolge una significativa massa partecipante è il modo 3 che eccita nel dettaglio le pile più alte (4,5,6) ed i relativi impalcati in direzione longitudinale.

Il periodo di oscillazione associato al modo 3 è pari a  $T_{FEM} = 0.56\text{sec}$ .



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>59</b>

Considerando la pila 5 ed equiparandola ad un oscillatore semplice, la massa da prendere in considerazione è costituita da:

- Massa impalcato (una campata);
- Massa pulvino;
- Massa ½ fusto pila (approssimativamente).

Quindi, oltre ai carichi determinati in precedenza è necessario valutare i carichi fissi non strutturali sull'impalcato. Considerando la somma dei carichi associati a pavimentazione, velette, cordoli, barriere, ecc. si ha un carico  $q_{G2}=54\text{kN/m}$  da cui  $G_{2\text{tot}}=25*49=1350\text{kN}$ .

La massa totale è pari a:  $M = (1225 + 8181 - 1683/2)/g = 886\text{ton}$ .

La rigidezza della pila viene valutata come quella di una mensola considerando un'altezza totale pari a quella della pila maggiorata di 1.5m per tener conto dell'altezza a cui è posizionato l'impalcato. (Le caratteristiche del materiale e l'inerzia della sezione sono ricavate dal modello di calcolo).

Rigidezza a flessione:  $K_{\text{flex}} = 3*E*I/h^3 = (3*33000*2.7618*1000^4)/(12000^3) = 158228\text{kN/m}$

Rigidezza tagliente:  $K_{\text{shear}} = X*G*A/H = 1.2*(13750*9.1*10^6)/10500 = 14300000\text{kN/m}$

La rigidezza complessiva equivale a:  $K_{\text{eq}}=156496\text{kN/m}$

Da cui:

$$T = 2*\pi*\text{radq}(M/K) = 0.473\text{sec vs } T_{\text{FEM}} = 0.56\text{sec}$$

Sebbene tra i due risultati ci sia uno scarto del 15% circa, alla luce delle complessità del modello di calcolo (che include platee di fondazione, vincoli elastici, ecc.), quanto ottenuto dal calcolo manuale risulta soddisfacente e conferma i risultati dell'analisi FEM.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>60</b>

## 12. VERIFICA DELLE PILE

### 12.1 VERIFICA PILE A PRESSOFLESSIONE PER AZIONI SLU – SLV

#### 12.1.1 Fusto pila 1

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV.

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- $b = 2.00\text{m}$ ;
- $h = 5.00\text{m}$ ;
- $A_f = \varnothing 26/10\text{cm} + \varnothing 26/10\text{cm}$  (solo su tratti rettilinei)

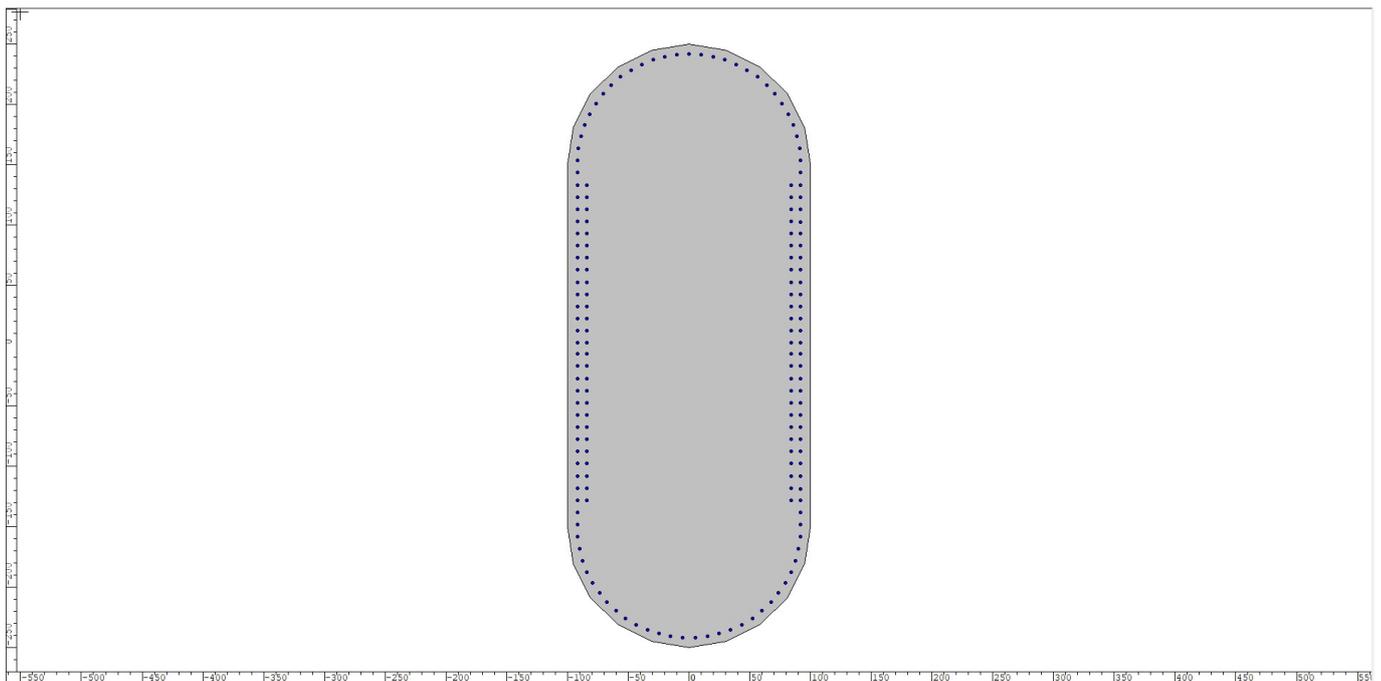


Figura 81 – Sezione trasversale di verifica pila 1

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
510	SLU1(max)	I[331]	-11876	-249	94	394	3024	2150	12.75
510	SLU2(max)	I[331]	-12325	287	94	165	3024	8204	8.44
510	SLU3(max)	I[331]	-8599	-249	94	394	3024	2150	11.99
510	SLU4(max)	I[331]	-9048	287	94	166	3024	8204	8.05
510	SLU5(max)	I[331]	-11884	-260	662	223	5643	-247	7.20
510	SLU6(max)	I[331]	-12333	276	662	-6	5643	5807	6.51
510	SLU7(max)	I[331]	-8607	-260	662	223	5643	-247	6.74
510	SLU8(max)	I[331]	-9056	276	662	-6	5643	5807	6.16
510	SLU9(max)	I[331]	-11876	-249	-94	394	1821	2150	19.46

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>61</b>

510	SLU10(max)	I[331]	-12325	287	-94	165	1821	8204	9.70
510	SLU11(max)	I[331]	-8599	-249	-94	394	1821	2150	18.43
510	SLU12(max)	I[331]	-9048	287	-94	166	1821	8204	9.26
510	SLU13(max)	I[331]	-11884	-260	474	223	4440	-247	9.14
510	SLU14(max)	I[331]	-12333	276	474	-6	4440	5807	7.85
510	SLU15(max)	I[331]	-8607	-260	474	223	4440	-247	8.56
510	SLU16(max)	I[331]	-9056	276	474	-6	4440	5807	7.45
510	SLU17(max)	I[331]	-11734	-437	94	347	2096	-2257	17.22
510	SLU18(max)	I[331]	-12482	456	94	-34	2096	7834	9.80
510	SLU19(max)	I[331]	-8458	-437	94	347	2096	-2257	16.29
510	SLU20(max)	I[331]	-9206	456	94	-34	2096	7834	9.35
510	SLU1(min)	I[331]	-14974	-302	94	-321	-1822	-4795	14.85
510	SLU2(min)	I[331]	-15423	234	94	-550	-1822	1260	22.43
510	SLU3(min)	I[331]	-11698	-302	94	-321	-1822	-4795	14.18
510	SLU4(min)	I[331]	-12146	234	94	-550	-1822	1260	21.30
510	SLU5(min)	I[331]	-13615	-288	662	-167	2653	-3810	13.10
510	SLU6(min)	I[331]	-14064	248	662	-395	2653	2245	14.74
510	SLU7(min)	I[331]	-10338	-288	662	-167	2653	-3810	12.46
510	SLU8(min)	I[331]	-10787	248	662	-395	2653	2245	13.99
510	SLU9(min)	I[331]	-14974	-302	-94	-321	-3025	-4795	11.33
510	SLU10(min)	I[331]	-15423	234	-94	-550	-3025	1260	13.83
510	SLU11(min)	I[331]	-11698	-302	-94	-321	-3025	-4795	10.81
510	SLU12(min)	I[331]	-12146	234	-94	-550	-3025	1260	13.10
510	SLU13(min)	I[331]	-13615	-288	474	-167	1450	-3810	18.33
510	SLU14(min)	I[331]	-14064	248	474	-395	1450	2245	23.51
510	SLU15(min)	I[331]	-10338	-288	474	-167	1450	-3810	17.48
510	SLU16(min)	I[331]	-10787	248	474	-395	1450	2245	22.39
510	SLU17(min)	I[331]	-13465	-465	94	-43	-894	-5820	14.65
510	SLU18(min)	I[331]	-14213	428	94	-424	-894	4271	19.30
510	SLU19(min)	I[331]	-10189	-465	94	-43	-894	-5820	14.02
510	SLU20(min)	I[331]	-10937	428	94	-424	-894	4271	18.46
510	SLU1(all)	I[331]	-14974	-302	94	394	3024	-4795	11.34
510	SLU2(all)	I[331]	-15423	287	94	-550	3024	8204	8.82
510	SLU3(all)	I[331]	-11698	-302	94	394	3024	-4795	10.81
510	SLU4(all)	I[331]	-12146	287	94	-550	3024	8204	8.42
510	SLU5(all)	I[331]	-13615	-288	662	223	5643	-3810	7.06
510	SLU6(all)	I[331]	-14064	276	662	-395	5643	5807	6.69
510	SLU7(all)	I[331]	-10338	-288	662	223	5643	-3810	6.66
510	SLU8(all)	I[331]	-10787	276	662	-395	5643	5807	6.35
510	SLU9(all)	I[331]	-14974	-302	-94	394	-3025	-4795	11.33
510	SLU10(all)	I[331]	-15423	287	-94	-550	-3025	8204	8.82
510	SLU11(all)	I[331]	-11698	-302	-94	394	-3025	-4795	10.81
510	SLU12(all)	I[331]	-12146	287	-94	-550	-3025	8204	8.42
510	SLU13(all)	I[331]	-13615	-288	474	223	4440	-3810	8.74
510	SLU14(all)	I[331]	-14064	276	474	-395	4440	5807	8.06
510	SLU15(all)	I[331]	-10338	-288	474	223	4440	-3810	8.28
510	SLU16(all)	I[331]	-10787	276	474	-395	4440	5807	7.66
510	SLU17(all)	I[331]	-13465	-465	94	347	2096	-5820	12.24
510	SLU18(all)	I[331]	-14213	456	94	-424	2096	7834	10.03
510	SLU19(all)	I[331]	-10189	-465	94	347	2096	-5820	11.68
510	SLU20(all)	I[331]	-10937	456	94	-424	2096	7834	9.59
									<b>6.16</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.16**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
-------	------------	---------	---	------------	-----------	---	----	----	-----

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>62</b>

Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
510	SLV-X1	I[331]	-7746	933	4779	710	29261	7216	1.26
510	SLV-X2	I[331]	-8822	933	-4665	709	-28682	7215	1.31
510	SLV-X3	I[331]	-7746	-933	4779	-709	29261	-7214	1.26
510	SLV-X4	I[331]	-8822	-933	-4665	-710	-28683	-7215	1.31
510	SLV-X5	I[331]	-8881	933	4665	710	28683	7215	1.31
510	SLV-X6	I[331]	-9958	933	-4779	709	-29261	7214	1.32
510	SLV-X7	I[331]	-8881	-933	4665	-709	28682	-7215	1.31
510	SLV-X8	I[331]	-9958	-933	-4779	-710	-29261	-7216	1.32
510	SLV-Y1	I[331]	-8122	3109	1474	2365	8981	24050	2.69
510	SLV-Y2	I[331]	-8123	-3109	1473	-2365	8981	-24050	2.70
510	SLV-Y3	I[331]	-8445	3109	-1360	2365	-8402	24050	2.78
510	SLV-Y4	I[331]	-8446	-3109	-1360	-2365	-8402	-24050	2.79
510	SLV-Y5	I[331]	-9258	3109	1360	2365	8402	24050	2.81
510	SLV-Y6	I[331]	-9258	-3109	1360	-2365	8402	-24050	2.82
510	SLV-Y7	I[331]	-9581	3109	-1473	2365	-8981	24050	2.75
510	SLV-Y8	I[331]	-9581	-3109	-1474	-2365	-8981	-24050	2.76
510	SLV-Z1	I[331]	-6798	933	1606	710	9656	7216	3.61
510	SLV-Z2	I[331]	-10582	932	1227	709	7727	7215	4.71
510	SLV-Z3	I[331]	-7121	-932	-1227	-709	-7727	-7215	4.42
510	SLV-Z4	I[331]	-10905	-933	-1606	-710	-9656	-7216	3.91
									<b>1.26</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo **SLV** restituiscono un coefficiente minimo **C/D = 1.26**

### 12.1.2 Fusto pila 2

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV.

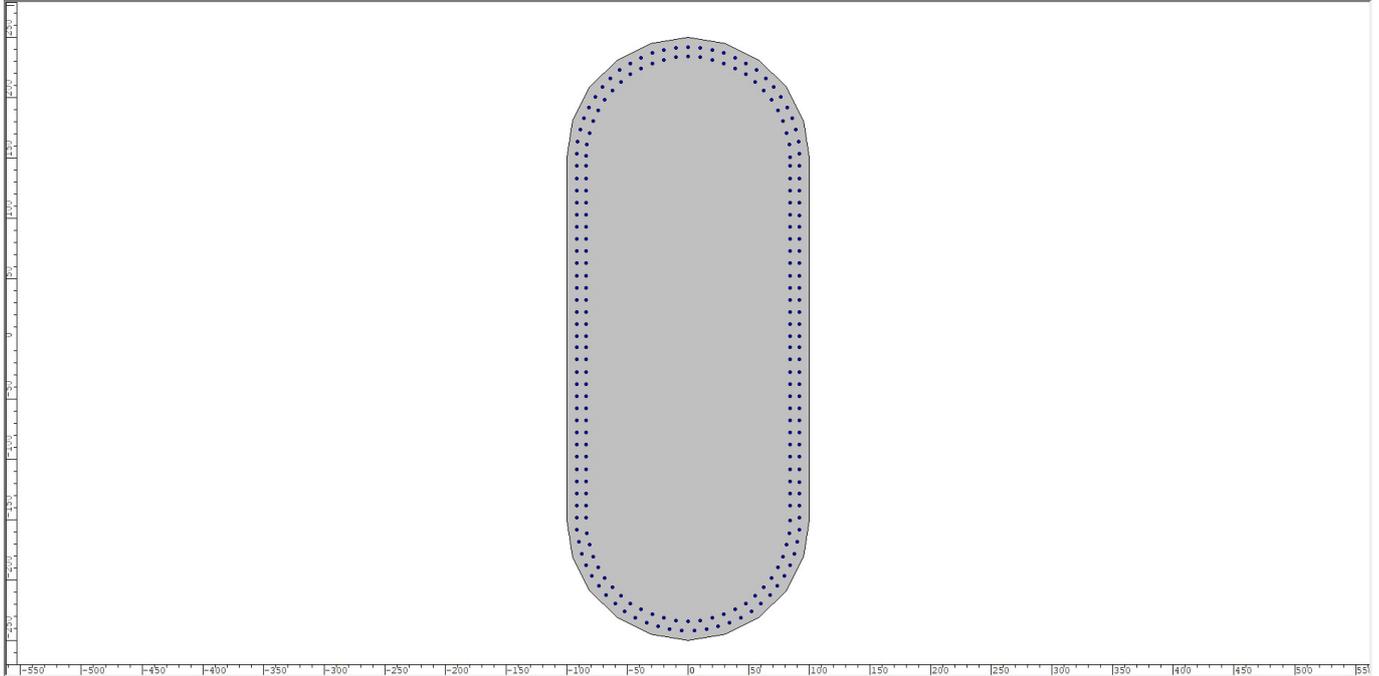
I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- $b = 2.00\text{m}$ ;
- $h = 5.00\text{m}$ ;
- $A_f = \varnothing 26/10\text{cm} + \varnothing 26/10\text{cm}$

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	63



*Figura 82 – Sezione trasversale di verifica pila 2*

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
1047	SLU1(max)	I[686]	-12305	-260	94	423	3156	1746	15.06
1047	SLU2(max)	I[686]	-12754	301	94	207	3156	8935	9.82
1047	SLU3(max)	I[686]	-8917	-260	94	423	3156	1746	14.40
1047	SLU4(max)	I[686]	-9366	301	94	207	3156	8935	9.45
1047	SLU5(max)	I[686]	-12313	-270	662	237	6569	-748	7.53
1047	SLU6(max)	I[686]	-12762	290	662	21	6569	6441	6.90
1047	SLU7(max)	I[686]	-8925	-270	662	237	6569	-748	7.17
1047	SLU8(max)	I[686]	-9374	290	662	21	6569	6441	6.63
1047	SLU9(max)	I[686]	-12305	-260	-94	423	1691	1746	26.39
1047	SLU10(max)	I[686]	-12754	301	-94	207	1691	8935	11.51
1047	SLU11(max)	I[686]	-8917	-260	-94	423	1691	1746	25.35
1047	SLU12(max)	I[686]	-9366	301	-94	207	1691	8935	11.09
1047	SLU13(max)	I[686]	-12313	-270	474	237	5104	-748	9.66
1047	SLU14(max)	I[686]	-12762	290	474	21	5104	6441	8.43
1047	SLU15(max)	I[686]	-8925	-270	474	237	5104	-748	9.21
1047	SLU16(max)	I[686]	-9374	290	474	21	5104	6441	8.09
1047	SLU17(max)	I[686]	-12164	-457	94	353	2228	-3143	18.68
1047	SLU18(max)	I[686]	-12912	477	94	-7	2228	8839	11.04
1047	SLU19(max)	I[686]	-8776	-457	94	353	2228	-3143	17.92
1047	SLU20(max)	I[686]	-9524	477	94	-7	2228	8839	10.63
1047	SLU1(min)	I[686]	-15404	-305	94	-333	-1691	-5441	17.38
1047	SLU2(min)	I[686]	-15853	255	94	-548	-1691	1748	27.44
1047	SLU3(min)	I[686]	-12016	-305	94	-333	-1691	-5441	16.80
1047	SLU4(min)	I[686]	-12465	255	94	-548	-1691	1748	26.44
1047	SLU5(min)	I[686]	-14045	-294	662	-168	3580	-4398	12.27
1047	SLU6(min)	I[686]	-14493	267	662	-384	3580	2791	13.37

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>64</b>

1047	SLU7(min)	I[686]	-10657	-294	662	-168	3580	-4398	11.80
1047	SLU8(min)	I[686]	-11105	267	662	-384	3580	2791	12.83
1047	SLU9(min)	I[686]	-15404	-305	-94	-333	-3156	-5441	12.84
1047	SLU10(min)	I[686]	-15853	255	-94	-548	-3156	1748	15.74
1047	SLU11(min)	I[686]	-12016	-305	-94	-333	-3156	-5441	12.41
1047	SLU12(min)	I[686]	-12465	255	-94	-548	-3156	1748	15.09
1047	SLU13(min)	I[686]	-14045	-294	474	-168	2114	-4398	17.50
1047	SLU14(min)	I[686]	-14493	267	474	-384	2114	2791	20.53
1047	SLU15(min)	I[686]	-10657	-294	474	-168	2114	-4398	16.86
1047	SLU16(min)	I[686]	-11105	267	474	-384	2114	2791	19.74
1047	SLU17(min)	I[686]	-13895	-480	94	-52	-762	-6793	16.23
1047	SLU18(min)	I[686]	-14643	454	94	-411	-762	5189	20.87
1047	SLU19(min)	I[686]	-10507	-480	94	-52	-762	-6793	15.66
1047	SLU20(min)	I[686]	-11255	454	94	-411	-762	5189	20.13
1047	SLU1(all)	I[686]	-15404	-305	94	423	3156	-5441	12.84
1047	SLU2(all)	I[686]	-15853	301	94	-548	3156	8935	10.11
1047	SLU3(all)	I[686]	-12016	-305	94	423	3156	-5441	12.41
1047	SLU4(all)	I[686]	-12465	301	94	-548	3156	8935	9.79
1047	SLU5(all)	I[686]	-14045	-294	662	237	6569	-4398	7.32
1047	SLU6(all)	I[686]	-14493	290	662	-384	6569	6441	7.03
1047	SLU7(all)	I[686]	-10657	-294	662	237	6569	-4398	7.01
1047	SLU8(all)	I[686]	-11105	290	662	-384	6569	6441	6.76
1047	SLU9(all)	I[686]	-15404	-305	-94	423	-3156	-5441	12.84
1047	SLU10(all)	I[686]	-15853	301	-94	-548	-3156	8935	10.11
1047	SLU11(all)	I[686]	-12016	-305	-94	423	-3156	-5441	12.41
1047	SLU12(all)	I[686]	-12465	301	-94	-548	-3156	8935	9.79
1047	SLU13(all)	I[686]	-14045	-294	474	237	5104	-4398	9.22
1047	SLU14(all)	I[686]	-14493	290	474	-384	5104	6441	8.59
1047	SLU15(all)	I[686]	-10657	-294	474	237	5104	-4398	8.86
1047	SLU16(all)	I[686]	-11105	290	474	-384	5104	6441	8.26
1047	SLU17(all)	I[686]	-13895	-480	94	353	2228	-6793	13.48
1047	SLU18(all)	I[686]	-14643	477	94	-411	2228	8839	11.25
1047	SLU19(all)	I[686]	-10507	-480	94	353	2228	-6793	12.98
1047	SLU20(all)	I[686]	-11255	477	94	-411	2228	8839	10.84
									<b>6.63</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.63**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
1047	SLV-X1	I[686]	-7902	1181	4739	883	35123	10754	1.30
1047	SLV-X2	I[686]	-9168	1181	-4655	883	-34604	10753	1.34
1047	SLV-X3	I[686]	-7902	-1181	4739	-883	35123	-10753	1.30
1047	SLV-X4	I[686]	-9168	-1181	-4655	-883	-34604	-10753	1.34
1047	SLV-X5	I[686]	-9171	1181	4655	883	34604	10753	1.34
1047	SLV-X6	I[686]	-10438	1181	-4739	883	-35123	10753	1.35
1047	SLV-X7	I[686]	-9172	-1181	4655	-883	34604	-10753	1.34
1047	SLV-X8	I[686]	-10438	-1181	-4739	-883	-35123	-10754	1.35
1047	SLV-Y1	I[686]	-8345	3937	1451	2943	10719	35844	2.47
1047	SLV-Y2	I[686]	-8345	-3937	1451	-2943	10719	-35844	2.48
1047	SLV-Y3	I[686]	-8725	3937	-1367	2943	-10200	35844	2.52
1047	SLV-Y4	I[686]	-8725	-3937	-1367	-2943	-10200	-35844	2.53
1047	SLV-Y5	I[686]	-9614	3937	1367	2943	10200	35844	2.54
1047	SLV-Y6	I[686]	-9615	-3937	1367	-2943	10200	-35844	2.55
1047	SLV-Y7	I[686]	-9994	3937	-1451	2943	-10719	35844	2.52

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	65

1047	SLV-Y8	I[686]	-9995	-3937	-1451	-2943	-10719	-35844	2.53
1047	SLV-Z1	I[686]	-6864	1181	1549	883	11324	10754	3.75
1047	SLV-Z2	I[686]	-11095	1181	1269	883	9594	10753	4.51
1047	SLV-Z3	I[686]	-7244	-1181	-1269	-883	-9594	-10753	4.31
1047	SLV-Z4	I[686]	-11475	-1181	-1549	-883	-11324	-10754	3.97
									<b>1.30</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo **SLV** restituiscono un coefficiente minimo **C/D =1.30**

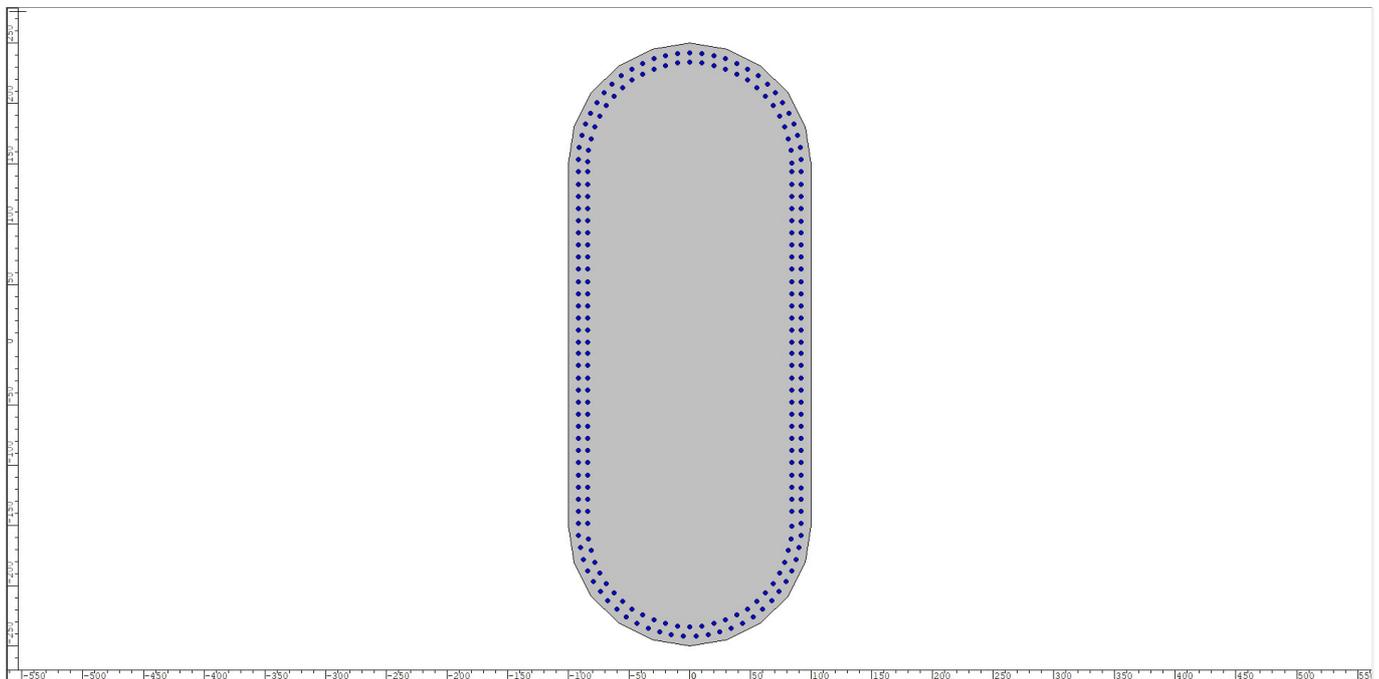
### 12.1.3 Fusto pila 3

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV.

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2.

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- $b = 2.00\text{m}$ ;
- $h = 5.00\text{m}$ ;
- $A_f = \varnothing 30/10\text{cm} + \varnothing 30/10\text{cm}$



*Figura 83 – Sezione trasversale di verifica pila 3*

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
1584	SLU1(max)	I[1041]	-12796	-261	94	437	3307	1264	18.34
1584	SLU2(max)	I[1041]	-13245	304	94	233	3307	9340	11.45
1584	SLU3(max)	I[1041]	-9281	-261	94	437	3307	1264	17.68

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>66</b>

1584	SLU4(max)	I[1041]	-9729	304	94	233	3307	9340	11.19
1584	SLU5(max)	I[1041]	-12804	-272	662	244	7628	-1219	8.13
1584	SLU6(max)	I[1041]	-13253	293	662	40	7628	6856	7.49
1584	SLU7(max)	I[1041]	-9289	-272	662	244	7628	-1219	7.82
1584	SLU8(max)	I[1041]	-9738	293	662	40	7628	6856	7.26
1584	SLU9(max)	I[1041]	-12796	-261	-94	437	1540	1264	37.52
1584	SLU10(max)	I[1041]	-13245	304	-94	233	1540	9340	13.79
1584	SLU11(max)	I[1041]	-9281	-261	-94	437	1540	1264	36.33
1584	SLU12(max)	I[1041]	-9729	304	-94	233	1540	9340	13.38
1584	SLU13(max)	I[1041]	-12804	-272	474	244	5862	-1219	10.52
1584	SLU14(max)	I[1041]	-13253	293	474	40	5862	6856	9.24
1584	SLU15(max)	I[1041]	-9289	-272	474	244	5862	-1219	10.14
1584	SLU16(max)	I[1041]	-9738	293	474	40	5862	6856	8.97
1584	SLU17(max)	I[1041]	-12655	-460	94	354	2378	-3910	20.66
1584	SLU18(max)	I[1041]	-13403	481	94	14	2378	9549	12.53
1584	SLU19(max)	I[1041]	-9140	-460	94	354	2378	-3910	20.14
1584	SLU20(max)	I[1041]	-9887	481	94	14	2378	9549	12.21
1584	SLU1(min)	I[1041]	-15895	-309	94	-335	-1540	-5880	20.47
1584	SLU2(min)	I[1041]	-16344	256	94	-539	-1540	2196	34.32
1584	SLU3(min)	I[1041]	-12380	-309	94	-335	-1540	-5880	20.01
1584	SLU4(min)	I[1041]	-12828	256	94	-539	-1540	2196	33.41
1584	SLU5(min)	I[1041]	-14536	-297	662	-166	4639	-4838	12.10
1584	SLU6(min)	I[1041]	-14984	268	662	-371	4639	3238	12.95
1584	SLU7(min)	I[1041]	-11020	-297	662	-166	4639	-4838	11.74
1584	SLU8(min)	I[1041]	-11469	268	662	-371	4639	3238	12.52
1584	SLU9(min)	I[1041]	-15895	-309	-94	-335	-3307	-5880	14.73
1584	SLU10(min)	I[1041]	-16344	256	-94	-539	-3307	2196	18.47
1584	SLU11(min)	I[1041]	-12380	-309	-94	-335	-3307	-5880	14.37
1584	SLU12(min)	I[1041]	-12828	256	-94	-539	-3307	2196	17.85
1584	SLU13(min)	I[1041]	-14536	-297	474	-166	2872	-4838	17.18
1584	SLU14(min)	I[1041]	-14984	268	474	-371	2872	3238	19.28
1584	SLU15(min)	I[1041]	-11020	-297	474	-166	2872	-4838	16.75
1584	SLU16(min)	I[1041]	-11469	268	474	-371	2872	3238	18.73
1584	SLU17(min)	I[1041]	-14386	-485	94	-56	-612	-7529	18.18
1584	SLU18(min)	I[1041]	-15134	456	94	-397	-612	5931	22.91
1584	SLU19(min)	I[1041]	-10871	-485	94	-56	-612	-7529	17.65
1584	SLU20(min)	I[1041]	-11619	456	94	-397	-612	5931	22.23
1584	SLU1(all)	I[1041]	-15895	-309	94	437	3307	-5880	14.73
1584	SLU2(all)	I[1041]	-16344	304	94	-539	3307	9340	11.69
1584	SLU3(all)	I[1041]	-12380	-309	94	437	3307	-5880	14.37
1584	SLU4(all)	I[1041]	-12828	304	94	-539	3307	9340	11.42
1584	SLU5(all)	I[1041]	-14536	-297	662	244	7628	-4838	7.89
1584	SLU6(all)	I[1041]	-14984	293	662	-371	7628	6856	7.60
1584	SLU7(all)	I[1041]	-11020	-297	662	244	7628	-4838	7.62
1584	SLU8(all)	I[1041]	-11469	293	662	-371	7628	6856	7.37
1584	SLU9(all)	I[1041]	-15895	-309	-94	437	-3307	-5880	14.73
1584	SLU10(all)	I[1041]	-16344	304	-94	-539	-3307	9340	11.69
1584	SLU11(all)	I[1041]	-12380	-309	-94	437	-3307	-5880	14.37
1584	SLU12(all)	I[1041]	-12828	304	-94	-539	-3307	9340	11.42
1584	SLU13(all)	I[1041]	-14536	-297	474	244	5862	-4838	10.01
1584	SLU14(all)	I[1041]	-14984	293	474	-371	5862	6856	9.37
1584	SLU15(all)	I[1041]	-11020	-297	474	244	5862	-4838	9.70
1584	SLU16(all)	I[1041]	-11469	293	474	-371	5862	6856	9.10
1584	SLU17(all)	I[1041]	-14386	-485	94	354	2378	-7529	14.96
1584	SLU18(all)	I[1041]	-15134	481	94	-397	2378	9549	12.67
1584	SLU19(all)	I[1041]	-10871	-485	94	354	2378	-7529	14.62

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
			<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	67

1584	SLU20(all)	I[1041]	-11619	481	94	-397	2378	9549	12.38
									<b>7.26</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D = 7.26**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
1584	SLV-X1	I[1041]	-8329	1274	4788	1145	42607	13395	1.37
1584	SLV-X2	I[1041]	-9442	1274	-4722	1145	-42174	13395	1.40
1584	SLV-X3	I[1041]	-8329	-1274	4788	-1145	42607	-13395	1.37
1584	SLV-X4	I[1041]	-9443	-1274	-4722	-1145	-42174	-13395	1.40
1584	SLV-X5	I[1041]	-9625	1274	4722	1145	42174	13395	1.40
1584	SLV-X6	I[1041]	-10739	1274	-4788	1145	-42607	13395	1.40
1584	SLV-X7	I[1041]	-9625	-1274	4722	-1145	42174	-13395	1.40
1584	SLV-X8	I[1041]	-10739	-1274	-4788	-1145	-42607	-13395	1.40
1584	SLV-Y1	I[1041]	-8718	4247	1459	3817	12934	44650	2.49
1584	SLV-Y2	I[1041]	-8719	-4247	1459	-3817	12934	-44650	2.50
1584	SLV-Y3	I[1041]	-9052	4247	-1393	3817	-12501	44650	2.52
1584	SLV-Y4	I[1041]	-9053	-4247	-1394	-3817	-12501	-44650	2.53
1584	SLV-Y5	I[1041]	-10015	4247	1394	3817	12501	44650	2.54
1584	SLV-Y6	I[1041]	-10015	-4247	1393	-3817	12501	-44650	2.55
1584	SLV-Y7	I[1041]	-10349	4247	-1459	3817	-12934	44650	2.52
1584	SLV-Y8	I[1041]	-10349	-4247	-1459	-3817	-12934	-44650	2.53
1584	SLV-Z1	I[1041]	-7206	1274	1536	1145	13439	13396	3.95
1584	SLV-Z2	I[1041]	-11527	1274	1317	1145	11995	13395	4.50
1584	SLV-Z3	I[1041]	-7540	-1274	-1317	-1145	-11995	-13395	4.34
1584	SLV-Z4	I[1041]	-11861	-1274	-1536	-1145	-13439	-13396	4.12
									<b>1.37</b>

**Le verifiche in condizioni Sismiche allo SLV restituiscono un coefficiente minimo C/D = 1.37**

#### 12.1.4 Fusto pila 4

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU.

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- b = 2.00m;
- h= 5.00m;
- Af = Ø30/10cm + Ø30/10cm

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>68</b>

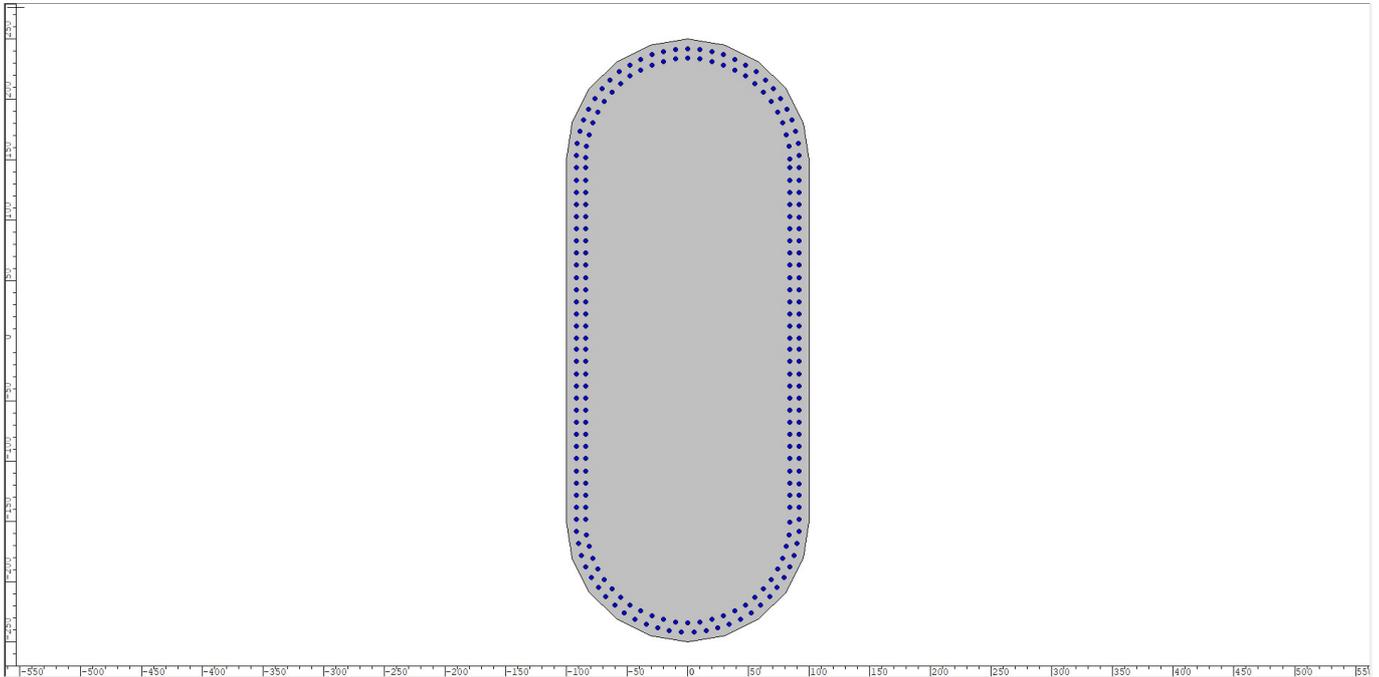


Figura 84 – Sezione trasversale di verifica pila 4

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
2122	SLU1(max)	I[1397]	-13226	-261	94	397	3438	856	17.94
2122	SLU2(max)	I[1397]	-13674	304	94	294	3438	9638	11.10
2122	SLU3(max)	I[1397]	-9599	-261	94	397	3438	856	17.27
2122	SLU4(max)	I[1397]	-10048	304	94	294	3438	9638	10.83
2122	SLU5(max)	I[1397]	-13234	-272	662	202	8555	-1607	7.26
2122	SLU6(max)	I[1397]	-13683	293	662	99	8555	7176	6.78
2122	SLU7(max)	I[1397]	-9607	-272	662	202	8555	-1607	6.98
2122	SLU8(max)	I[1397]	-10056	293	662	99	8555	7176	6.57
2122	SLU9(max)	I[1397]	-13226	-261	-94	397	1409	856	42.30
2122	SLU10(max)	I[1397]	-13674	304	-94	294	1409	9638	13.58
2122	SLU11(max)	I[1397]	-9599	-261	-94	397	1409	856	40.78
2122	SLU12(max)	I[1397]	-10048	304	-94	294	1409	9638	13.16
2122	SLU13(max)	I[1397]	-13234	-272	474	202	6525	-1607	9.46
2122	SLU14(max)	I[1397]	-13683	293	474	99	6525	7176	8.44
2122	SLU15(max)	I[1397]	-9607	-272	474	202	6525	-1607	9.10
2122	SLU16(max)	I[1397]	-10056	293	474	99	6525	7176	8.19
2122	SLU17(max)	I[1397]	-13085	-460	94	277	2510	-4533	18.91
2122	SLU18(max)	I[1397]	-13832	482	94	105	2510	10104	11.89
2122	SLU19(max)	I[1397]	-9458	-460	94	277	2510	-4533	18.42
2122	SLU20(max)	I[1397]	-10206	482	94	105	2510	10104	11.58
2122	SLU1(min)	I[1397]	-16325	-310	94	-358	-1409	-6220	20.11
2122	SLU2(min)	I[1397]	-16774	256	94	-461	-1409	2562	34.44
2122	SLU3(min)	I[1397]	-12698	-310	94	-358	-1409	-6220	19.65
2122	SLU4(min)	I[1397]	-13147	256	94	-461	-1409	2562	33.58
2122	SLU5(min)	I[1397]	-14965	-298	662	-200	5565	-5185	10.35
2122	SLU6(min)	I[1397]	-15414	268	662	-303	5565	3598	10.89
2122	SLU7(min)	I[1397]	-11339	-298	662	-200	5565	-5185	10.03

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

2122	SLU8(min)	I[1397]	-11787	268	662	-303	5565	3598	10.52
2122	SLU9(min)	I[1397]	-16325	-310	-94	-358	-3438	-6220	14.11
2122	SLU10(min)	I[1397]	-16774	256	-94	-461	-3438	2562	17.69
2122	SLU11(min)	I[1397]	-12698	-310	-94	-358	-3438	-6220	13.75
2122	SLU12(min)	I[1397]	-13147	256	-94	-461	-3438	2562	17.09
2122	SLU13(min)	I[1397]	-14965	-298	474	-200	3536	-5185	14.69
2122	SLU14(min)	I[1397]	-15414	268	474	-303	3536	3598	16.06
2122	SLU15(min)	I[1397]	-11339	-298	474	-200	3536	-5185	14.28
2122	SLU16(min)	I[1397]	-11787	268	474	-303	3536	3598	15.58
2122	SLU17(min)	I[1397]	-14816	-486	94	-125	-480	-8111	17.07
2122	SLU18(min)	I[1397]	-15564	456	94	-297	-480	6526	21.15
2122	SLU19(min)	I[1397]	-11189	-486	94	-125	-480	-8111	16.56
2122	SLU20(min)	I[1397]	-11937	456	94	-297	-480	6526	20.52
2122	SLU1(all)	I[1397]	-16325	-310	94	397	3438	-6220	14.11
2122	SLU2(all)	I[1397]	-16774	304	94	-461	3438	9638	11.33
2122	SLU3(all)	I[1397]	-12698	-310	94	397	3438	-6220	13.76
2122	SLU4(all)	I[1397]	-13147	304	94	-461	3438	9638	11.06
2122	SLU5(all)	I[1397]	-14965	-298	662	202	8555	-5185	7.08
2122	SLU6(all)	I[1397]	-15414	293	662	-303	8555	7176	6.89
2122	SLU7(all)	I[1397]	-11339	-298	662	202	8555	-5185	6.84
2122	SLU8(all)	I[1397]	-11787	293	662	-303	8555	7176	6.67
2122	SLU9(all)	I[1397]	-16325	-310	-94	397	-3438	-6220	14.11
2122	SLU10(all)	I[1397]	-16774	304	-94	-461	-3438	9638	11.33
2122	SLU11(all)	I[1397]	-12698	-310	-94	397	-3438	-6220	13.75
2122	SLU12(all)	I[1397]	-13147	304	-94	-461	-3438	9638	11.06
2122	SLU13(all)	I[1397]	-14965	-298	474	202	6525	-5185	9.08
2122	SLU14(all)	I[1397]	-15414	293	474	-303	6525	7176	8.56
2122	SLU15(all)	I[1397]	-11339	-298	474	202	6525	-5185	8.79
2122	SLU16(all)	I[1397]	-11787	293	474	-303	6525	7176	8.31
2122	SLU17(all)	I[1397]	-14816	-486	94	277	2510	-8111	14.03
2122	SLU18(all)	I[1397]	-15564	482	94	-297	2510	10104	12.02
2122	SLU19(all)	I[1397]	-11189	-486	94	277	2510	-8111	13.70
2122	SLU20(all)	I[1397]	-11937	482	94	-297	2510	10104	11.74
									<b>6.57</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.57**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
2122	SLV-X1	I[1397]	-8712	1557	4543	1024	46132	18134	1.26
2122	SLV-X2	I[1397]	-9672	1556	-4480	1024	-45746	18133	1.28
2122	SLV-X3	I[1397]	-8712	-1556	4543	-1024	46132	-18133	1.26
2122	SLV-X4	I[1397]	-9672	-1556	-4480	-1024	-45746	-18133	1.28
2122	SLV-X5	I[1397]	-10032	1556	4480	1024	45746	18133	1.29
2122	SLV-X6	I[1397]	-10992	1556	-4543	1024	-46132	18133	1.29
2122	SLV-X7	I[1397]	-10032	-1556	4480	-1024	45746	-18133	1.29
2122	SLV-X8	I[1397]	-10992	-1557	-4543	-1024	-46132	-18134	1.29
2122	SLV-Y1	I[1397]	-9048	5188	1385	3413	13975	60445	1.95
2122	SLV-Y2	I[1397]	-9048	-5188	1385	-3413	13975	-60445	1.96
2122	SLV-Y3	I[1397]	-9336	5188	-1322	3413	-13589	60445	1.97
2122	SLV-Y4	I[1397]	-9336	-5188	-1322	-3413	-13589	-60445	1.97
2122	SLV-Y5	I[1397]	-10368	5188	1322	3413	13589	60445	1.98
2122	SLV-Y6	I[1397]	-10368	-5188	1322	-3413	13589	-60445	1.99
2122	SLV-Y7	I[1397]	-10656	5188	-1385	3413	-13975	60445	1.98
2122	SLV-Y8	I[1397]	-10656	-5188	-1385	-3413	-13975	-60445	1.98

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	70

2122	SLV-Z1	I[1397]	-7508	1557	1459	1024	14425	18134	3.51
2122	SLV-Z2	I[1397]	-11908	1556	1248	1024	13138	18133	3.92
2122	SLV-Z3	I[1397]	-7796	-1556	-1248	-1024	-13138	-18133	3.79
2122	SLV-Z4	I[1397]	-12196	-1557	-1459	-1024	-14425	-18134	3.66
									<b>1.26</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo **SLV** restituiscono un coefficiente minimo **C/D =1.26**

Con riferimento alla combinazione eccezionale dovuta all'urto sulla pila

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
2122	ECC-1	I[1397]	-9852	0	-620	0	-2941	0	20.74
2122	ECC-2	I[1397]	-9852	-1964	131	40	1409	-10744	11.95
2122	ECC-3	I[1397]	-9852	0	-881	0	-5759	0	10.59
2122	ECC-4	I[1397]	-9852	-1964	-131	40	-1409	-10744	11.95
									<b>10.59</b>

Le verifiche per combinazione eccezionale restituiscono un coefficiente minimo **C/D =10.59**

### 12.1.5 Fusto pila 5

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV..

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- b = 2.00m;
- h= 5.00m;
- Af = Ø30/10cm + Ø30/10cm

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>71</b>

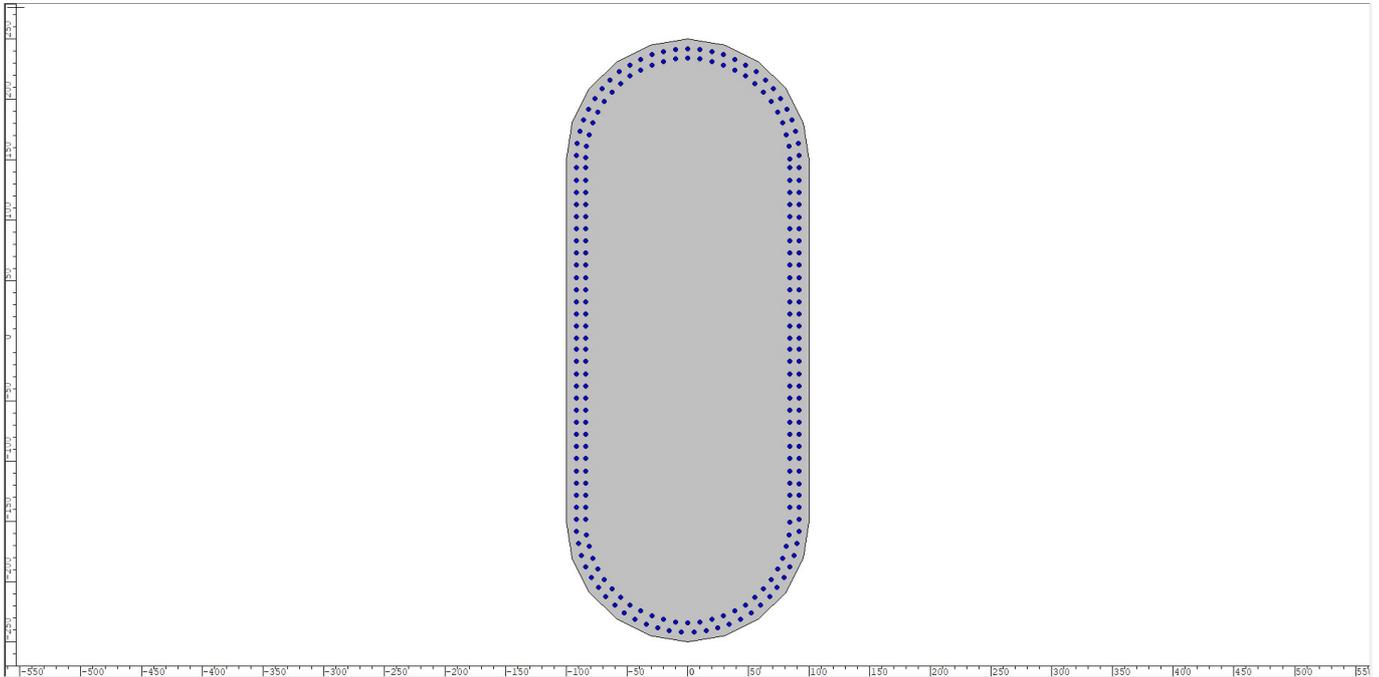


Figura 85 – Sezione trasversale di verifica pila 5

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
2662	SLU1(max)	I[1755]	-13226	-263	94	395	3438	839	17.95
2662	SLU2(max)	I[1755]	-13674	307	94	301	3438	9714	11.05
2662	SLU3(max)	I[1755]	-9599	-263	94	395	3438	839	17.28
2662	SLU4(max)	I[1755]	-10048	307	94	301	3438	9714	10.78
2662	SLU5(max)	I[1755]	-13234	-274	662	198	8555	-1639	7.25
2662	SLU6(max)	I[1755]	-13683	296	662	105	8555	7235	6.77
2662	SLU7(max)	I[1755]	-9607	-274	662	198	8555	-1639	6.98
2662	SLU8(max)	I[1755]	-10056	296	662	105	8555	7235	6.56
2662	SLU9(max)	I[1755]	-13226	-263	-94	395	1409	839	42.35
2662	SLU10(max)	I[1755]	-13674	307	-94	301	1409	9714	13.49
2662	SLU11(max)	I[1755]	-9599	-263	-94	395	1409	839	40.82
2662	SLU12(max)	I[1755]	-10048	307	-94	301	1409	9714	13.07
2662	SLU13(max)	I[1755]	-13234	-274	474	198	6525	-1639	9.45
2662	SLU14(max)	I[1755]	-13683	296	474	105	6525	7235	8.43
2662	SLU15(max)	I[1755]	-9607	-274	474	198	6525	-1639	9.10
2662	SLU16(max)	I[1755]	-10056	296	474	105	6525	7235	8.17
2662	SLU17(max)	I[1755]	-13085	-463	94	270	2510	-4597	18.80
2662	SLU18(max)	I[1755]	-13832	486	94	114	2510	10194	11.81
2662	SLU19(max)	I[1755]	-9458	-463	94	270	2510	-4597	18.31
2662	SLU20(max)	I[1755]	-10206	486	94	114	2510	10194	11.50
2662	SLU1(min)	I[1755]	-16325	-311	94	-363	-1409	-6280	19.96
2662	SLU2(min)	I[1755]	-16774	258	94	-456	-1409	2595	34.26
2662	SLU3(min)	I[1755]	-12698	-311	94	-363	-1409	-6280	19.51
2662	SLU4(min)	I[1755]	-13147	258	94	-456	-1409	2595	33.40
2662	SLU5(min)	I[1755]	-14965	-299	662	-204	5565	-5235	10.33
2662	SLU6(min)	I[1755]	-15414	270	662	-298	5565	3639	10.89
2662	SLU7(min)	I[1755]	-11339	-299	662	-204	5565	-5235	10.01

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>72</b>

2662	SLU8(min)	I[1755]	-11787	270	662	-298	5565	3639	10.51
2662	SLU9(min)	I[1755]	-16325	-311	-94	-363	-3438	-6280	14.05
2662	SLU10(min)	I[1755]	-16774	258	-94	-456	-3438	2595	17.65
2662	SLU11(min)	I[1755]	-12698	-311	-94	-363	-3438	-6280	13.70
2662	SLU12(min)	I[1755]	-13147	258	-94	-456	-3438	2595	17.08
2662	SLU13(min)	I[1755]	-14965	-299	474	-204	3536	-5235	14.65
2662	SLU14(min)	I[1755]	-15414	270	474	-298	3536	3639	16.03
2662	SLU15(min)	I[1755]	-11339	-299	474	-204	3536	-5235	14.24
2662	SLU16(min)	I[1755]	-11787	270	474	-298	3536	3639	15.54
2662	SLU17(min)	I[1755]	-14816	-489	94	-133	-480	-8193	16.90
2662	SLU18(min)	I[1755]	-15564	460	94	-289	-480	6597	20.93
2662	SLU19(min)	I[1755]	-11189	-489	94	-133	-480	-8193	16.39
2662	SLU20(min)	I[1755]	-11937	460	94	-289	-480	6597	20.30
2662	SLU1(all)	I[1755]	-16325	-311	94	395	3438	-6280	14.06
2662	SLU2(all)	I[1755]	-16774	307	94	-456	3438	9714	11.27
2662	SLU3(all)	I[1755]	-12698	-311	94	395	3438	-6280	13.70
2662	SLU4(all)	I[1755]	-13147	307	94	-456	3438	9714	11.01
2662	SLU5(all)	I[1755]	-14965	-299	662	-204	8555	-5235	7.08
2662	SLU6(all)	I[1755]	-15414	296	662	-298	8555	7235	6.88
2662	SLU7(all)	I[1755]	-11339	-299	662	-204	8555	-5235	6.83
2662	SLU8(all)	I[1755]	-11787	296	662	-298	8555	7235	6.66
2662	SLU9(all)	I[1755]	-16325	-311	-94	395	-3438	-6280	14.05
2662	SLU10(all)	I[1755]	-16774	307	-94	-456	-3438	9714	11.27
2662	SLU11(all)	I[1755]	-12698	-311	-94	395	-3438	-6280	13.70
2662	SLU12(all)	I[1755]	-13147	307	-94	-456	-3438	9714	11.01
2662	SLU13(all)	I[1755]	-14965	-299	474	-204	6525	-5235	9.07
2662	SLU14(all)	I[1755]	-15414	296	474	-298	6525	7235	8.55
2662	SLU15(all)	I[1755]	-11339	-299	474	-204	6525	-5235	8.78
2662	SLU16(all)	I[1755]	-11787	296	474	-298	6525	7235	8.29
2662	SLU17(all)	I[1755]	-14816	-489	94	270	2510	-8193	13.94
2662	SLU18(all)	I[1755]	-15564	486	94	-289	2510	10194	11.94
2662	SLU19(all)	I[1755]	-11189	-489	94	270	2510	-8193	13.61
2662	SLU20(all)	I[1755]	-11937	486	94	-289	2510	10194	11.66
									<b>6.56</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.56**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
2662	SLV-X1	I[1755]	-8920	1792	4673	167	47224	21124	1.23
2662	SLV-X2	I[1755]	-9443	1792	-4609	167	-46839	21124	1.24
2662	SLV-X3	I[1755]	-8920	-1792	4673	-167	47224	-21123	1.23
2662	SLV-X4	I[1755]	-9443	-1792	-4609	-167	-46839	-21124	1.24
2662	SLV-X5	I[1755]	-10261	1792	4609	167	46839	21124	1.25
2662	SLV-X6	I[1755]	-10784	1792	-4673	167	-47224	21123	1.25
2662	SLV-X7	I[1755]	-10261	-1792	4609	-167	46839	-21124	1.25
2662	SLV-X8	I[1755]	-10784	-1792	-4673	-167	-47224	-21124	1.25
2662	SLV-Y1	I[1755]	-9103	5974	1424	557	14302	70412	1.71
2662	SLV-Y2	I[1755]	-9103	-5974	1424	-557	14302	-70412	1.72
2662	SLV-Y3	I[1755]	-9260	5974	-1361	557	-13917	70412	1.72
2662	SLV-Y4	I[1755]	-9260	-5974	-1361	-557	-13917	-70412	1.73
2662	SLV-Y5	I[1755]	-10444	5974	1361	557	13917	70412	1.74
2662	SLV-Y6	I[1755]	-10444	-5974	1361	-557	13917	-70412	1.75
2662	SLV-Y7	I[1755]	-10601	5974	-1424	557	-14302	70412	1.74
2662	SLV-Y8	I[1755]	-10601	-5974	-1424	-557	-14302	-70412	1.74

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>73</b>

2662	SLV-Z1	I[1755]	-7539	1792	1497	167	14752	21124	3.33
2662	SLV-Z2	I[1755]	-12008	1792	1287	167	13467	21123	3.70
2662	SLV-Z3	I[1755]	-7696	-1792	-1287	-167	-13467	-21123	3.57
2662	SLV-Z4	I[1755]	-12165	-1792	-1497	-167	-14752	-21124	3.47
									<b>1.23</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo **SLV** restituiscono un coefficiente minimo **C/D = 1.23**

Con riferimento alla combinazione eccezionale dovuta all'urto sulla pila

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
2662	ECC-1	I[1755]	-9852	0	881	0	5759	0	10.59
2662	ECC-2	I[1755]	-9852	-1966	131	-813	1409	-10766	11.93
2662	ECC-3	I[1755]	-9852	0	620	0	2941	0	20.74
2662	ECC-4	I[1755]	-9852	-1966	-131	-813	-1409	-10766	11.93
									<b>10.59</b>

### 12.1.6 Fusto pila 6

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV..

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- $b = 2.00\text{m}$ ;
- $h = 5.00\text{m}$ ;
- $A_f = \varnothing 30/10\text{cm} + \varnothing 30/10\text{cm}$

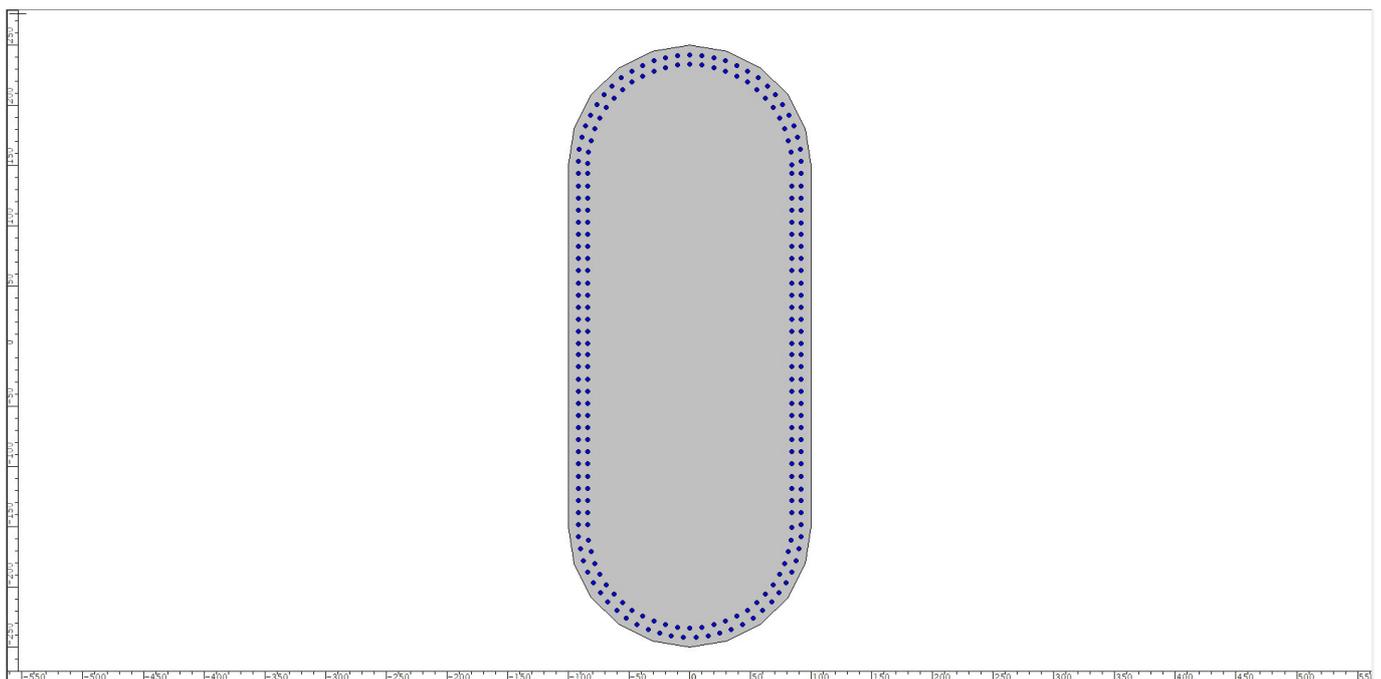


Figura 86 – Sezione trasversale di verifica pila 6

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>74</b>

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
3202	SLU1(max)	I[2113]	-13226	-262	94	373	3438	847	17.95
3202	SLU2(max)	I[2113]	-13674	306	94	316	3438	9690	11.06
3202	SLU3(max)	I[2113]	-9599	-262	94	373	3438	847	17.28
3202	SLU4(max)	I[2113]	-10048	306	94	316	3438	9690	10.80
3202	SLU5(max)	I[2113]	-13234	-273	662	179	8555	-1627	7.25
3202	SLU6(max)	I[2113]	-13683	295	662	122	8555	7217	6.78
3202	SLU7(max)	I[2113]	-9607	-273	662	179	8555	-1627	6.98
3202	SLU8(max)	I[2113]	-10056	295	662	122	8555	7217	6.56
3202	SLU9(max)	I[2113]	-13226	-262	-94	373	1409	847	42.32
3202	SLU10(max)	I[2113]	-13674	306	-94	316	1409	9690	13.52
3202	SLU11(max)	I[2113]	-9599	-262	-94	373	1409	847	40.80
3202	SLU12(max)	I[2113]	-10048	306	-94	316	1409	9690	13.10
3202	SLU13(max)	I[2113]	-13234	-273	474	179	6525	-1627	9.46
3202	SLU14(max)	I[2113]	-13683	295	474	122	6525	7217	8.43
3202	SLU15(max)	I[2113]	-9607	-273	474	179	6525	-1627	9.10
3202	SLU16(max)	I[2113]	-10056	295	474	122	6525	7217	8.18
3202	SLU17(max)	I[2113]	-13085	-462	94	238	2510	-4575	18.84
3202	SLU18(max)	I[2113]	-13832	484	94	143	2510	10165	11.83
3202	SLU19(max)	I[2113]	-9458	-462	94	238	2510	-4575	18.35
3202	SLU20(max)	I[2113]	-10206	484	94	143	2510	10165	11.53
3202	SLU1(min)	I[2113]	-16325	-310	94	-370	-1409	-6261	20.01
3202	SLU2(min)	I[2113]	-16774	258	94	-427	-1409	2583	34.33
3202	SLU3(min)	I[2113]	-12698	-310	94	-370	-1409	-6261	19.56
3202	SLU4(min)	I[2113]	-13147	258	94	-427	-1409	2583	33.46
3202	SLU5(min)	I[2113]	-14965	-298	662	-218	5565	-5218	10.34
3202	SLU6(min)	I[2113]	-15414	270	662	-274	5565	3625	10.89
3202	SLU7(min)	I[2113]	-11339	-298	662	-218	5565	-5218	10.02
3202	SLU8(min)	I[2113]	-11787	270	662	-274	5565	3625	10.51
3202	SLU9(min)	I[2113]	-16325	-310	-94	-370	-3438	-6261	14.07
3202	SLU10(min)	I[2113]	-16774	258	-94	-427	-3438	2583	17.66
3202	SLU11(min)	I[2113]	-12698	-310	-94	-370	-3438	-6261	13.72
3202	SLU12(min)	I[2113]	-13147	258	-94	-427	-3438	2583	17.08
3202	SLU13(min)	I[2113]	-14965	-298	474	-218	3536	-5218	14.66
3202	SLU14(min)	I[2113]	-15414	270	474	-274	3536	3625	16.04
3202	SLU15(min)	I[2113]	-11339	-298	474	-218	3536	-5218	14.26
3202	SLU16(min)	I[2113]	-11787	270	474	-274	3536	3625	15.55
3202	SLU17(min)	I[2113]	-14816	-488	94	-158	-480	-8166	16.96
3202	SLU18(min)	I[2113]	-15564	459	94	-253	-480	6573	21.00
3202	SLU19(min)	I[2113]	-11189	-488	94	-158	-480	-8166	16.45
3202	SLU20(min)	I[2113]	-11937	459	94	-253	-480	6573	20.37
3202	SLU1(all)	I[2113]	-16325	-310	94	373	3438	-6261	14.07
3202	SLU2(all)	I[2113]	-16774	306	94	-427	3438	9690	11.29
3202	SLU3(all)	I[2113]	-12698	-310	94	373	3438	-6261	13.72
3202	SLU4(all)	I[2113]	-13147	306	94	-427	3438	9690	11.02
3202	SLU5(all)	I[2113]	-14965	-298	662	-218	8555	-5218	7.08
3202	SLU6(all)	I[2113]	-15414	295	662	-274	8555	7217	6.88
3202	SLU7(all)	I[2113]	-11339	-298	662	-218	8555	-5218	6.83
3202	SLU8(all)	I[2113]	-11787	295	662	-274	8555	7217	6.66
3202	SLU9(all)	I[2113]	-16325	-310	-94	373	-3438	-6261	14.07
3202	SLU10(all)	I[2113]	-16774	306	-94	-427	-3438	9690	11.29

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

3202	SLU11(all)	I[2113]	-12698	-310	-94	373	-3438	-6261	13.72
3202	SLU12(all)	I[2113]	-13147	306	-94	-427	-3438	9690	11.02
3202	SLU13(all)	I[2113]	-14965	-298	474	-218	6525	-5218	9.07
3202	SLU14(all)	I[2113]	-15414	295	474	-274	6525	7217	8.55
3202	SLU15(all)	I[2113]	-11339	-298	474	-218	6525	-5218	8.78
3202	SLU16(all)	I[2113]	-11787	295	474	-274	6525	7217	8.30
3202	SLU17(all)	I[2113]	-14816	-488	94	238	2510	-8166	13.97
3202	SLU18(all)	I[2113]	-15564	484	94	-253	2510	10165	11.96
3202	SLU19(all)	I[2113]	-11189	-488	94	238	2510	-8166	13.64
3202	SLU20(all)	I[2113]	-11937	484	94	-253	2510	10165	11.68
									<b>6.56</b>

Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.56

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
3202	SLV-X1	I[2113]	-8916	1647	4592	1034	46399	19532	1.25
3202	SLV-X2	I[2113]	-9455	1647	-4529	1034	-46014	19532	1.27
3202	SLV-X3	I[2113]	-8917	-1647	4592	-1034	46399	-19532	1.25
3202	SLV-X4	I[2113]	-9455	-1647	-4529	-1034	-46014	-19532	1.27
3202	SLV-X5	I[2113]	-10249	1647	4529	1034	46014	19532	1.28
3202	SLV-X6	I[2113]	-10787	1647	-4592	1034	-46399	19532	1.28
3202	SLV-X7	I[2113]	-10249	-1647	4529	-1034	46014	-19532	1.28
3202	SLV-X8	I[2113]	-10787	-1647	-4592	-1034	-46399	-19532	1.28
3202	SLV-Y1	I[2113]	-9105	5489	1400	3447	14054	65106	1.84
3202	SLV-Y2	I[2113]	-9105	-5489	1400	-3447	14054	-65106	1.84
3202	SLV-Y3	I[2113]	-9266	5489	-1337	3447	-13670	65106	1.85
3202	SLV-Y4	I[2113]	-9267	-5489	-1337	-3447	-13670	-65106	1.85
3202	SLV-Y5	I[2113]	-10437	5489	1337	3447	13670	65106	1.87
3202	SLV-Y6	I[2113]	-10437	-5489	1337	-3447	13670	-65106	1.87
3202	SLV-Y7	I[2113]	-10599	5489	-1400	3447	-14054	65106	1.86
3202	SLV-Y8	I[2113]	-10599	-5489	-1400	-3447	-14054	-65106	1.87
3202	SLV-Z1	I[2113]	-7551	1647	1473	1034	14503	19532	3.44
3202	SLV-Z2	I[2113]	-11992	1647	1263	1034	13221	19531	3.83
3202	SLV-Z3	I[2113]	-7712	-1647	-1263	-1034	-13221	-19531	3.70
3202	SLV-Z4	I[2113]	-12153	-1647	-1473	-1034	-14503	-19532	3.58
									<b>1.25</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo SLV restituiscono un coefficiente minimo C/D =1.25

### 12.1.7 Fusto pila 7

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV.

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- b = 2.00m;
- h= 5.00m;
- Af = Ø30/10cm + Ø30/10cm

MANDATARIA 	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

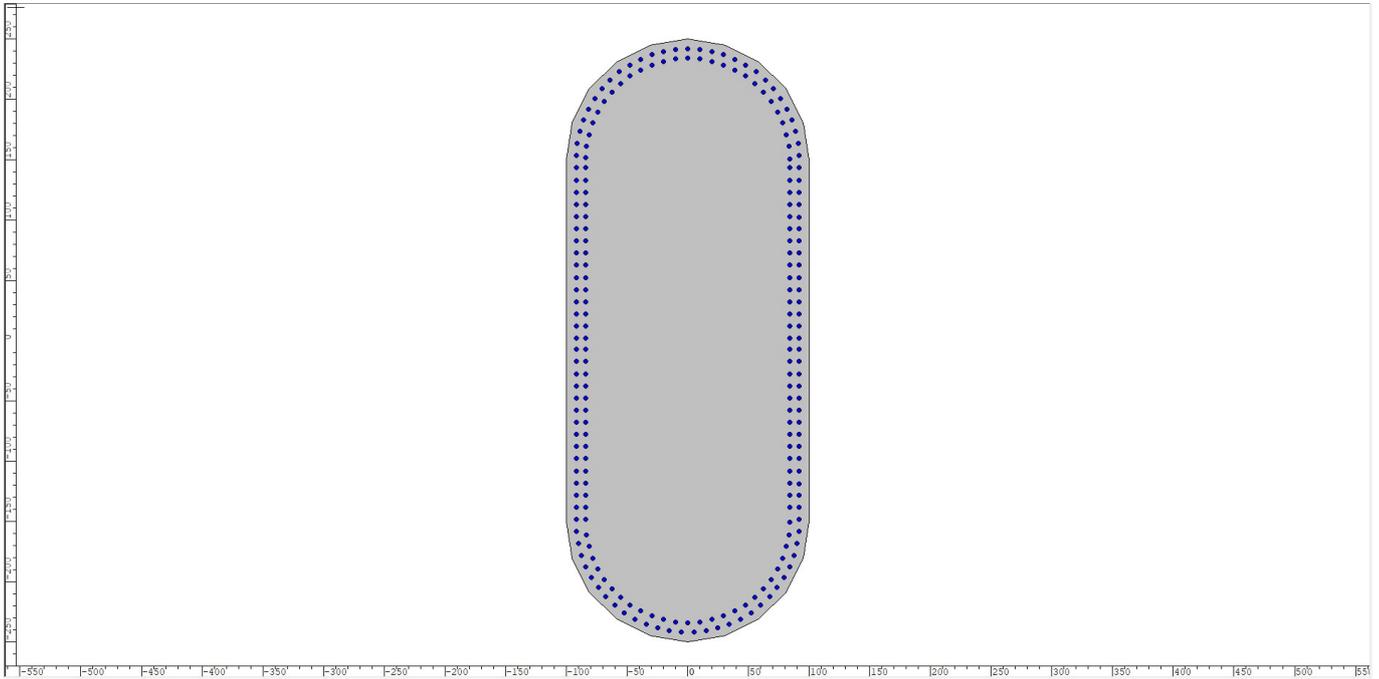


Figura 87 – Sezione trasversale di verifica pila 7

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
3741	SLU1(max)	I[2470]	-13072	-262	94	334	3391	1006	18.08
3741	SLU2(max)	I[2470]	-13521	304	94	333	3391	9546	11.21
3741	SLU3(max)	I[2470]	-9485	-262	94	334	3391	1006	17.41
3741	SLU4(max)	I[2470]	-9934	304	94	333	3391	9546	10.95
3741	SLU5(max)	I[2470]	-13081	-272	662	145	8224	-1468	7.54
3741	SLU6(max)	I[2470]	-13529	294	662	144	8224	7073	7.02
3741	SLU7(max)	I[2470]	-9494	-272	662	145	8224	-1468	7.26
3741	SLU8(max)	I[2470]	-9942	294	662	144	8224	7073	6.79
3741	SLU9(max)	I[2470]	-13072	-262	-94	334	1456	1006	40.55
3741	SLU10(max)	I[2470]	-13521	304	-94	333	1456	9546	13.65
3741	SLU11(max)	I[2470]	-9485	-262	-94	334	1456	1006	39.12
3741	SLU12(max)	I[2470]	-9934	304	-94	333	1456	9546	13.22
3741	SLU13(max)	I[2470]	-13081	-272	474	145	6288	-1468	9.81
3741	SLU14(max)	I[2470]	-13529	294	474	144	6288	7073	8.71
3741	SLU15(max)	I[2470]	-9494	-272	474	145	6288	-1468	9.45
3741	SLU16(max)	I[2470]	-9942	294	474	144	6288	7073	8.45
3741	SLU17(max)	I[2470]	-12931	-461	94	186	2463	-4315	19.49
3741	SLU18(max)	I[2470]	-13679	482	94	185	2463	9919	12.10
3741	SLU19(max)	I[2470]	-9344	-461	94	186	2463	-4315	18.99
3741	SLU20(max)	I[2470]	-10092	482	94	185	2463	9919	11.78
3741	SLU1(min)	I[2470]	-16171	-308	94	-379	-1456	-6107	20.21
3741	SLU2(min)	I[2470]	-16620	257	94	-379	-1456	2433	34.47
3741	SLU3(min)	I[2470]	-12584	-308	94	-379	-1456	-6107	19.76
3741	SLU4(min)	I[2470]	-13033	257	94	-379	-1456	2433	33.60
3741	SLU5(min)	I[2470]	-14812	-297	662	-238	5234	-5066	10.91
3741	SLU6(min)	I[2470]	-15261	269	662	-238	5234	3474	11.55
3741	SLU7(min)	I[2470]	-11225	-297	662	-238	5234	-5066	10.58

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

3741	SLU8(min)	I[2470]	-11674	269	662	-238	5234	3474	11.15
3741	SLU9(min)	I[2470]	-16171	-308	-94	-379	-3391	-6107	14.32
3741	SLU10(min)	I[2470]	-16620	257	-94	-379	-3391	2433	17.96
3741	SLU11(min)	I[2470]	-12584	-308	-94	-379	-3391	-6107	13.96
3741	SLU12(min)	I[2470]	-13033	257	-94	-379	-3391	2433	17.36
3741	SLU13(min)	I[2470]	-14812	-297	474	-238	3299	-5066	15.53
3741	SLU14(min)	I[2470]	-15261	269	474	-238	3299	3474	17.07
3741	SLU15(min)	I[2470]	-11225	-297	474	-238	3299	-5066	15.11
3741	SLU16(min)	I[2470]	-11674	269	474	-238	3299	3474	16.57
3741	SLU17(min)	I[2470]	-14662	-485	94	-197	-527	-7913	17.44
3741	SLU18(min)	I[2470]	-15410	458	94	-197	-527	6321	21.72
3741	SLU19(min)	I[2470]	-11075	-485	94	-197	-527	-7913	16.92
3741	SLU20(min)	I[2470]	-11823	458	94	-197	-527	6321	21.07
3741	SLU1(all)	I[2470]	-16171	-308	94	-379	3391	-6107	14.32
3741	SLU2(all)	I[2470]	-16620	304	94	-379	3391	9546	11.44
3741	SLU3(all)	I[2470]	-12584	-308	94	-379	3391	-6107	13.96
3741	SLU4(all)	I[2470]	-13033	304	94	-379	3391	9546	11.18
3741	SLU5(all)	I[2470]	-14812	-297	662	-238	8224	-5066	7.35
3741	SLU6(all)	I[2470]	-15261	294	662	-238	8224	7073	7.12
3741	SLU7(all)	I[2470]	-11225	-297	662	-238	8224	-5066	7.10
3741	SLU8(all)	I[2470]	-11674	294	662	-238	8224	7073	6.90
3741	SLU9(all)	I[2470]	-16171	-308	-94	-379	-3391	-6107	14.32
3741	SLU10(all)	I[2470]	-16620	304	-94	-379	-3391	9546	11.44
3741	SLU11(all)	I[2470]	-12584	-308	-94	-379	-3391	-6107	13.96
3741	SLU12(all)	I[2470]	-13033	304	-94	-379	-3391	9546	11.18
3741	SLU13(all)	I[2470]	-14812	-297	474	-238	6288	-5066	9.39
3741	SLU14(all)	I[2470]	-15261	294	474	-238	6288	7073	8.83
3741	SLU15(all)	I[2470]	-11225	-297	474	-238	6288	-5066	9.09
3741	SLU16(all)	I[2470]	-11674	294	474	-238	6288	7073	8.57
3741	SLU17(all)	I[2470]	-14662	-485	94	-197	2463	-7913	14.34
3741	SLU18(all)	I[2470]	-15410	482	94	-197	2463	9919	12.23
3741	SLU19(all)	I[2470]	-11075	-485	94	-197	2463	-7913	14.00
3741	SLU20(all)	I[2470]	-11823	482	94	-197	2463	9919	11.95
									<b>6.79</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.79**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
3741	SLV-X1	I[2470]	-8740	1448	4813	944	46618	16278	1.25
3741	SLV-X2	I[2470]	-9436	1448	-4748	943	-46218	16277	1.27
3741	SLV-X3	I[2470]	-8740	-1448	4813	-944	46618	-16277	1.25
3741	SLV-X4	I[2470]	-9436	-1448	-4748	-944	-46218	-16277	1.27
3741	SLV-X5	I[2470]	-10041	1448	4748	944	46218	16277	1.28
3741	SLV-X6	I[2470]	-10736	1448	-4813	943	-46618	16277	1.28
3741	SLV-X7	I[2470]	-10041	-1448	4748	-944	46218	-16277	1.28
3741	SLV-X8	I[2470]	-10736	-1448	-4813	-944	-46618	-16278	1.28
3741	SLV-Y1	I[2470]	-8983	4826	1467	3145	14126	54258	2.11
3741	SLV-Y2	I[2470]	-8984	-4826	1467	-3145	14125	-54258	2.12
3741	SLV-Y3	I[2470]	-9192	4826	-1402	3145	-13725	54258	2.13
3741	SLV-Y4	I[2470]	-9192	-4826	-1402	-3145	-13725	-54258	2.14
3741	SLV-Y5	I[2470]	-10284	4826	1402	3145	13725	54258	2.15
3741	SLV-Y6	I[2470]	-10284	-4826	1402	-3145	13725	-54258	2.15
3741	SLV-Y7	I[2470]	-10493	4826	-1467	3145	-14125	54258	2.14
3741	SLV-Y8	I[2470]	-10493	-4826	-1467	-3145	-14126	-54258	2.14

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	78

3741	SLV-Z1	I[2470]	-7466	1448	1543	944	14592	16278	3.56
3741	SLV-Z2	I[2470]	-11802	1448	1326	944	13259	16277	3.99
3741	SLV-Z3	I[2470]	-7675	-1448	-1326	-944	-13259	-16277	3.85
3741	SLV-Z4	I[2470]	-12010	-1448	-1543	-944	-14592	-16278	3.71
									<b>1.25</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo **SLV** restituiscono un coefficiente minimo **C/D = 1.25**

### 12.1.8 Fusto pila 8

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV.

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- $b = 2.00\text{m}$ ;
- $h = 5.00\text{m}$ ;
- $A_f = \varnothing 30/10\text{cm} + \varnothing 30/10\text{cm}$  (solo su tratto rettilineo)

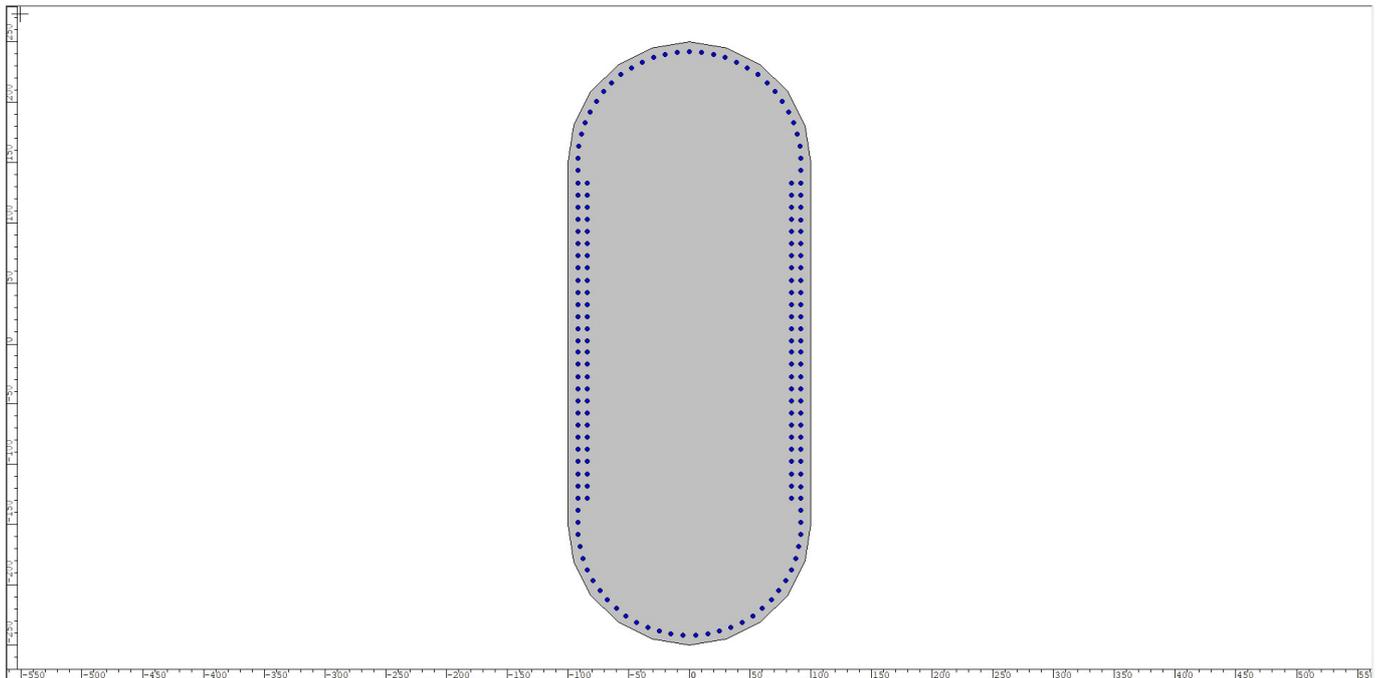


Figura 88 – Sezione trasversale di verifica pila 8

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
4279	SLU1(max)	I[2826]	-12643	-261	94	319	3260	1422	15.12
4279	SLU2(max)	I[2826]	-13091	303	94	311	3260	9233	9.31
4279	SLU3(max)	I[2826]	-9167	-261	94	319	3260	1422	14.41

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>79</b>

4279	SLU4(max)	I[2826]	-9616	303	94	311	3260	9233	8.94
4279	SLU5(max)	I[2826]	-12651	-271	662	137	7297	-1070	6.93
4279	SLU6(max)	I[2826]	-13100	293	662	129	7297	6741	6.35
4279	SLU7(max)	I[2826]	-9175	-271	662	137	7297	-1070	6.59
4279	SLU8(max)	I[2826]	-9624	293	662	129	7297	6741	6.08
4279	SLU9(max)	I[2826]	-12643	-261	-94	319	1587	1422	29.19
4279	SLU10(max)	I[2826]	-13091	303	-94	311	1587	9233	10.80
4279	SLU11(max)	I[2826]	-9167	-261	-94	319	1587	1422	27.96
4279	SLU12(max)	I[2826]	-9616	303	-94	311	1587	9233	10.39
4279	SLU13(max)	I[2826]	-12651	-271	474	137	5625	-1070	8.95
4279	SLU14(max)	I[2826]	-13100	293	474	129	5625	6741	7.82
4279	SLU15(max)	I[2826]	-9175	-271	474	137	5625	-1070	8.51
4279	SLU16(max)	I[2826]	-9624	293	474	129	5625	6741	7.49
4279	SLU17(max)	I[2826]	-12501	-460	94	183	2331	-3675	17.29
4279	SLU18(max)	I[2826]	-13249	480	94	169	2331	9344	10.12
4279	SLU19(max)	I[2826]	-9026	-460	94	183	2331	-3675	16.57
4279	SLU20(max)	I[2826]	-9774	480	94	169	2331	9344	9.73
4279	SLU1(min)	I[2826]	-15742	-306	94	-373	-1587	-5754	16.49
4279	SLU2(min)	I[2826]	-16190	258	94	-382	-1587	2057	28.18
4279	SLU3(min)	I[2826]	-12266	-306	94	-373	-1587	-5754	15.94
4279	SLU4(min)	I[2826]	-12715	258	94	-382	-1587	2057	27.08
4279	SLU5(min)	I[2826]	-14382	-295	662	-238	4308	-4707	10.58
4279	SLU6(min)	I[2826]	-14831	269	662	-246	4308	3105	11.43
4279	SLU7(min)	I[2826]	-10907	-295	662	-238	4308	-4707	10.14
4279	SLU8(min)	I[2826]	-11355	269	662	-246	4308	3105	10.97
4279	SLU9(min)	I[2826]	-15742	-306	-94	-373	-3260	-5754	12.24
4279	SLU10(min)	I[2826]	-16190	258	-94	-382	-3260	2057	15.53
4279	SLU11(min)	I[2826]	-12266	-306	-94	-373	-3260	-5754	11.81
4279	SLU12(min)	I[2826]	-12715	258	-94	-382	-3260	2057	14.89
4279	SLU13(min)	I[2826]	-14382	-295	474	-238	2635	-4707	14.87
4279	SLU14(min)	I[2826]	-14831	269	474	-246	2635	3105	17.10
4279	SLU15(min)	I[2826]	-10907	-295	474	-238	2635	-4707	14.30
4279	SLU16(min)	I[2826]	-11355	269	474	-246	2635	3105	16.39
4279	SLU17(min)	I[2826]	-14233	-483	94	-192	-659	-7312	14.47
4279	SLU18(min)	I[2826]	-14981	457	94	-207	-659	5708	18.39
4279	SLU19(min)	I[2826]	-10757	-483	94	-192	-659	-7312	13.94
4279	SLU20(min)	I[2826]	-11505	457	94	-207	-659	5708	17.71
4279	SLU1(all)	I[2826]	-15742	-306	94	-373	3260	-5754	12.24
4279	SLU2(all)	I[2826]	-16190	303	94	-382	3260	9233	9.55
4279	SLU3(all)	I[2826]	-12266	-306	94	-373	3260	-5754	11.81
4279	SLU4(all)	I[2826]	-12715	303	94	-382	3260	9233	9.27
4279	SLU5(all)	I[2826]	-14382	-295	662	-238	7297	-4707	6.78
4279	SLU6(all)	I[2826]	-14831	293	662	-246	7297	6741	6.48
4279	SLU7(all)	I[2826]	-10907	-295	662	-238	7297	-4707	6.49
4279	SLU8(all)	I[2826]	-11355	293	662	-246	7297	6741	6.22
4279	SLU9(all)	I[2826]	-15742	-306	-94	-373	-3260	-5754	12.24
4279	SLU10(all)	I[2826]	-16190	303	-94	-382	-3260	9233	9.55
4279	SLU11(all)	I[2826]	-12266	-306	-94	-373	-3260	-5754	11.81
4279	SLU12(all)	I[2826]	-12715	303	-94	-382	-3260	9233	9.27
4279	SLU13(all)	I[2826]	-14382	-295	474	-238	5625	-4707	8.51
4279	SLU14(all)	I[2826]	-14831	293	474	-246	5625	6741	7.98
4279	SLU15(all)	I[2826]	-10907	-295	474	-238	5625	-4707	8.17
4279	SLU16(all)	I[2826]	-11355	293	474	-246	5625	6741	7.65
4279	SLU17(all)	I[2826]	-14233	-483	94	-192	2331	-7312	12.30
4279	SLU18(all)	I[2826]	-14981	480	94	-207	2331	9344	10.32
4279	SLU19(all)	I[2826]	-10757	-483	94	-192	2331	-7312	11.86

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
			<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>80</b>

4279	SLU20(all)	I[2826]	-11505	480	94	-207	2331	9344	9.92
									<b>6.08</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.08**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
4279	SLV-X1	I[2826]	-8299	1263	4776	754	40252	12736	1.16
4279	SLV-X2	I[2826]	-9262	1263	-4700	754	-39786	12736	1.19
4279	SLV-X3	I[2826]	-8299	-1263	4776	-754	40252	-12736	1.16
4279	SLV-X4	I[2826]	-9262	-1263	-4700	-754	-39786	-12736	1.19
4279	SLV-X5	I[2826]	-9578	1263	4700	754	39786	12736	1.20
4279	SLV-X6	I[2826]	-10541	1263	-4776	754	-40252	12736	1.20
4279	SLV-X7	I[2826]	-9578	-1263	4700	-754	39786	-12736	1.20
4279	SLV-X8	I[2826]	-10541	-1263	-4776	-754	-40252	-12736	1.20
4279	SLV-Y1	I[2826]	-8636	4210	1459	2513	12239	42453	2.04
4279	SLV-Y2	I[2826]	-8636	-4210	1459	-2513	12239	-42453	2.05
4279	SLV-Y3	I[2826]	-8925	4210	-1384	2513	-11773	42453	2.07
4279	SLV-Y4	I[2826]	-8925	-4210	-1384	-2513	-11773	-42453	2.08
4279	SLV-Y5	I[2826]	-9915	4210	1384	2513	11773	42453	2.09
4279	SLV-Y6	I[2826]	-9915	-4210	1384	-2513	11773	-42453	2.10
4279	SLV-Y7	I[2826]	-10204	4210	-1459	2513	-12239	42453	2.08
4279	SLV-Y8	I[2826]	-10204	-4210	-1459	-2513	-12239	-42453	2.09
4279	SLV-Z1	I[2826]	-7144	1263	1547	754	12782	12736	3.31
4279	SLV-Z2	I[2826]	-11407	1263	1296	754	11229	12735	3.88
4279	SLV-Z3	I[2826]	-7432	-1263	-1296	-754	-11229	-12735	3.69
4279	SLV-Z4	I[2826]	-11696	-1263	-1547	-754	-12782	-12736	3.52
									<b>1.16</b>

**Le verifiche in condizioni Sismiche allo SLV restituiscono un coefficiente minimo C/D =1.16**

### 12.1.9 Fusto pila 9

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV..

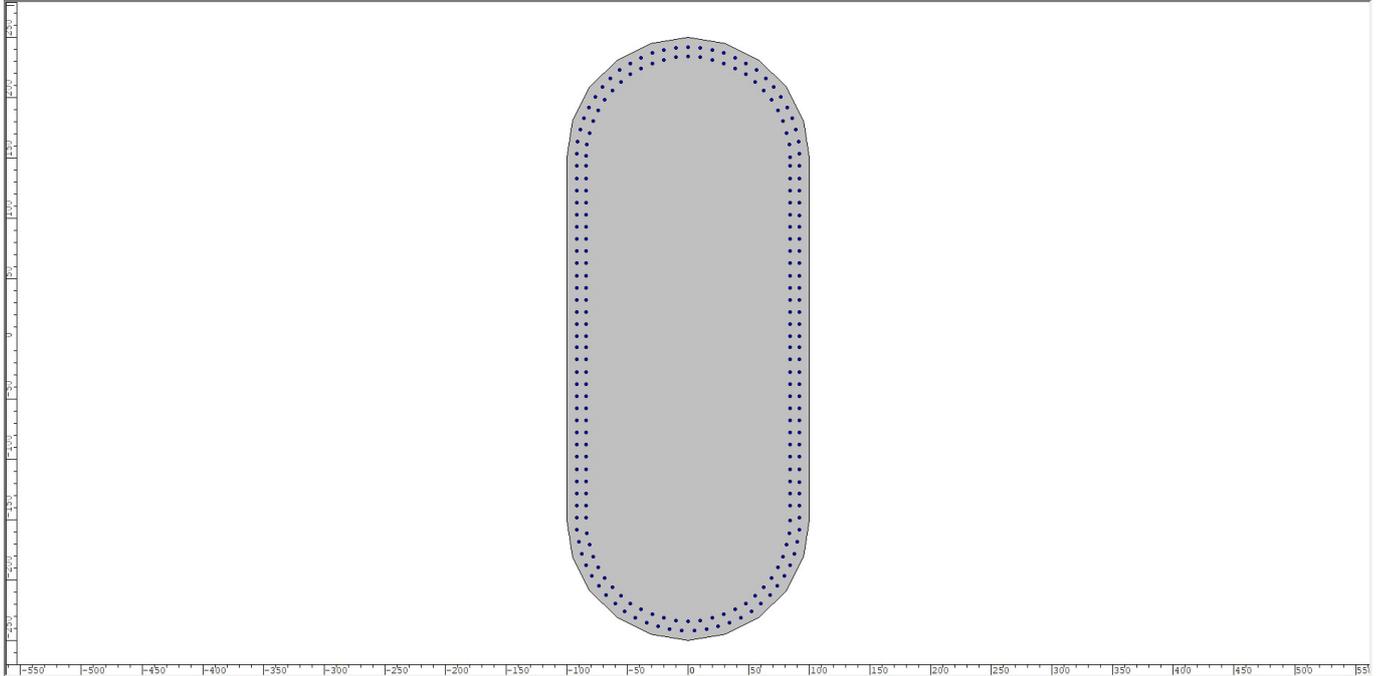
I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- b = 2.00m;
- h= 5.00m;
- Af = Ø26/10cm + Ø26/10cm

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>81</b>



*Figura 89 – Sezione trasversale di verifica pila 9*

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
4279	SLU1(max)	I[2826]	-12643	-261	94	319	3260	1422	15.12
4279	SLU2(max)	I[2826]	-13091	303	94	311	3260	9233	9.31
4279	SLU3(max)	I[2826]	-9167	-261	94	319	3260	1422	14.41
4279	SLU4(max)	I[2826]	-9616	303	94	311	3260	9233	8.94
4279	SLU5(max)	I[2826]	-12651	-271	662	137	7297	-1070	6.93
4279	SLU6(max)	I[2826]	-13100	293	662	129	7297	6741	6.35
4279	SLU7(max)	I[2826]	-9175	-271	662	137	7297	-1070	6.59
4279	SLU8(max)	I[2826]	-9624	293	662	129	7297	6741	6.08
4279	SLU9(max)	I[2826]	-12643	-261	-94	319	1587	1422	29.19
4279	SLU10(max)	I[2826]	-13091	303	-94	311	1587	9233	10.80
4279	SLU11(max)	I[2826]	-9167	-261	-94	319	1587	1422	27.96
4279	SLU12(max)	I[2826]	-9616	303	-94	311	1587	9233	10.39
4279	SLU13(max)	I[2826]	-12651	-271	474	137	5625	-1070	8.95
4279	SLU14(max)	I[2826]	-13100	293	474	129	5625	6741	7.82
4279	SLU15(max)	I[2826]	-9175	-271	474	137	5625	-1070	8.51
4279	SLU16(max)	I[2826]	-9624	293	474	129	5625	6741	7.49
4279	SLU17(max)	I[2826]	-12501	-460	94	183	2331	-3675	17.29
4279	SLU18(max)	I[2826]	-13249	480	94	169	2331	9344	10.12
4279	SLU19(max)	I[2826]	-9026	-460	94	183	2331	-3675	16.57
4279	SLU20(max)	I[2826]	-9774	480	94	169	2331	9344	9.73
4279	SLU1(min)	I[2826]	-15742	-306	94	-373	-1587	-5754	16.49
4279	SLU2(min)	I[2826]	-16190	258	94	-382	-1587	2057	28.18
4279	SLU3(min)	I[2826]	-12266	-306	94	-373	-1587	-5754	15.94
4279	SLU4(min)	I[2826]	-12715	258	94	-382	-1587	2057	27.08
4279	SLU5(min)	I[2826]	-14382	-295	662	-238	4308	-4707	10.58
4279	SLU6(min)	I[2826]	-14831	269	662	-246	4308	3105	11.43
4279	SLU7(min)	I[2826]	-10907	-295	662	-238	4308	-4707	10.14

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	82

4279	SLU8(min)	I[2826]	-11355	269	662	-246	4308	3105	10.97
4279	SLU9(min)	I[2826]	-15742	-306	-94	-373	-3260	-5754	12.24
4279	SLU10(min)	I[2826]	-16190	258	-94	-382	-3260	2057	15.53
4279	SLU11(min)	I[2826]	-12266	-306	-94	-373	-3260	-5754	11.81
4279	SLU12(min)	I[2826]	-12715	258	-94	-382	-3260	2057	14.89
4279	SLU13(min)	I[2826]	-14382	-295	474	-238	2635	-4707	14.87
4279	SLU14(min)	I[2826]	-14831	269	474	-246	2635	3105	17.10
4279	SLU15(min)	I[2826]	-10907	-295	474	-238	2635	-4707	14.30
4279	SLU16(min)	I[2826]	-11355	269	474	-246	2635	3105	16.39
4279	SLU17(min)	I[2826]	-14233	-483	94	-192	-659	-7312	14.47
4279	SLU18(min)	I[2826]	-14981	457	94	-207	-659	5708	18.39
4279	SLU19(min)	I[2826]	-10757	-483	94	-192	-659	-7312	13.94
4279	SLU20(min)	I[2826]	-11505	457	94	-207	-659	5708	17.71
4279	SLU1(all)	I[2826]	-15742	-306	94	-373	3260	-5754	12.24
4279	SLU2(all)	I[2826]	-16190	303	94	-382	3260	9233	9.55
4279	SLU3(all)	I[2826]	-12266	-306	94	-373	3260	-5754	11.81
4279	SLU4(all)	I[2826]	-12715	303	94	-382	3260	9233	9.27
4279	SLU5(all)	I[2826]	-14382	-295	662	-238	7297	-4707	6.78
4279	SLU6(all)	I[2826]	-14831	293	662	-246	7297	6741	6.48
4279	SLU7(all)	I[2826]	-10907	-295	662	-238	7297	-4707	6.49
4279	SLU8(all)	I[2826]	-11355	293	662	-246	7297	6741	6.22
4279	SLU9(all)	I[2826]	-15742	-306	-94	-373	-3260	-5754	12.24
4279	SLU10(all)	I[2826]	-16190	303	-94	-382	-3260	9233	9.55
4279	SLU11(all)	I[2826]	-12266	-306	-94	-373	-3260	-5754	11.81
4279	SLU12(all)	I[2826]	-12715	303	-94	-382	-3260	9233	9.27
4279	SLU13(all)	I[2826]	-14382	-295	474	-238	5625	-4707	8.51
4279	SLU14(all)	I[2826]	-14831	293	474	-246	5625	6741	7.98
4279	SLU15(all)	I[2826]	-10907	-295	474	-238	5625	-4707	8.17
4279	SLU16(all)	I[2826]	-11355	293	474	-246	5625	6741	7.65
4279	SLU17(all)	I[2826]	-14233	-483	94	-192	2331	-7312	12.30
4279	SLU18(all)	I[2826]	-14981	480	94	-207	2331	9344	10.32
4279	SLU19(all)	I[2826]	-10757	-483	94	-192	2331	-7312	11.86
4279	SLU20(all)	I[2826]	-11505	480	94	-207	2331	9344	9.92
									<b>6.08</b>

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.08**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
4279	SLV-X1	I[2826]	-8299	1263	4776	754	40252	12736	1.16
4279	SLV-X2	I[2826]	-9262	1263	-4700	754	-39786	12736	1.19
4279	SLV-X3	I[2826]	-8299	-1263	4776	-754	40252	-12736	1.16
4279	SLV-X4	I[2826]	-9262	-1263	-4700	-754	-39786	-12736	1.19
4279	SLV-X5	I[2826]	-9578	1263	4700	754	39786	12736	1.20
4279	SLV-X6	I[2826]	-10541	1263	-4776	754	-40252	12736	1.20
4279	SLV-X7	I[2826]	-9578	-1263	4700	-754	39786	-12736	1.20
4279	SLV-X8	I[2826]	-10541	-1263	-4776	-754	-40252	-12736	1.20
4279	SLV-Y1	I[2826]	-8636	4210	1459	2513	12239	42453	2.04
4279	SLV-Y2	I[2826]	-8636	-4210	1459	-2513	12239	-42453	2.05
4279	SLV-Y3	I[2826]	-8925	4210	-1384	2513	-11773	42453	2.07
4279	SLV-Y4	I[2826]	-8925	-4210	-1384	-2513	-11773	-42453	2.08
4279	SLV-Y5	I[2826]	-9915	4210	1384	2513	11773	42453	2.09
4279	SLV-Y6	I[2826]	-9915	-4210	1384	-2513	11773	-42453	2.10
4279	SLV-Y7	I[2826]	-10204	4210	-1459	2513	-12239	42453	2.08
4279	SLV-Y8	I[2826]	-10204	-4210	-1459	-2513	-12239	-42453	2.09

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	83

4279	SLV-Z1	I[2826]	-7144	1263	1547	754	12782	12736	3.31
4279	SLV-Z2	I[2826]	-11407	1263	1296	754	11229	12735	3.88
4279	SLV-Z3	I[2826]	-7432	-1263	-1296	-754	-11229	-12735	3.69
4279	SLV-Z4	I[2826]	-11696	-1263	-1547	-754	-12782	-12736	3.52
									<b>1.16</b>

Le verifiche in condizioni Sismiche allo **SLV** restituiscono un coefficiente minimo **C/D = 1.16**

### 12.1.10 Fusto pila 10

Si riportano di seguito le verifiche relative all'elevazione delle pile per effetto delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico considerate allo SLU e SLV.

I diagrammi delle sollecitazioni sono riportati qualitativamente al §10.2

Le caratteristiche della sezione del fusto pila sono:

- $b = 2.00\text{m}$ ;
- $h = 5.00\text{m}$ ;
- $A_f = \varnothing 26/10\text{cm} + \varnothing 26/10\text{cm}$  (solo su tratti rettilinei)

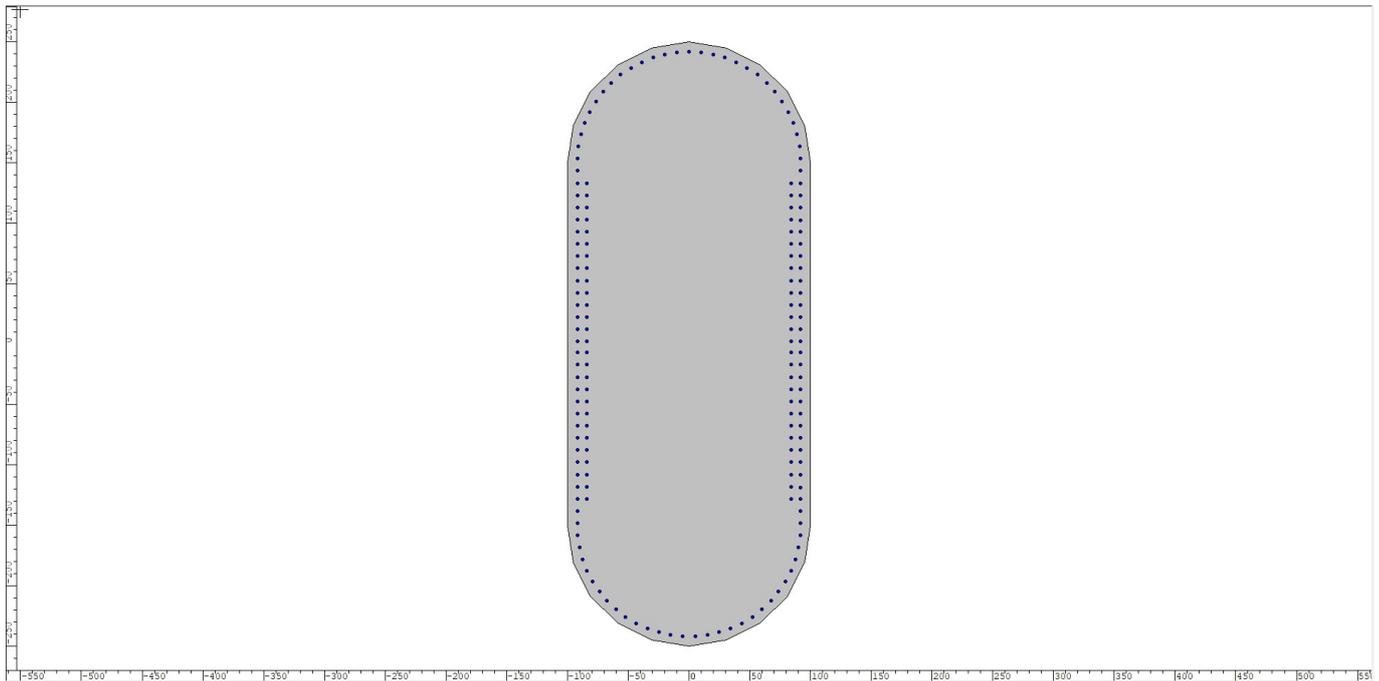


Figura 90 – Sezione trasversale di verifica pila 10

Le verifiche vengono effettuate impiegando il software Presfle e gli esiti vengono riportati in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
5354	SLU1(max)	I[3537]	-11753	-257	94	131	2987	2292	12.83
5354	SLU2(max)	I[3537]	-12202	288	94	346	2987	8226	8.46
5354	SLU3(max)	I[3537]	-8508	-257	94	132	2987	2292	12.07
5354	SLU4(max)	I[3537]	-8957	288	94	346	2987	8226	8.06

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>84</b>

5354	SLU5(max)	I[3537]	-11761	-264	662	-14	5378	-138	7.54
5354	SLU6(max)	I[3537]	-12210	281	662	200	5378	5797	6.76
5354	SLU7(max)	I[3537]	-8516	-264	662	-14	5378	-138	7.07
5354	SLU8(max)	I[3537]	-8965	281	662	200	5378	5797	6.40
5354	SLU9(max)	I[3537]	-11753	-257	-94	131	1860	2292	18.84
5354	SLU10(max)	I[3537]	-12202	288	-94	346	1860	8226	9.63
5354	SLU11(max)	I[3537]	-8508	-257	-94	132	1860	2292	17.86
5354	SLU12(max)	I[3537]	-8957	288	-94	346	1860	8226	9.20
5354	SLU13(max)	I[3537]	-11761	-264	474	-14	4251	-138	9.54
5354	SLU14(max)	I[3537]	-12210	281	474	200	4251	5797	8.11
5354	SLU15(max)	I[3537]	-8516	-264	474	-14	4251	-138	8.94
5354	SLU16(max)	I[3537]	-8965	281	474	200	4251	5797	7.69
5354	SLU17(max)	I[3537]	-11612	-446	94	-38	2059	-2117	17.66
5354	SLU18(max)	I[3537]	-12359	462	94	319	2059	7774	9.88
5354	SLU19(max)	I[3537]	-8367	-446	94	-38	2059	-2117	16.70
5354	SLU20(max)	I[3537]	-9115	462	94	320	2059	7774	9.44
5354	SLU1(min)	I[3537]	-14852	-292	94	-388	-1859	-4782	14.73
5354	SLU2(min)	I[3537]	-15300	253	94	-174	-1859	1153	22.07
5354	SLU3(min)	I[3537]	-11607	-292	94	-388	-1859	-4782	14.07
5354	SLU4(min)	I[3537]	-12055	253	94	-174	-1859	1153	20.95
5354	SLU5(min)	I[3537]	-13492	-283	662	-318	2389	-3766	14.08
5354	SLU6(min)	I[3537]	-13941	262	662	-104	2389	2169	16.14
5354	SLU7(min)	I[3537]	-10247	-283	662	-318	2389	-3766	13.42
5354	SLU8(min)	I[3537]	-10696	262	662	-104	2389	2169	15.33
5354	SLU9(min)	I[3537]	-14852	-292	-94	-388	-2987	-4782	11.42
5354	SLU10(min)	I[3537]	-15300	253	-94	-174	-2987	1153	14.01
5354	SLU11(min)	I[3537]	-11607	-292	-94	-388	-2987	-4782	10.89
5354	SLU12(min)	I[3537]	-12055	253	-94	-174	-2987	1153	13.28
5354	SLU13(min)	I[3537]	-13492	-283	474	-318	1261	-3766	19.47
5354	SLU14(min)	I[3537]	-13941	262	474	-104	1261	2169	25.94
5354	SLU15(min)	I[3537]	-10247	-283	474	-318	1261	-3766	18.58
5354	SLU16(min)	I[3537]	-10696	262	474	-104	1261	2169	24.72
5354	SLU17(min)	I[3537]	-13343	-465	94	-342	-931	-5745	14.74
5354	SLU18(min)	I[3537]	-14090	443	94	15	-931	4146	19.63
5354	SLU19(min)	I[3537]	-10098	-465	94	-342	-931	-5745	14.10
5354	SLU20(min)	I[3537]	-10846	443	94	15	-931	4146	18.77
5354	SLU1(all)	I[3537]	-14852	-292	94	-388	2987	-4782	11.42
5354	SLU2(all)	I[3537]	-15300	288	94	346	2987	8226	8.83
5354	SLU3(all)	I[3537]	-11607	-292	94	-388	2987	-4782	10.89
5354	SLU4(all)	I[3537]	-12055	288	94	346	2987	8226	8.44
5354	SLU5(all)	I[3537]	-13492	-283	662	-318	5378	-3766	7.38
5354	SLU6(all)	I[3537]	-13941	281	662	200	5378	5797	6.94
5354	SLU7(all)	I[3537]	-10247	-283	662	-318	5378	-3766	6.96
5354	SLU8(all)	I[3537]	-10696	281	662	200	5378	5797	6.59
5354	SLU9(all)	I[3537]	-14852	-292	-94	-388	-2987	-4782	11.42
5354	SLU10(all)	I[3537]	-15300	288	-94	346	-2987	8226	8.83
5354	SLU11(all)	I[3537]	-11607	-292	-94	-388	-2987	-4782	10.89
5354	SLU12(all)	I[3537]	-12055	288	-94	346	-2987	8226	8.44
5354	SLU13(all)	I[3537]	-13492	-283	474	-318	4251	-3766	9.06
5354	SLU14(all)	I[3537]	-13941	281	474	200	4251	5797	8.32
5354	SLU15(all)	I[3537]	-10247	-283	474	-318	4251	-3766	8.59
5354	SLU16(all)	I[3537]	-10696	281	474	200	4251	5797	7.91
5354	SLU17(all)	I[3537]	-13343	-465	94	-342	2059	-5745	12.41
5354	SLU18(all)	I[3537]	-14090	462	94	319	2059	7774	10.12
5354	SLU19(all)	I[3537]	-10098	-465	94	-342	2059	-5745	11.84
5354	SLU20(all)	I[3537]	-10846	462	94	320	2059	7774	9.68

MANDATARIA  	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>85</b>

6.40

**Le verifiche in condizioni NON Sismiche allo SLU sono soddisfatte con un coefficiente minimo C/D =6.40**

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2	C/D
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	-
5354	SLV-X1	I[3537]	-7491	940	4751	578	27247	6994	1.34
5354	SLV-X2	I[3537]	-8885	940	-4656	578	-26721	6994	1.41
5354	SLV-X3	I[3537]	-7491	-940	4751	-578	27247	-6993	1.34
5354	SLV-X4	I[3537]	-8885	-940	-4656	-578	-26721	-6994	1.41
5354	SLV-X5	I[3537]	-8636	940	4656	578	26721	6994	1.40
5354	SLV-X6	I[3537]	-10030	940	-4751	578	-27247	6993	1.41
5354	SLV-X7	I[3537]	-8636	-940	4656	-578	26721	-6994	1.40
5354	SLV-X8	I[3537]	-10030	-940	-4751	-578	-27247	-6994	1.41
5354	SLV-Y1	I[3537]	-7979	3134	1458	1926	8359	23313	2.82
5354	SLV-Y2	I[3537]	-7979	-3134	1458	-1926	8358	-23312	2.83
5354	SLV-Y3	I[3537]	-8397	3134	-1364	1926	-7832	23313	2.91
5354	SLV-Y4	I[3537]	-8397	-3134	-1364	-1926	-7832	-23312	2.92
5354	SLV-Y5	I[3537]	-9124	3134	1364	1926	7832	23312	2.94
5354	SLV-Y6	I[3537]	-9124	-3134	1364	-1926	7832	-23313	2.95
5354	SLV-Y7	I[3537]	-9542	3134	-1458	1926	-8358	23312	2.88
5354	SLV-Y8	I[3537]	-9542	-3134	-1458	-1926	-8359	-23313	2.89
5354	SLV-Z1	I[3537]	-6644	940	1568	578	8972	6994	3.87
5354	SLV-Z2	I[3537]	-10460	940	1254	578	7218	6993	4.99
5354	SLV-Z3	I[3537]	-7062	-940	-1254	-578	-7218	-6993	4.70
5354	SLV-Z4	I[3537]	-10878	-940	-1568	-578	-8972	-6994	4.20
									<b>1.34</b>

**Le verifiche in condizioni Sismiche allo SLV restituiscono un coefficiente minimo C/D =1.34**

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B

## 12.2 PROGETTO E VERIFICA ARMATURE A TAGLIO

Il progetto e la verifica delle armature a taglio delle armature sono volti secondo quanto riportato al §7.9.5.1.1 delle NTC 18 e nello specifico secondo le espressioni 7.9.10a, 7.9.10b, 7.9.11.

Si procede dunque alla determinazione per ogni pila, sulla base delle caratteristiche geometriche e quantitativi di armatura a flessione presenti, del momento ultimo resistente ( $M_{i,prc}$ ) in condizioni di pressoflessione retta separatamente per entrambe le direzioni.

Essendo lo schema di vincolo delle pile “a mensola” il momento resistente superiore risulta essere pari a 0.

Il valore del taglio agente per l'espressione 7.9.11 è determinato sulla base dell'analisi strutturale in condizioni sismiche di cui al precedente paragrafo.

Si riporta di seguito in forma tabellare la risoluzione della formulazione 7.9.10a per tutte le pile. Sulla base dei  $V_{ed}$  ottenuti verrà progettata l'armatura a taglio per entrambe le direzioni.

P1			P2			P3		
	M(trasv)	M(long)		M(trasv)	M(long)		M(trasv)	M(long)
Mrd [kNm]	67843	38518	Mrd [kNm]	91511	47372	Mrd [kNm]	113734	59756
Lp [m]	6.40	6.4	Lp [m]	7.80	7.8	Lp [m]	9.40	9.4
V <sub>Prc</sub> [kN]	10600	6018	V <sub>Prc</sub> [kN]	11732	6073	V <sub>Prc</sub> [kN]	12099	6357
V <sub>e</sub> [kN]	3109	4779	V <sub>e</sub> [kN]	3937	4739	V <sub>e</sub> [kN]	4247	4788
g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.06	g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.08	g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.12
V <sub>ed</sub> [kN]	13251	6373	V <sub>ed</sub> [kN]	14665	6556	V <sub>ed</sub> [kN]	15124	7121

P4			P5			P6		
	M(trasv)	M(long)		M(trasv)	M(long)		M(trasv)	M(long)
Mrd [kNm]	120276	59469	Mrd [kNm]	123163	59035	Mrd [kNm]	122030	59184
Lp [m]	10.80	10.8	Lp [m]	10.80	10.8	Lp [m]	10.80	10.8
V <sub>Prc</sub> [kN]	11137	5506	V <sub>Prc</sub> [kN]	11404	5466	V <sub>Prc</sub> [kN]	11299	5480
V <sub>e</sub> [kN]	5188	4543	V <sub>e</sub> [kN]	5974	4673	V <sub>e</sub> [kN]	5489	4592
g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.01	g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.00	g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.00
V <sub>ed</sub> [kN]	13921	5575	V <sub>ed</sub> [kN]	14255	5466	V <sub>ed</sub> [kN]	14124	5480

P7			P8			P9		
	M(trasv)	M(long)		M(trasv)	M(long)		M(trasv)	M(long)
Mrd [kNm]	116922	59557	Mrd [kNm]	113936	59618	Mrd [kNm]	92053	47237
Lp [m]	10.30	10.3	Lp [m]	8.90	8.9	Lp [m]	7.50	7.5
V <sub>Prc</sub> [kN]	11352	5782	V <sub>Prc</sub> [kN]	12802	6699	V <sub>Prc</sub> [kN]	12274	6298
V <sub>e</sub> [kN]	4826	4813	V <sub>e</sub> [kN]	4210	4776	V <sub>e</sub> [kN]	3986	4739
g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.00	g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.18	g <sub>bd</sub> [-]	1.25	1.12
V <sub>ed</sub> [kN]	14190	5790	V <sub>ed</sub> [kN]	16002	7908	V <sub>ed</sub> [kN]	15342	7063

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	87

P10		
	M(trasv)	M(long)
<b>Mrd [kNm]</b>	68734	38544
<b>Lp [m]</b>	6.00	6
<b>V<sub>Prc</sub> [kN]</b>	11456	6424
<b>V<sub>e</sub> [kN]</b>	3134	4751
<b>g<sub>bd</sub> [-]</b>	1.25	1.14
<b>V<sub>ed</sub> [kN]</b>	14320	7327

Figura 91 – Determinazione taglio resistente P1-P10

Dalle precedenti tabelle si ricavano i massimi tagli trasversali e longitudinali di progetto che risultano essere:

$V_{edy} = 16002 \text{ kN (P8)} \rightarrow V_{ed}$  analisi strutturale

$V_{edy} = 7327 \text{ kN (P10)} \rightarrow V_{ed}$  analisi strutturale

La determinazione della resistenza a taglio è differenziata per la direzione longitudinale e la direzione trasversale: Il valore del taglio resistente è valutato secondo le formulazioni delle NTC 18 per elementi armati a taglio considerando il minimo delle resistenze tra cls e dell'acciaio calcolate considerando, sulla base delle caratteristiche geometriche delle pile, l'angolo di inclinazione delle bielle di calcestruzzo pari a  $45^\circ$

In direzione trasversale la resistenza a taglio è affidata alle staffe 2b  $\phi 20/10\text{cm}$  + un'ulteriore spilla  $\phi 20/10\text{cm}$  tre le 2 estremità delle armature per un totale di 3b $\phi 20/10\text{cm}$

In direzione longitudinale la resistenza a taglio è affidata alle staffe 2b  $\phi 20/10\text{cm}$  + ulteriori spille  $\phi 16/50 \times 20\text{cm}$

SEZIONE				SEZIONE			
b <sub>w</sub>	=	200	cm	b <sub>w</sub>	=	500	cm
h	=	500	cm	h	=	200	cm
c	=	3	cm	c	=	3	cm
d	=	h-c	= 497 cm	d	=	h-c	= 197 cm
MATERIALI				MATERIALI			
f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa	f <sub>ywd</sub>	=	391.30	MPa
R <sub>ck</sub>	=	40.00	MPa	R <sub>ck</sub>	=	40.00	MPa
γ <sub>c</sub>	=	1.5		γ <sub>c</sub>	=	1.5	
f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.20 MPa	f <sub>ck</sub>	=	0.83xR <sub>ck</sub>	= 33.20 MPa
f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa	f <sub>cd</sub>	=	0.85xf <sub>ck</sub> /γ <sub>c</sub>	= 18.81 MPa
ARMATURE A TAGLIO				ARMATURE A TAGLIO			
φ <sub>st</sub>	=	20		φ <sub>st</sub>	=	20	
braccia	=	3		braccia	=	2	
φ <sub>st2</sub>	=	0		φ <sub>st2</sub>	=	16	
braccia	=	0		braccia	=	3	
passo	=	10	cm	passo	=	10	cm
(A <sub>sw</sub> / s)	=	94.248	cm <sup>2</sup> / m	(A <sub>sw</sub> / s)	=	123.150	cm <sup>2</sup> / m
α	=	90	° (90° staffe verticali)	α	=	90	° (90° staffe verticali)
ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO				ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO			
Armatura trasversale	cot(θ) = 1.00	(θ) = 45.00		Armatura trasversale	cot(θ) = 1.00	(θ) = 45.00	
V <sub>Rd</sub> = 16496.05 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )			V <sub>Rd</sub> = 8543.87 (KN)	min(V <sub>Rsd</sub> , V <sub>Rcd</sub> )		

Figura 92 – Taglio resistente direzione trasversale e direzione longitudinale

Risulta:

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>88</b>

$V_{rdy} > V_{ed,y} \rightarrow 16469\text{kN} > 16002 \text{ kN} \rightarrow$  Verifica soddisfatta

$V_{rdx} > V_{ed,y} \rightarrow 8543\text{kN} > 7327 \text{ kN} \rightarrow$  Verifica soddisfatta

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	89

### 12.3 VERIFICHE A SCORRIMENTO PER ELEMENTI TOZZI

La verifica a scorrimento è effettuata ai sensi del § al §7.9.5.1.1 delle NTC 18.

Per elementi tozzi con  $\alpha < 2.0$  (§7.9.2.1) deve essere eseguita anche la verifica a scorrimento. Il coefficiente  $\alpha$  è valutato in entrambe le direzioni mediante l'espressione  $\alpha = L/H$ , ove L nel caso in esame è l'altezza della pila (distanza tra la zona di cerniera plastica e la zona a momento nullo ovvero la sommità), H sono le dimensioni nelle direzioni longitudinali e trasversali.

	L [m]	H <sub>trasv</sub> [m]	H <sub>long</sub> [m]	$\alpha_{trasv}$	$\alpha_{long}$
<b>P1</b>	6.40	5	2	<b>1.28</b>	3.20
<b>P2</b>	7.80	5	2	<b>1.56</b>	3.90
<b>P3</b>	9.40	5	2	<b>1.88</b>	4.70
<b>P4</b>	10.80	5	2	2.16	5.40
<b>P5</b>	10.80	5	2	2.16	5.40
<b>P6</b>	10.80	5	2	2.16	5.40
<b>P7</b>	10.30	5	2	2.06	5.15
<b>P8</b>	8.90	5	2	<b>1.78</b>	4.45
<b>P9</b>	7.50	5	2	<b>1.50</b>	3.75
<b>P10</b>	6.00	5	2	<b>1.20</b>	3.00

Come si evince dalla precedente tabella, la verifica a scorrimento si ritiene necessaria per le pile P1, P2, P3, P8, P9, P10 e si effettua calcolando la resistenza a taglio (tranciamento) delle armature longitudinali presenti.

La resistenza a tranciamento si determina come:  $V_{rd} = Af \times f_{yd} / \text{rad}q^3$

La verifica è riportata di seguito in forma tabellare.

	L [m]	H <sub>trasv</sub> [m]	H <sub>long</sub> [m]	$\alpha_{trasv}$	$\alpha_{long}$	n° barre	$\phi$ barre [mm]	V <sub>rd</sub> [kN]	V <sub>ed</sub> [kN]	V <sub>ed</sub> < V <sub>rd</sub>
<b>P1</b>	6.40	5	2	<b>1.28</b>	3.20	171	26	20500	13251	VERO
<b>P2</b>	7.80	5	2	<b>1.56</b>	3.90	229	26	27454	14665	VERO
<b>P3</b>	9.40	5	2	<b>1.88</b>	4.70	229	30	36551	15124	VERO
<b>P4</b>	10.80	5	2	2.16	5.40					
<b>P5</b>	10.80	5	2	2.16	5.40					
<b>P6</b>	10.80	5	2	2.16	5.40					
<b>P7</b>	10.30	5	2	2.06	5.15					
<b>P8</b>	8.90	5	2	<b>1.78</b>	4.45	171	30	27293	16002	VERO
<b>P9</b>	7.50	5	2	<b>1.50</b>	3.75	229	26	27454	15342	VERO
<b>P10</b>	6.00	5	2	<b>1.20</b>	3.00	229	26	27454	14320	VERO

La verifica è soddisfatta.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>90</b>

## 12.4 VERIFICHE PILE SLE

Si riportano di seguito le verifiche tensionali per le combinazioni rara e quasi permanente e le verifiche a fessurazione per la combinazione frequente.

Le verifiche sono svolte con l'ausilio del software presfle+.

### 12.4.1 Fusto pila 1

#### 12.4.1.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
510	SLE-R1(max)	I[331]	-8681	-164	131	283	2630	1817
510	SLE-R2(max)	I[331]	-8980	193	131	131	2630	5853
510	SLE_QP	I[331]	-8852	0	131	0	835	0
510	SLE-R1(min)	I[331]	-10976	-204	131	-246	-960	-3327
510	SLE-R2(min)	I[331]	-11276	153	131	-399	-960	709
510	SLE-R1(all)	I[331]	-10976	-204	131	283	2630	-3327
510	SLE-R2(all)	I[331]	-11276	193	131	-399	2630	5853

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[331]	-18166900	-26298900	-868134	-16.94	-2.86
I[331]	-58530900	-26298900	-898046	-21.43	58.72
I[331]	0	-8352000	-885159	-10.76	-95.42
I[331]	33273800	9600000	-1097648	-16.34	-73.76
I[331]	-7090200	9600000	-1127560	-13.97	-116.92
I[331]	33273800	-26298900	-1097648	-20.56	-15.33
I[331]	-58530900	-26298900	-1127560	-23.29	17.31

Figura 93 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

#### 12.4.1.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	91

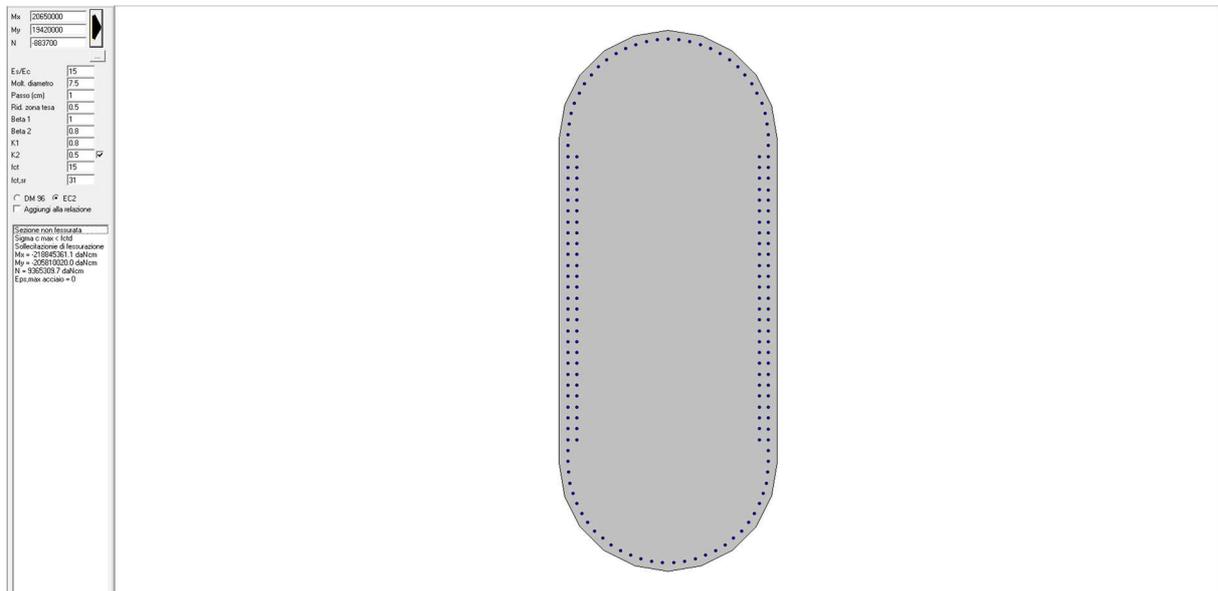


Figura 94 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

## 12.4.2 Fusto pila 2

### 12.4.2.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1047	SLE-R1(max)	I[686]	-8999	-172	131	305	2813	1560
1047	SLE-R2(max)	I[686]	-9298	202	131	161	2813	6352
1047	SLE_QP	I[686]	-9170	0	131	0	1018	0
1047	SLE-R1(min)	I[686]	-11295	-205	131	-254	-777	-3764
1047	SLE-R2(min)	I[686]	-11594	168	131	-398	-777	1029
1047	SLE-R1(all)	I[686]	-11295	-205	131	305	2813	-3764
1047	SLE-R2(all)	I[686]	-11594	202	131	-398	2813	6352

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[686]	-15596000	-28131000	-899917	-16.7	-5.05
I[686]	-63522000	-28131000	-929828	-21.42	60.46
I[686]	0	-10179000	-916988	-11.06	-89.32
I[686]	37640000	7773000	-1129477	-15.82	-76.37
I[686]	-10286000	7773000	-1159389	-13.44	-119.49
I[686]	37640000	-28131000	-1129477	-20.64	-9.77
I[686]	-63522000	-28131000	-1159389	-23.21	20.79

Figura 95 – Esisto verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>92</b>

#### 12.4.2.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

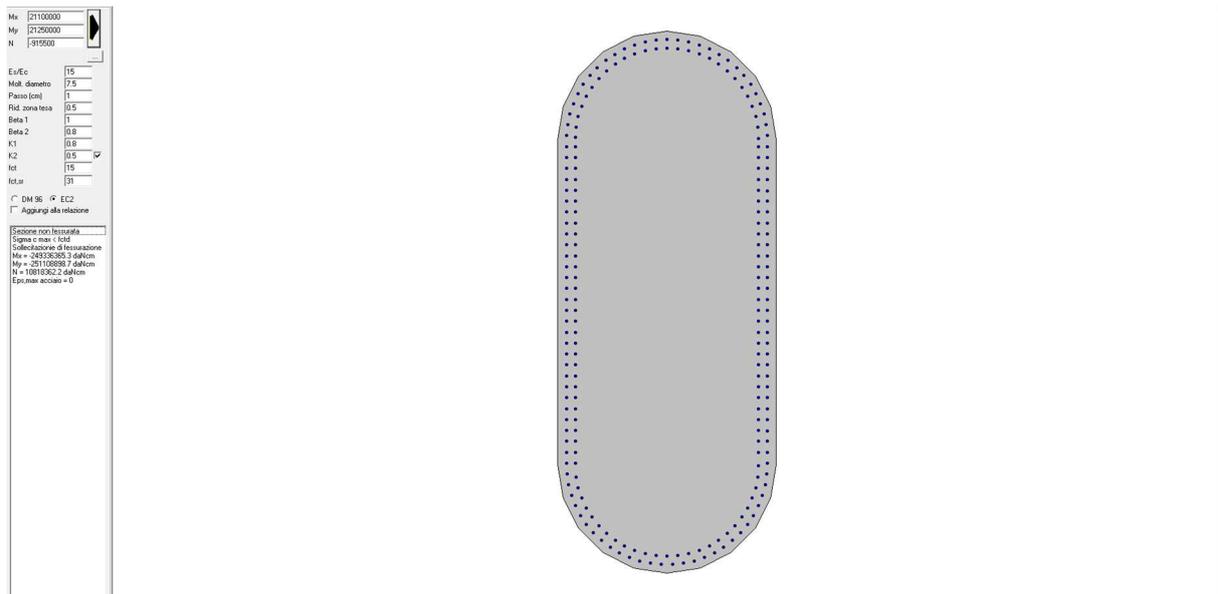


Figura 96 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

### 12.4.3 Fusto pila 3

#### 12.4.3.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1584	SLE-R1(max)	I[1041]	-9363	-172	131	316	3022	1236
1584	SLE-R2(max)	I[1041]	-9662	204	131	180	3022	6619
1584	SLE_QP	I[1041]	-9534	0	131	0	1227	0
1584	SLE-R1(min)	I[1041]	-11659	-208	131	-255	-569	-4057
1584	SLE-R2(min)	I[1041]	-11958	169	131	-392	-569	1327
1584	SLE-R1(all)	I[1041]	-11659	-208	131	316	3022	-4057
1584	SLE-R2(all)	I[1041]	-11958	204	131	-392	3022	6619

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[1041]	-12356400	-30219000	-936293	-16.16	-9.76
I[1041]	-66194200	-30219000	-966204	-20.95	56.93
I[1041]	0	-12267000	-953364	-11.21	-83.67
I[1041]	40565700	5685000	-1165853	-15.18	-78.83
I[1041]	-13272200	5685000	-1195765	-12.74	-121.95
I[1041]	40565700	-30219000	-1165853	-20.31	-7.78
I[1041]	-66194200	-30219000	-1195765	-22.68	20.24

Figura 97 – Esisto verifiche tensionali

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>93</b>

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

#### 12.4.3.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

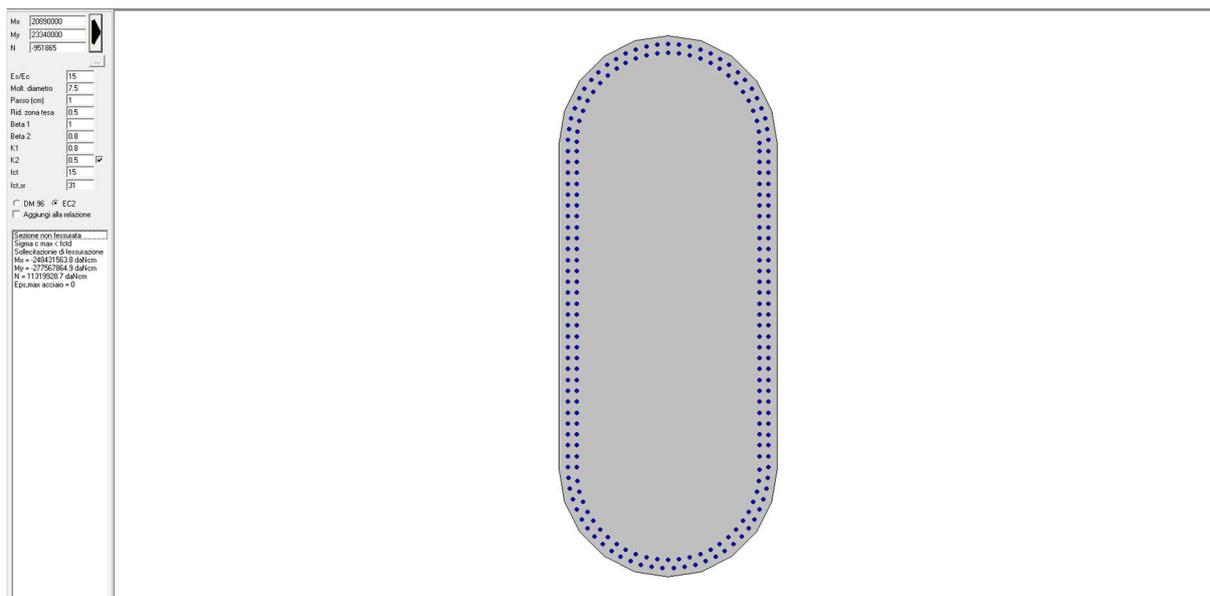


Figura 98 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

### 12.4.4 Fusto pila 4

#### 12.4.4.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
2122	SLE-R1(max)	I[1397]	-9681	-173	131	291	3205	959
2122	SLE-R2(max)	I[1397]	-9980	204	131	222	3205	6814
2122	SLE_QP	I[1397]	-9852	0	131	0	1409	0
2122	SLE-R1(min)	I[1397]	-11977	-209	131	-269	-386	-4282
2122	SLE-R2(min)	I[1397]	-12276	168	131	-338	-386	1573
2122	SLE-R1(all)	I[1397]	-11977	-209	131	291	3205	-4282
2122	SLE-R2(all)	I[1397]	-12276	204	131	-338	3205	6814

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nei cls e nell'acciaio

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>94</b>

	Mx	My	N	sc	sf
I[1397]	-9593100	-32046000	-968122	-16.69	-10.9
I[1397]	-68142900	-32046000	-998033	-21.83	61.7
I[1397]	0	-14094000	-985193	-11.92	-81.8
I[1397]	42823700	3858000	-1197682	-15.45	-82.54
I[1397]	-15726100	3858000	-1227594	-12.87	-128.03
I[1397]	42823700	-32046000	-1197682	-21.19	-3.45
I[1397]	-68142900	-32046000	-1227594	-23.54	24.43

Figura 99 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

#### 12.4.4.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

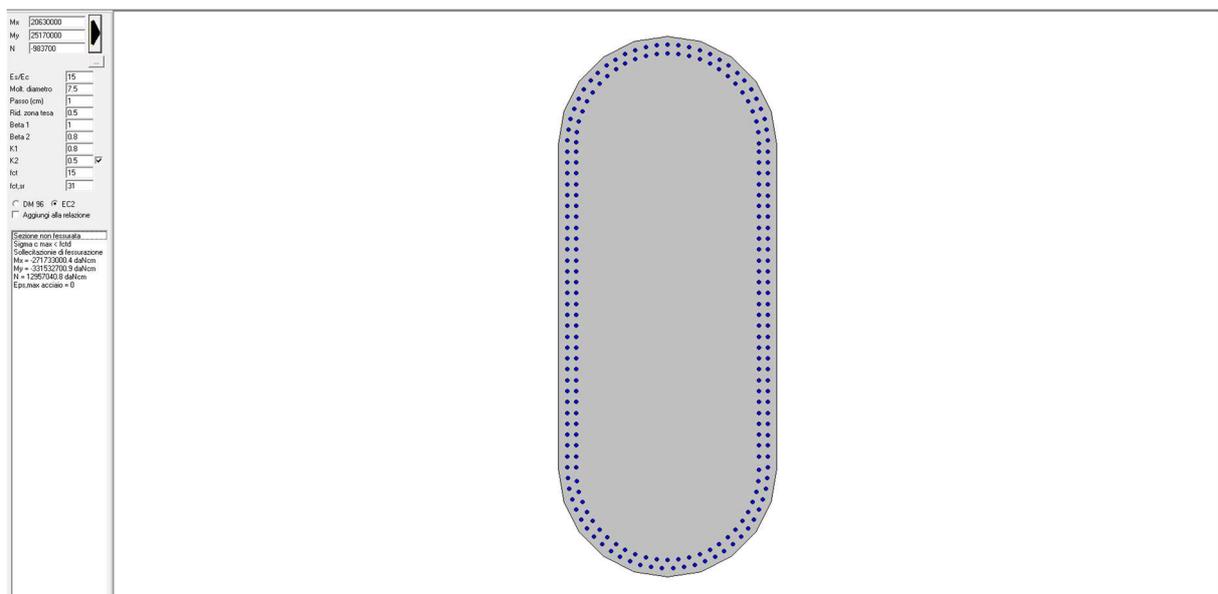


Figura 100 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

### 12.4.5 Fusto pila 5

#### 12.4.5.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
2662	SLE-R1(max)	I[1755]	-9681	-173	131	289	3205	950
2662	SLE-R2(max)	I[1755]	-9980	206	131	227	3205	6867
2662	SLE_QP	I[1755]	-9852	0	131	0	1409	0
2662	SLE-R1(min)	I[1755]	-11977	-209	131	-272	-386	-4323
2662	SLE-R2(min)	I[1755]	-12276	170	131	-335	-386	1593
2662	SLE-R1(all)	I[1755]	-11977	-209	131	289	3205	-4323
2662	SLE-R2(all)	I[1755]	-12276	206	131	-335	3205	6867

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[1755]	-9503900	-32046000	-968122	-16.68	-10.99
I[1755]	-68667000	-32046000	-998033	-21.88	62.61
I[1755]	0	-14094000	-985193	-11.92	-81.8
I[1755]	43229800	3858000	-1197682	-15.5	-81.9
I[1755]	-15933400	3858000	-1227594	-12.89	-127.74
I[1755]	43229800	-32046000	-1197682	-21.22	-2.95
I[1755]	-68667000	-32046000	-1227594	-23.59	25.17

Figura 101 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

#### 12.4.5.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

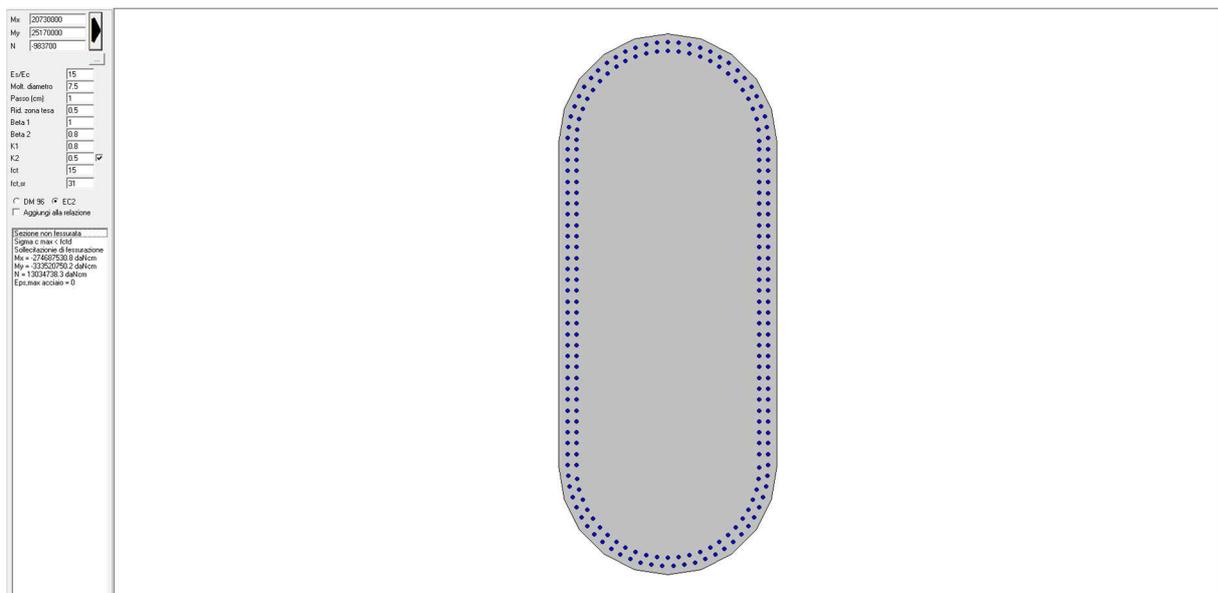


Figura 102 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSULETTE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>96</b>

## 12.4.6 Fusto pila 6

### 12.4.6.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
3202	SLE-R1(max)	I[2113]	-9681	-173	131	274	3205	955
3202	SLE-R2(max)	I[2113]	-9980	205	131	236	3205	6851
3202	SLE_QP	I[2113]	-9852	0	131	0	1409	0
3202	SLE-R1(min)	I[2113]	-11977	-209	131	-276	-386	-4310
3202	SLE-R2(min)	I[2113]	-12276	170	131	-314	-386	1586
3202	SLE-R1(all)	I[2113]	-11977	-209	131	-276	3205	-4310
3202	SLE-R2(all)	I[2113]	-12276	205	131	-314	3205	6851

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[2113]	-9546200	-32046000		-968122	-16.68
I[2113]	-68505400	-32046000		-998033	-21.87
I[2113]	0	-14094000		-985193	-11.92
I[2113]	43099000	3858000		-1197682	-15.48
I[2113]	-15860200	3858000		-1227594	-12.88
I[2113]	43099000	-32046000		-1197682	-21.21
I[2113]	-68505400	-32046000		-1227594	-23.58

Figura 103 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

### 12.4.6.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

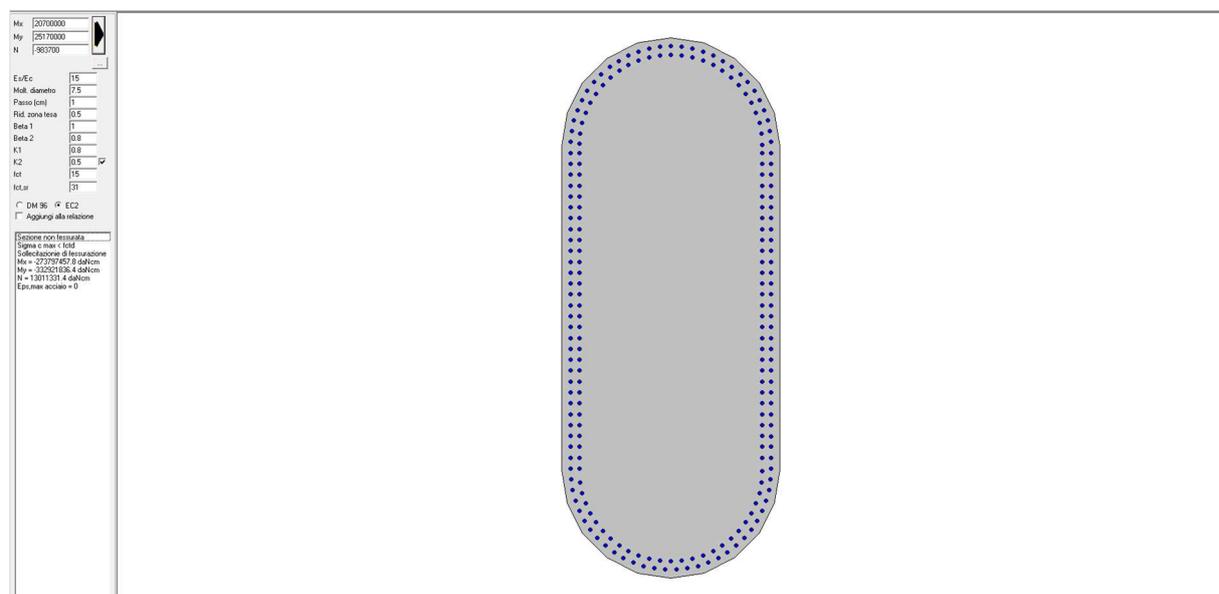


Figura 104 – Esisto verifica di fessurazione

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	97

La sezione risulta non fessurata.

## 12.4.7 Fusto pila 7

### 12.4.7.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
3741	SLE-R1(max)	I[2470]	-9568	-173	131	247	3139	1061
3741	SLE-R2(max)	I[2470]	-9867	204	131	247	3139	6755
3741	SLE_QP	I[2470]	-9738	0	131	0	1344	0
3741	SLE-R1(min)	I[2470]	-11863	-208	131	-280	-451	-4208
3741	SLE-R2(min)	I[2470]	-12162	170	131	-281	-451	1486
3741	SLE-R1(all)	I[2470]	-11863	-208	131	-280	3139	-4208
3741	SLE-R2(all)	I[2470]	-12162	204	131	-281	3139	6755

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[2470]	-10612100	-31393500	-956754	-16.5	-10.46
I[2470]	-67548900	-31393500	-986666	-21.53	60.17
I[2470]	0	-13441500	-973826	-11.67	-82.47
I[2470]	42076600	4510500	-1186315	-15.35	-81.27
I[2470]	-14860200	4510500	-1216226	-12.82	-125.97
I[2470]	42076600	-31393500	-1186315	-20.88	-4.92
I[2470]	-67548900	-31393500	-1216226	-23.24	23.07

Figura 105 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

### 12.4.7.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	98

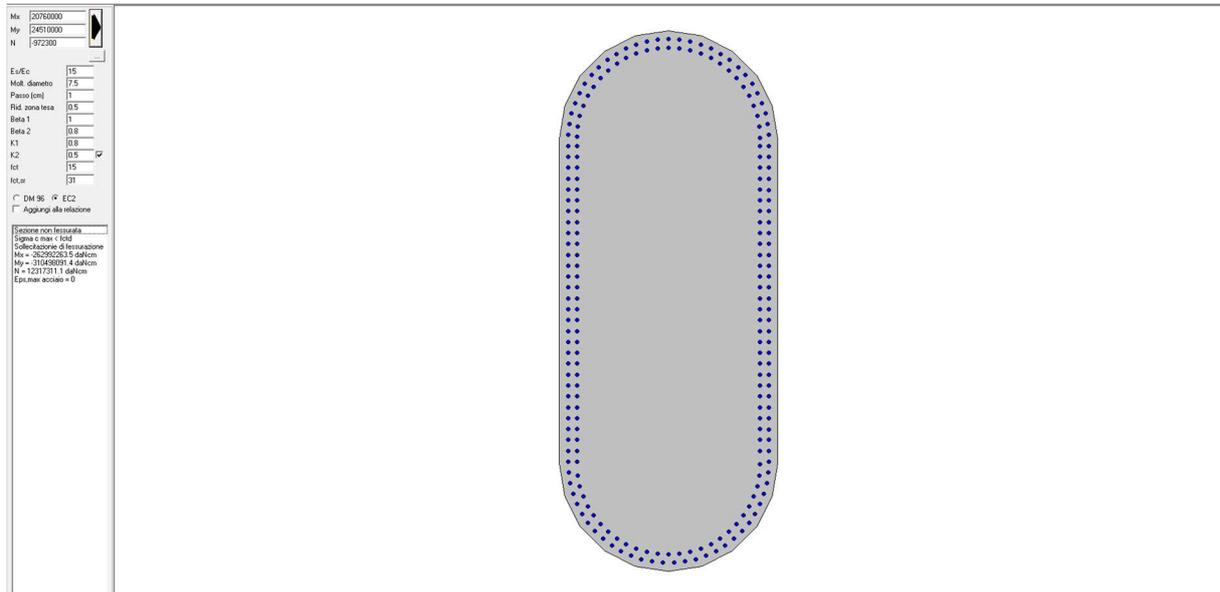


Figura 106 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

## 12.4.8 Fusto pila 8

### 12.4.8.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4279	SLE-R1(max)	I[2826]	-9249	-173	131	236	2957	1342
4279	SLE-R2(max)	I[2826]	-9548	203	131	230	2957	6550
4279	SLE_QP	I[2826]	-9420	0	131	0	1161	0
4279	SLE-R1(min)	I[2826]	-11545	-206	131	-277	-634	-3973
4279	SLE-R2(min)	I[2826]	-11844	170	131	-283	-634	1235
4279	SLE-R1(all)	I[2826]	-11545	-206	131	-277	2957	-3973
4279	SLE-R2(all)	I[2826]	-11844	203	131	-283	2957	6550

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[2826]	-13423400	-29566500	-924925	-16.97	-8.44
I[2826]	-65500200	-29566500	-954837	-22.32	67.81
I[2826]	0	-11614500	-941997	-11.58	-88.95
I[2826]	39731300	6337500	-1154485	-16.22	-77.48
I[2826]	-12345500	6337500	-1184397	-13.51	-125.29
I[2826]	39731300	-29566500	-1154485	-21.37	-6.31
I[2826]	-65500200	-29566500	-1184397	-24.06	26.68

Figura 107 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

#### 12.4.8.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

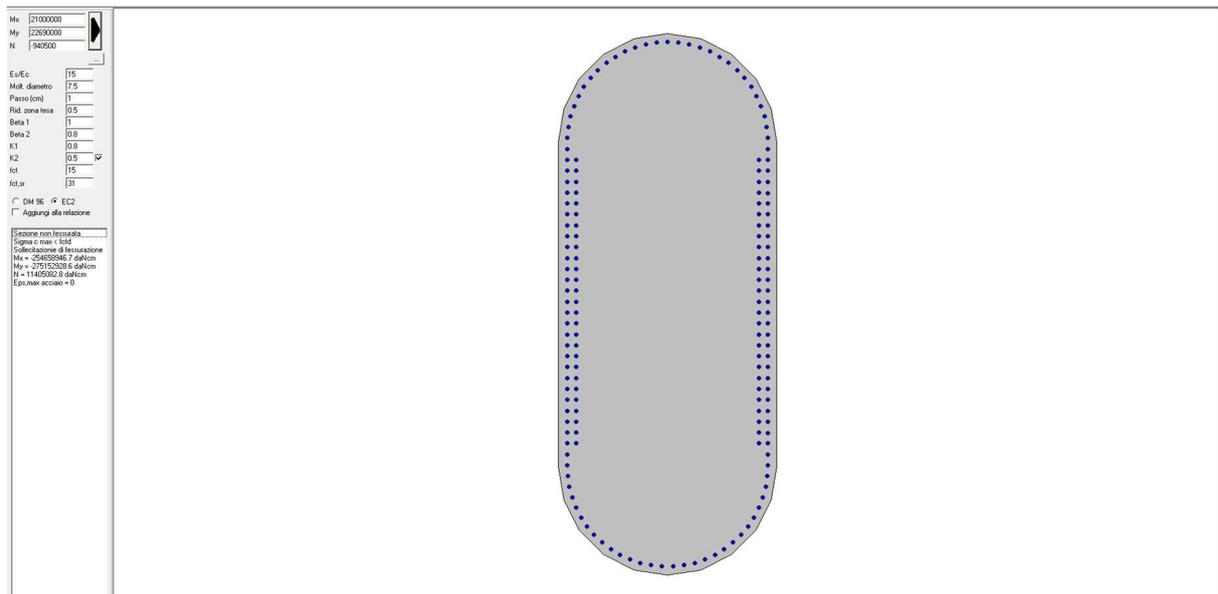


Figura 108 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

### 12.4.9 Fusto pila 9

#### 12.4.9.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
4817	SLE-R1(max)	I[3182]	-8931	-172	131	221	2774	1627
4817	SLE-R2(max)	I[3182]	-9230	201	131	213	2774	6303
4817	SLE_QP	I[3182]	-9102	0	131	0	979	0
4817	SLE-R1(min)	I[3182]	-11227	-203	131	-274	-816	-3708
4817	SLE-R2(min)	I[3182]	-11526	170	131	-281	-816	968
4817	SLE-R1(all)	I[3182]	-11227	-203	131	-274	2774	-3708
4817	SLE-R2(all)	I[3182]	-11526	201	131	-281	2774	6303

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nel cls e nell'acciaio

	Mx	My	N	sc	sf
I[3182]	-16273800	-27739500	-893096	-16.59	-4.73
I[3182]	-63029600	-27739500	-923008	-21.2	59.14
I[3182]	0	-9787500	-910168	-10.9	-89.79
I[3182]	37076700	8164500	-1122656	-15.78	-75.21
I[3182]	-9679000	8164500	-1152568	-13.42	-117.92
I[3182]	37076700	-27739500	-1122656	-20.43	-10.9
I[3182]	-63029600	-27739500	-1152568	-23	19.67

Figura 109 – Esisti verifiche tensionali

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>100</b>

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

#### 12.4.9.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

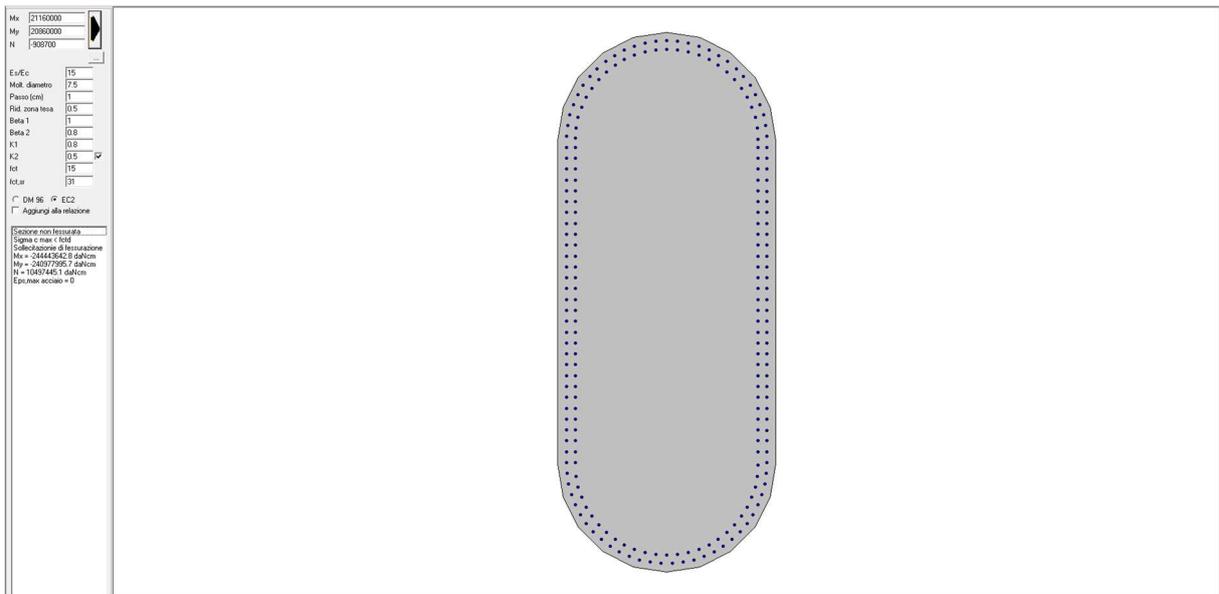


Figura 110 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

### 12.4.10 Fusto pila 10

#### 12.4.10.9 Verifiche tensionali

Le verifiche sono riportate di seguito in forma tabellare.

Frame	OutputCase	Station	P	V3 (trasv)	V2 (long)	T	M3	M2
Text	Text	m	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
5354	SLE-R1(max)	I[3537]	-8590	-170	131	105	2578	1917
5354	SLE-R2(max)	I[3537]	-8890	193	131	248	2578	5874
5354	SLE_QP	I[3537]	-8761	0	131	0	783	0
5354	SLE-R1(min)	I[3537]	-10886	-196	131	-279	-1012	-3322
5354	SLE-R2(min)	I[3537]	-11185	167	131	-136	-1012	634
5354	SLE-R1(all)	I[3537]	-10886	-196	131	-279	2578	-3322
5354	SLE-R2(all)	I[3537]	-11185	193	131	248	2578	5874

Si ottengono i seguenti valori di tensione massimi nei cls e nell'acciaio

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSULETTE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>

	Mx	My	N	sc	sf
I[3537]	-19172600	-25782000	-859040	-16.79	-2.22
I[3537]	-58736100	-25782000	-888952	-21.23	58.64
I[3537]	0	-7830000	-876065	-10.53	-96.09
I[3537]	33224300	10116900	-1088554	-16.36	-70.91
I[3537]	-6339200	10116900	-1118465	-13.96	-114.62
I[3537]	33224300	-25782000	-1088554	-20.33	-15.98
I[3537]	-58736100	-25782000	-1118465	-23.09	17.14

Figura 111 – Esisti verifiche tensionali

I valori di tensione calcolati sono contenuti nei limiti di cui al precedente paragrafo 8.2.1.

#### 12.4.10.10 Verifiche di fessurazione

Considerata l'uniformità delle sollecitazioni nelle combinazioni relative alle verifiche di fessurazione, queste ultime sono svolte con riferimento ad una sola combinazione maggiormente gravosa.

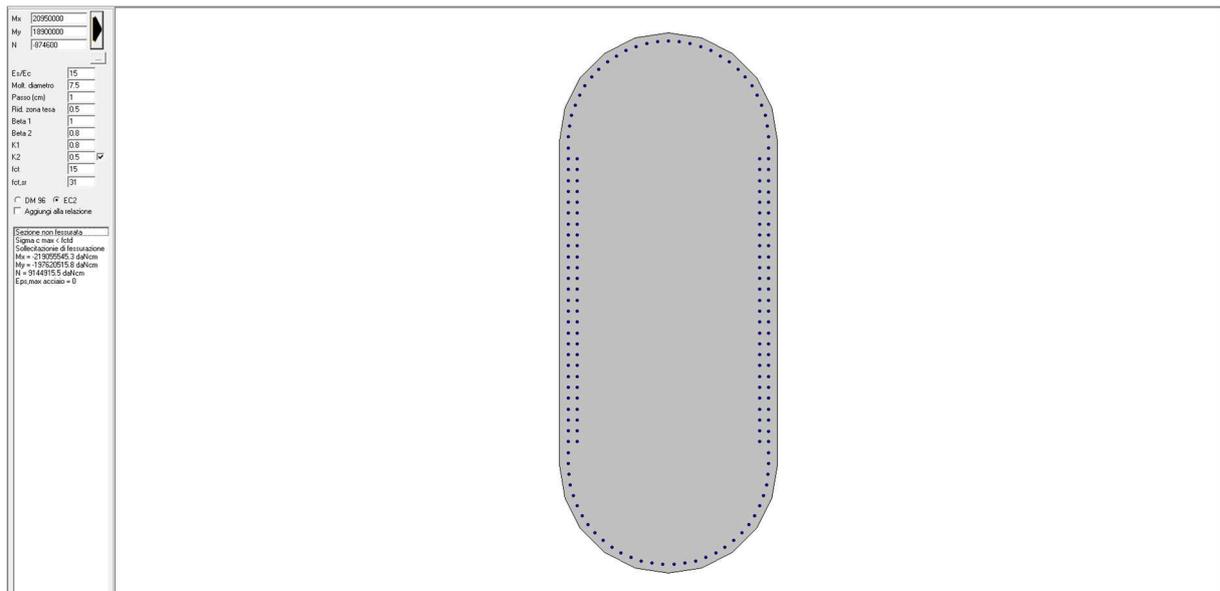


Figura 112 – Esisto verifica di fessurazione

La sezione risulta non fessurata.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>

## 12.5 PLINTO DI FONDAZIONE

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza allo SLU e SLV per i plinti di fondazione delle pile. La verifica è svolta con riferimento alle pile maggiormente sollecitate che risultano essere la P4 e P5. Per le altre pile, gli output di calcolo restituiscono valori delle sollecitazioni minori. Tutti i plinti hanno la stessa geometria e sono armati con i medesimi quantitativi di armatura.

Plinto di fondazione  
SLU

$$M_{xx(long)max} = 2155 \text{ kNm/m}; M_{xx min} = -427 \text{ kNm/m}; M_{yy,max} = 1483 \text{ kNm/m}; M_{yy,min} = -745 \text{ kNm/m}; V_{max} = 1360 \text{ kN/m}$$

ENV SLV (q=1)

$$M_{xx(long)max} = 5565 \text{ kNm/m}; M_{xx min} = -3890 \text{ kNm/m}; M_{yy,max} = 3682 \text{ kNm/m}; M_{yy,min} = -3385 \text{ kNm/m}; V_{max} = 2958 \text{ kN/m}$$

Dati sezione di verifica e quantitativi di armatura:

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

$$H = 200 \text{ cm}$$

Armatura longitudinale superiore:  $\phi 26/10 \text{ cm} + \phi 26/20 \text{ cm}$

Armatura longitudinale inferiore:  $\phi 26/10 \text{ cm} + \phi 26/10 \text{ cm}$

Spilli:  $\phi 16/30 \times 30 \text{ cm}$

Armatura trasversale superiore:  $\phi 26/10 \text{ cm} + \phi 26/20 \text{ cm}$

Armatura trasversale inferiore:  $\phi 26/10 \text{ cm} + \phi 26/20 \text{ cm}$

Le verifiche a pressoflessione sono svolte con l'ausilio del software VcaSLU con riferimento alla combinazione SLV

In direzione longitudinale:

The screenshot shows the VcaSLU software interface for the verification of a foundation slab. The main window title is "Verifica C.A. S.L.U. - File: Plinto\_Long 26\_10". The menu bar includes "File", "Materiali", "Opzioni", "Visualizza", "Progetto", "Sez. Rett.", "Sismica", and "Normativa: NTC 2008".

The interface is divided into several sections:

- Titolo:** A text field for the title.
- N° figure elementari:** Set to 1.
- N° strati barre:** Set to 4.
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	53.09	8
2	53.09	192
3	26.55	15
4	53.09	185
- Sollecitazioni:**
  - S.L.U. (selected) / Metodo n
  - N<sub>Ed</sub>: 0 kN
  - M<sub>Ed</sub>: 0 kNm
  - M<sub>yEd</sub>: 0
- P.to applicazione N:**
  - Centro (selected) / Baricentro cls
  - Coord. [cm]: xN=0, yN=0
- Materiali:**
  - B450C: E<sub>su</sub> 67.5%, f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm², E<sub>s</sub> 200'000 N/mm², E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15, E<sub>syd</sub> 1.957%, σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²
  - C25/30: ε<sub>c2</sub> 2%, ε<sub>cu</sub> 3.5%, f<sub>cd</sub> 14.17, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8, σ<sub>c,adm</sub> 9.75, τ<sub>co</sub> 0.6
- M<sub>Rd</sub>:** 7501 kN m
- σ<sub>c</sub>:** -14.17 N/mm²
- σ<sub>s</sub>:** 391.3 N/mm²
- ε<sub>s</sub>:** 3.5%
- ε<sub>s</sub>:** 35.92%
- d:** 192 cm
- x/d:** 17.05, x/d: 0.08878

Figura 12-113: Verifica platea direzione longitudinale momento positivo

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>	REV <b>B</b>

Il momento flettente positivo agente  $M_{sd}$  è minore del momento resistente  $M_{Rd} \rightarrow 5565$  (2155 SLU) < 7501 kNm  $\rightarrow$  Verifica soddisfatta.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Plinto\_Long 26\_10\_negativo

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica  
Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53.09	8
			2	53.09	192
			3	26.55	15
			4	53.09	185

Sollecitazioni  
S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Materiali

ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  ‰ f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ‰  
ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰

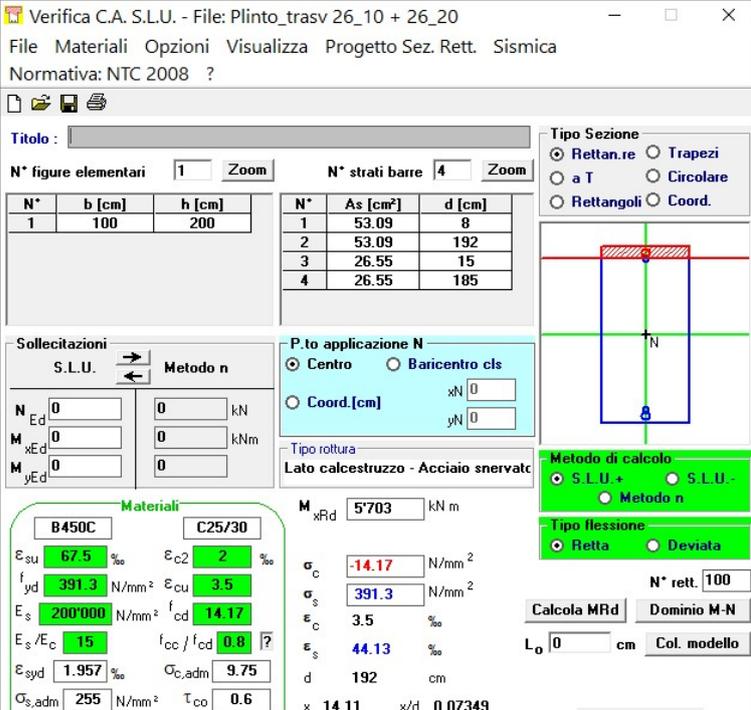
M<sub>xRd</sub>  kNm  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d

Figura 12-114: Verifica platea direzione longitudinale momento negativo

Il momento flettente negativo agente  $M_{sd}$  è minore del momento resistente  $M_{Rd} \rightarrow 3829$  (427 SLU) < 5706 kNm  $\rightarrow$  Verifica soddisfatta.

In direzione trasversale la sezione è armata in modo simmetrico.

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>	REV <b>B</b>



Verifica C.A. S.L.U. - File: Plinto\_trasv 26\_10 + 26\_20

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 4 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53.09	8
			2	53.09	192
			3	26.55	15
			4	26.55	185

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> 0 kNm  
M<sub>xEd</sub> 0  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali  
 B450C C25/30  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  14.17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6

M<sub>xRd</sub> 5703 kNm  
 $\sigma_c$  -14.17 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  44.13 ‰  
 d 192 cm  
 x 14.11 x/d 0.07349

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Figura 12-115: Verifica platea direzione trasversale

Il momento flettente positivo agente  $M_{sd}$  è minore del momento resistente  $M_{Rd} \rightarrow 3682$  (1483 SLU) < 5703 kNm  $\rightarrow$  Verifica soddisfatta.

Il momento flettente negativo agente  $M_{sd}$  è minore del momento resistente  $M_{Rd} \rightarrow 3385$  (745 SLU) < 5703 kNm  $\rightarrow$  Verifica soddisfatta.

Con riferimento alle azioni taglianti la resistenza della sezione è determinata secondo le indicazioni delle NTC di cui ai precedenti paragrafi.

La verifica è svolta determinando il taglio resistente della sezione con armature a taglio (spilli).

La verifica è svolta con riferimento alla combinazione SLV che risulta essere la più gravosa.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	105

<b>SEZIONE</b>					
$b_w$	=	100	cm		
$h$	=	200	cm		
$c$	=	5	cm		
$d$	=	$h-c$	=	195	cm
<b>MATERIALI</b>					
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa		
$R_{ck}$	=	30.00	MPa		
$\gamma_c$	=	1.5			
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	24.90	MPa
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	14.11	MPa
<b>ARMATURE A TAGLIO</b>					
$\varnothing_{st}$	=	16			
braccia	=	11.11			
$\varnothing_{st2}$	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	100	cm		
$(A_{sw} / s)$	=	22.338	cm <sup>2</sup> / m		
$\alpha$	=	90	°	(90° staffe verticali)	
<b>ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO</b>					
<b>Armatura trasversale</b>		$\cot(\theta) = 2.50$	$(\theta) = 21.80$		
<b><math>V_{Rd} = 3835.32 (KN)</math></b>		<b><math>\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})</math></b>			

Figura 12-116: Resistenza a taglio sezione con spilli

Nella sezione di base il taglio agente  $V_{sd}$  è minore del taglio resistente  $V_{Rd} \rightarrow 2958 < 3835 \text{ kN} \rightarrow$  Verifica soddisfatta.

#### 12.5.1.1 Verifiche SLE

Risultano i seguenti valori di sollecitazioni in combinazione rara

$$SLE, \text{rara: } M_{xx, \max} = 1539 \text{ kNm/m, } M_{xx, \min} = -305 \text{ kNm/m; } M_{yy, \max} = 1059 \text{ kNm/m, } M_{yy, \min} = -532 \text{ kNm/m}$$

In direzione longitudinale:

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>	REV <b>B</b>

Verifica C.A. S.L.U. - File: Plinto\_Long 26\_10 + 26\_10\_tensioni

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica  
 Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53.09	8
			2	53.09	192
			3	26.55	15
			4	53.09	185

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  1539 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d

Verifica  
 N° iterazioni:

Figura 12-117: Verifica tensionale combinazione rara dir longitudinale M+

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -1.35 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 70 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

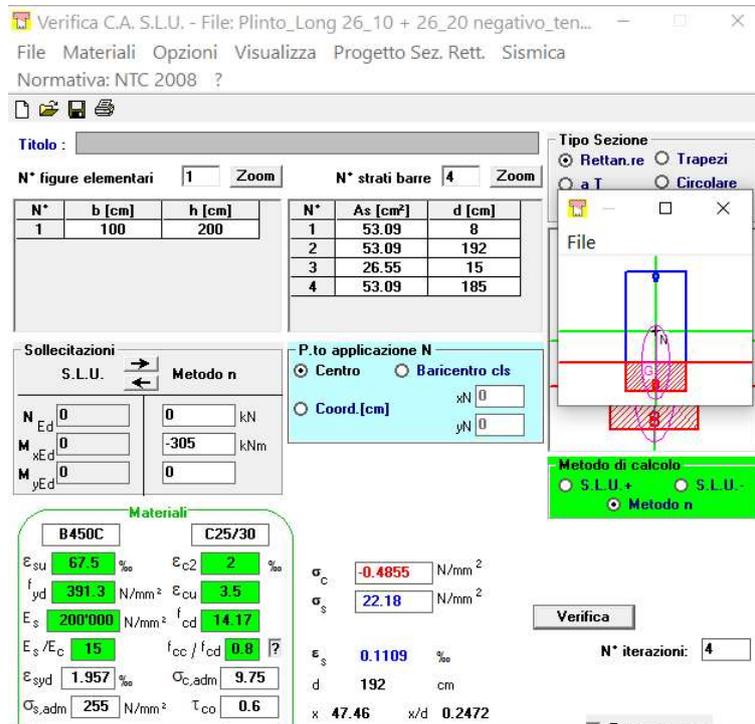


Figura 12-118: Verifica tensionale combinazione rara dir longitudinale M-

Risulta:

$$\sigma_{cmax} = -0.49 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{smax} = 22 \text{ MPa}$$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

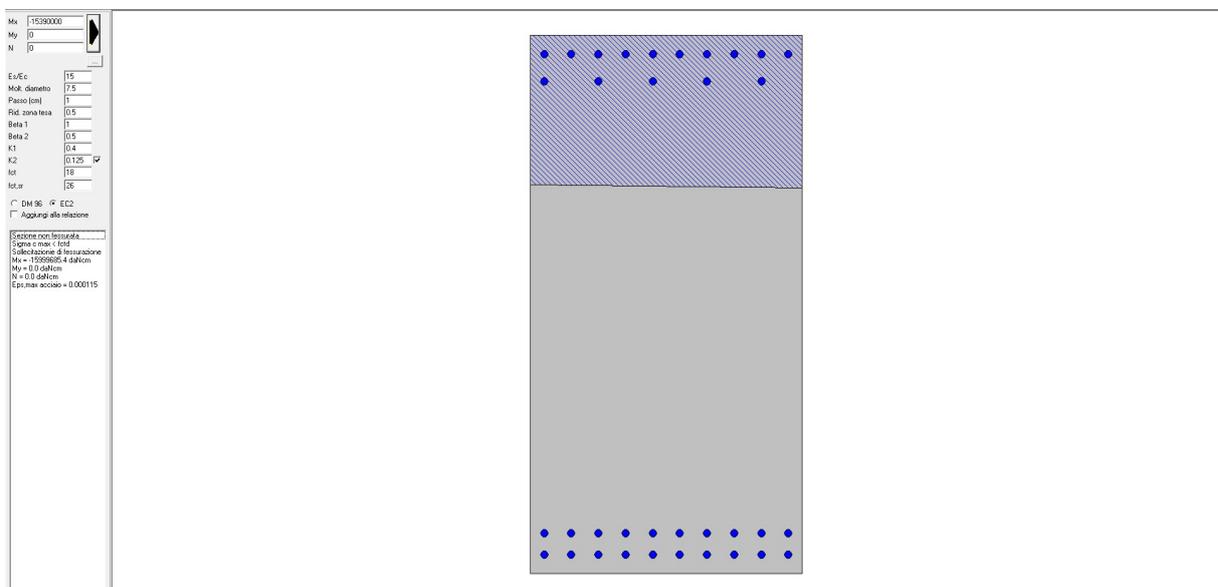


Figura 12-119: Verifica a fessurazione dir longitudinale M+

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B

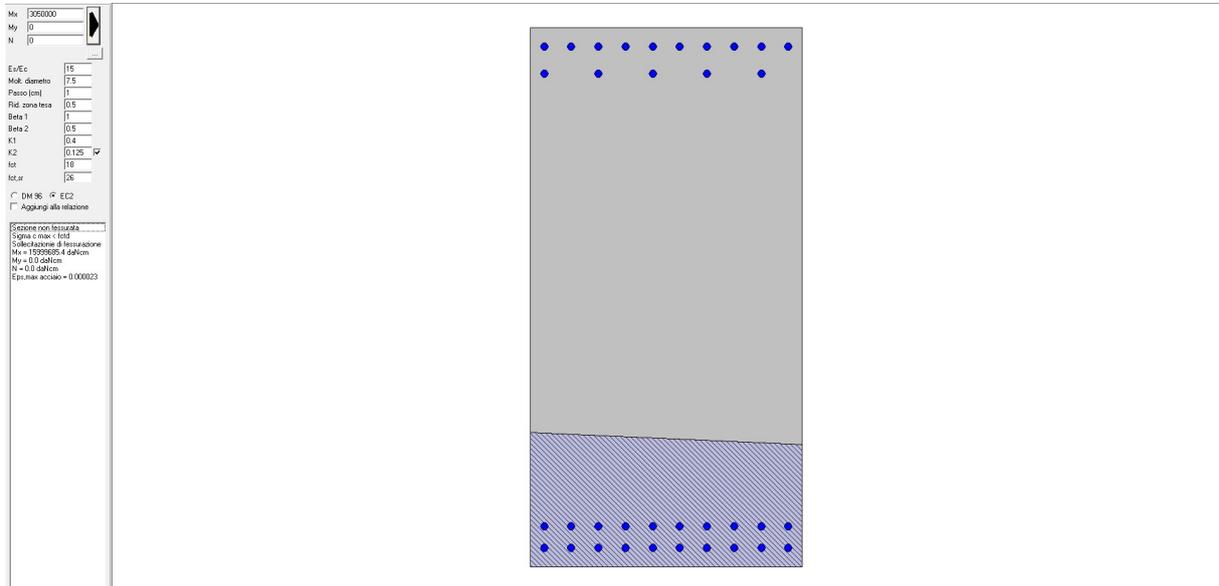


Figura 12-120: Verifica a fessurazione dir longitudinale M-

La sezione risulta non fessurata.

In Direzione trasversale:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Plinto\_trasv 26\_10 + 26\_20\_tensioni

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica

Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N\* figure elementari: 1 Zoom N\* strati barre: 4 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	100	200	1	53.09	8
			2	53.09	192
			3	26.55	15
			4	26.55	185

Tipologia Sezione:  Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Verifica

N\* iterazioni: 4

Materiali: B450C C25/30

$E_{su}$	67.5 %	$E_{c2}$	2 %	$\sigma_c$	-1.776 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>	$E_{cu}$	3.5 %	$\sigma_s$	77.21 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200'000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	14.17	$\epsilon_s$	0.386 %
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8	d	192 cm
$\epsilon_{syd}$	1.957 %	$\sigma_{c,adm}$	9.75	x	49.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.6	x/d	0.2565

Figura 12-121: Verifica tensionale combinazione rara dir trasversale

Risulta:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	109

$\sigma_{cmax} = -1.76 \text{ Mpa}$

$\sigma_{smax} = 77.21 \text{ MPa}$

I valori di tensione di cls ed acciaio, sono contenuti nei limiti indicati ai precedenti paragrafi.

Con riferimento alla verifica a fessurazione si ottiene:

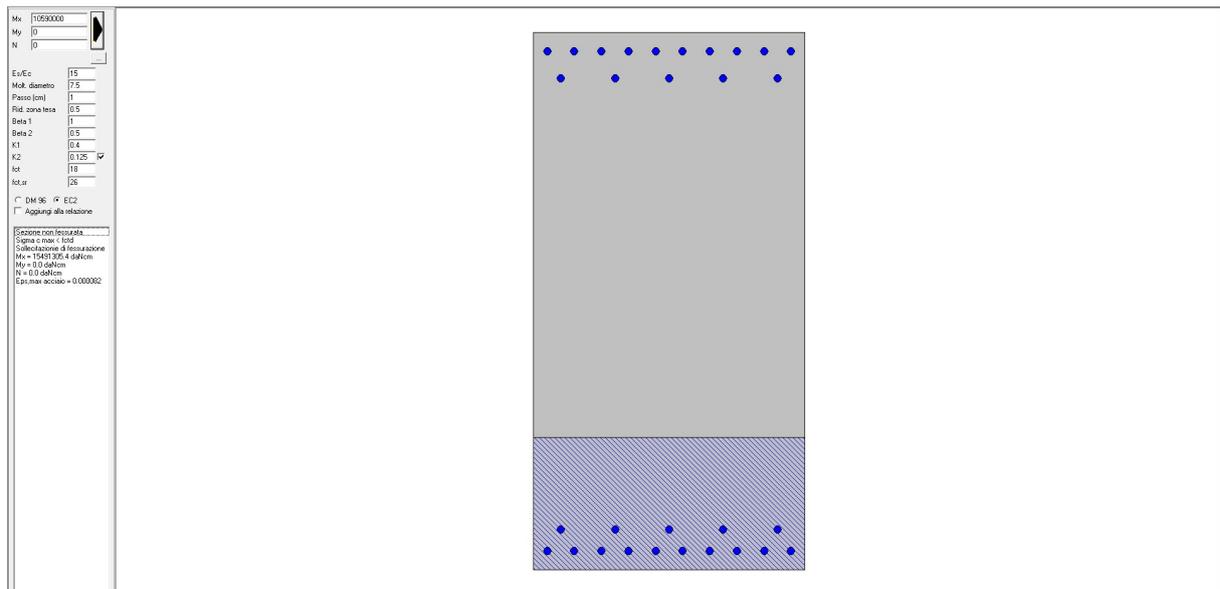


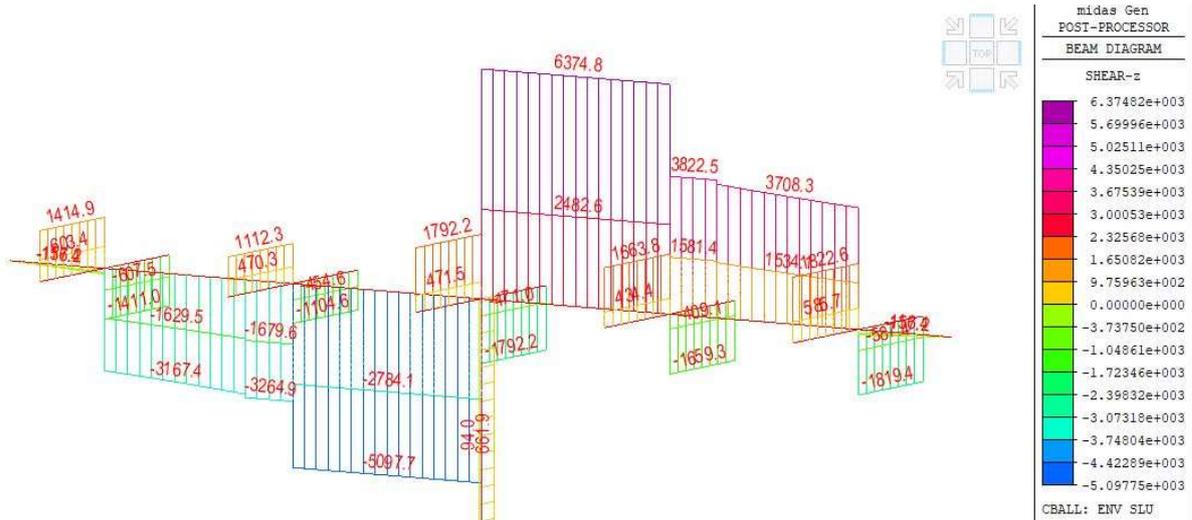
Figura 12-122: Verifica a fessurazione dir trasversale

La sezione risulta non fessurata.

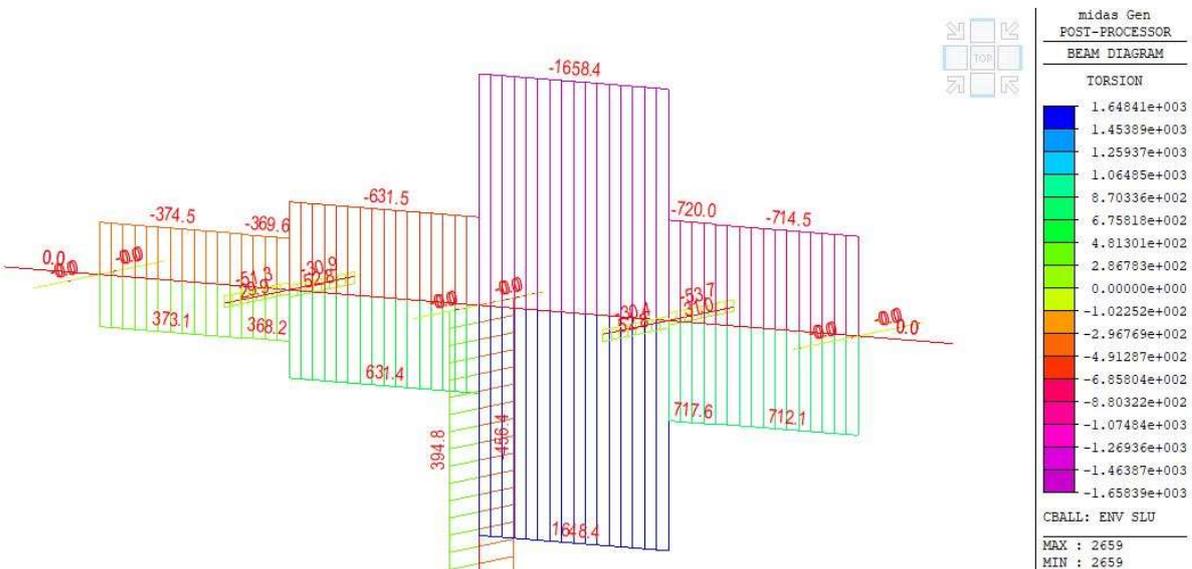
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	110

**12.6 VERIFICA DEL PULVINO**

Si riportano le verifiche del pulvino relativamente alle mensole esterne. Con riferimento alle azioni allo SLU Il calcolo viene svolto utilizzando lo schema di calcolo tirante-puntone descritto al §C4.1.2.1.5 unitamente alla verifica a torsione di cui al §4.1.2.3.6

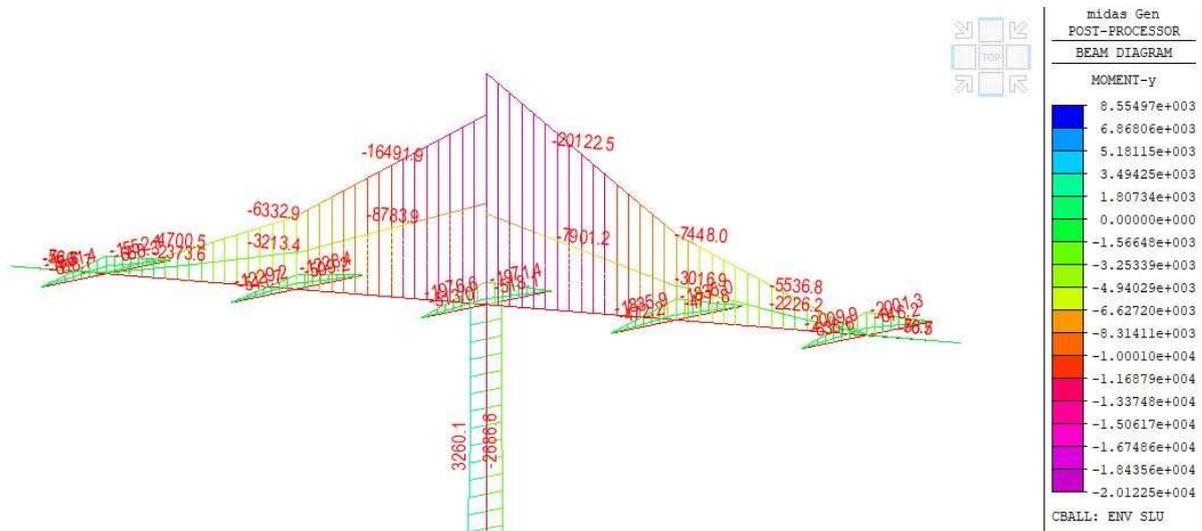


**Figura 123 – Taglio pulvino SLU**



**Figura 124 – Momento torcente pulvino SLU**

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	111



**Figura 125 – Momento flettente pulvino**

In sintesi si ottengono i seguenti valori di sollecitazioni nelle combinazioni considerate. Cautelativamente, la lettura delle sollecitazioni è effettuata 50cm all'interno dell'interfaccia pulvino – fusto pila.

Il punto di lettura delle sollecitazioni corrisponde all'asse baggioli della prima trave intermedia (circa 3m dall'estremità del pulvino).

Combinazione SLU

$M_y = -7450 \text{ kNm}$

$F_z \text{ (taglio)} = 3822 \text{ kN}$ ;

$M_x \text{ (torsione)} = 720 \text{ kNm}$

Combinazione RARA (la peggiore tra le due):

$M_y = -5375 \text{ kNm}$

$F_z \text{ (taglio)} = 2761 \text{ kN}$ ;

$M_x \text{ (torsione)} = 543 \text{ kNm}$

Combinazione Freq:

$M_y = -4450 \text{ kNm}$

$F_z \text{ (taglio)} = 2298 \text{ kN}$ ;

$M_x \text{ (torsione)} = 316 \text{ kNm}$

Combinazione QP:

$M_y = -3788 \text{ kNm}$

$F_z \text{ (taglio)} = 1966 \text{ kN}$ ;

$M_x \text{ (torsione)} = 29 \text{ kNm}$

L'armatura resistente è costituita da due strati di  $30\phi 26$  e  $15\phi 26$  (per complessivi 45 ferri "tesi").

IV03- Relazione di calcolo pile

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	112

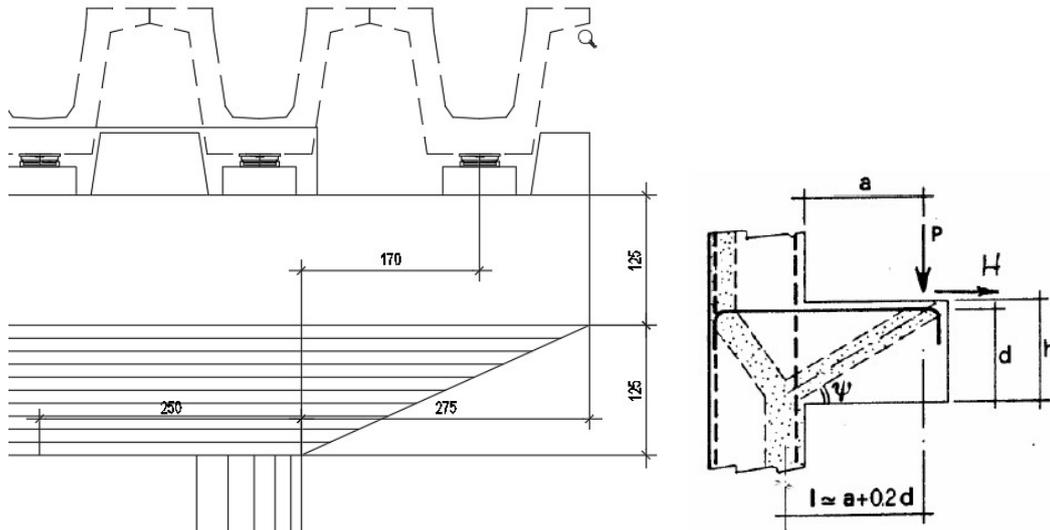


Figura 126 – Schema mensola tozza pulvino

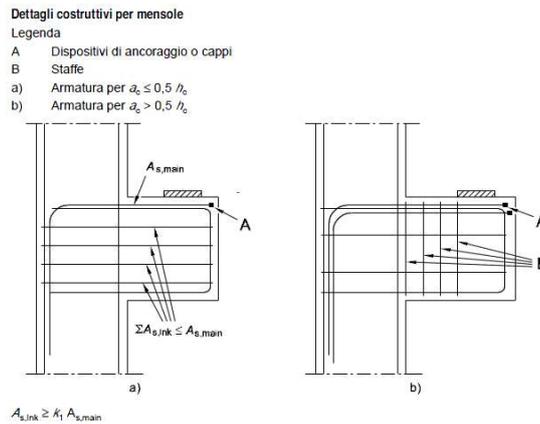
Materiali		cls	classe				
			$f_{cd} = 18.81$	MPa			
		acciaio	$f_{yd} = 391.30$	MPa			
Geometria							
	altezza	H =	2.50	m			
	copriferro	c =	0.04	m			
	alt. utile	d =	2.46	m			
	dist. parete	a =	1.50	m			
	l. mens.	l =	1.99	m			
	Largh.	b =	2.60	m			
	tan $\psi$	tan $\psi =$	1.235				
		$\lambda =$	0.810				
Armatura							
	Presenza di staffe? y/n		y				
		c =	1.5				
					Primo strato	Secondo strato	
	numero ferri		30.0			15.0	
	diametro		26	mm		26	mm
	area		159.28	cmq		79.64	cmq
	Area Tot.		238.92	cmq			
Carichi applicati							
	Carico verticale	$P_{Ed} =$	3825.0	kN			
	Carico Orizzontale	$H_{Ed} =$	0.0	kN			
	Carico Armatura	$R_{SEd} =$	3097	kN			
	Carico Biella cls	$R_{CEd} =$	4922	kN			
Resistenza Ultima dell'acciaio							
		$P_{rs} =$	11545	kN		$P_{rs} / P_{Ed} =$	3.02
Resistenza Ultima della biella di cls							
		$P_{rc} =$	43598	kN		$P_{rc} / R_{CEd} =$	8.86

Figura 127 – Modello tirante puntone verifica direzione trasversale

La verifica risulta soddisfatta.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	113

Si prescrive inoltre l'adozione di un'armatura a taglio secondo quanto previsto dal §J.3 dell'UNI-EN 1992-1-1. Il caso in esame ricade nel caso b) indicato nella figura sottostante. Risulta quindi un quantitativo minimo di staffe verticali chiuse pari a  $A_s=5328 \text{ mm}^2$ . Si prescrive quindi di disporre staffe  $\Phi 20$  passo 20 cm su tutto lo sviluppo del pulvino.



È altresì prevista armatura longitudinale corrente pari a  $\Phi 16/20\text{cm}$ .

Si verifica inoltre, sebbene di modesta entità di sbalzo, la mensola tozza in direzione longitudinale considerando il massimo taglio trasmesso dalla trave in combinazione slu pari a 1450 kN

<b>Materiali</b>		cls	classe				
			$f_{cd} =$	18.81	MPa		
		acciaio	$f_{yd} =$	391.30	MPa		
<b>Geometria</b>							
	altezza	H =	2.50	m			
	copriferro	c =	0.04	m			
	alt. utile	d =	2.46	m			
	dist. parete	a =	0.10	m			
	l. mens.	l =	0.59	m			
	Largh.	b =	2.00	m			
	$\tan \psi$	$\tan \psi =$	4.155				
		$\lambda =$	0.241				
<b>Armatura</b>							
	Presenza di staffe? y/n		n				
		c =	1				
			Primo strato			Secondo strato	
	numero ferri		20.0				
	diametro		20	mm		20	mm
	area		62.83	cmq		0.00	cmq
	Area Tot.		62.83	cmq			
<b>Carichi applicati</b>							
	Carico verticale	$P_{Ed} =$	1450.0	kN			
	Carico Orizzontale	$H_{Ed} =$	0.0	kN			
	Carico Armatura	$R_{S_{Ed}} =$	349	kN			
	Carico Biella cls	$R_{c_{Ed}} =$	1491	kN			
<b>Resistenza Ultima dell'acciaio</b>							
		$P_{rs} =$	10217	kN		$P_{rs} / P_{Ed} =$	7.05
<b>Resistenza Ultima della biella di cls</b>							
		$P_{rc} =$	34992	kN		$P_{rc} / R_{c_{Ed}} =$	23.46

Figura 128 – Modello tirante puntone verifica direzione longitudinale

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	114

La verifica risulta soddisfatta.

Con riferimento alla verifica a torsione, si riporta la determinazione del momento torcente resistente in forma tabellare secondo le indicazioni del §4.1.2.3.6 delle NTC.

SEZIONE				ARMATURE A TAGLIO			
$b_w$	=	200	cm	$\varnothing_{st}$	=	20	
$h$	=	250	cm	braccia	=	2	
$c$	=	3	cm	$\varnothing_{st2}$	=	0	
$d$	=	$h-c$	= 247 cm	braccia	=	0	
$A_c$	=	48659	cm <sup>2</sup>	passo	=	20	cm
$u$	=	900	cm	$(A_{sw})$	=	6.28	cm <sup>2</sup> / cm
$t$	=	54.07	cm	$(A_{sw} / s)$	=	0.31	cm <sup>2</sup> / cm
				$\alpha$	=	90	° (90° staffe verticali)
MATERIALI				ARMATURE LONGITUDINALI			
$f_{ywd}$	=	391.30	MPa	$\varnothing_l$	=	16	
$R_{ck}$	=	40	MPa	Numero	=	15	
$\gamma_c$	=	1.5		$A_{sl}$	=	30.159	cm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	=	$0.83 \times R_{ck}$	= 33.2 MPa				
$f_{cd}$	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	= 18.81 MPa				
$f_{cd}$	=	$0.5 \times f_{cd}$	= 9.41 MPa				
IPOTESI 1		Cot q = 2,5	q = 21,8°	IPOTESI 2		Cot q = 1	q = 45°
$T_{Rsd}$ =	29908	(KNm)		$T_{Rsd}$ =	11963	(KNm)	
$T_{Rld}$ =	5104	(KNm)		$T_{Rld}$ =	12761	(KNm)	
$T_{Rcd}$ =	17067	(KNm)		$T_{Rcd}$ =	24747	(KNm)	
$T_{Rd}$ =	<b>5104</b>	(KNm)	$\min(T_{Rsd}, T_{Rcd}, T_{Rld})$	$T_{Rd}$ =	<b>11963</b>	(KNm)	$\min(T_{Rsd}, T_{Rcd}, T_{Rld})$

**Figura 129 – Determinazione momento torcente resistente**

Il momento torcente resistente  $T_{rd}$  è maggiore del momento torcente agente  $T_{sd} \rightarrow 5104 > 720\text{kNm}$ .  $\rightarrow$  verifica soddisfatta.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>IV 03 05</b>			PROGR <b>001</b>

## 12.7 VERIFICA DEI BAGGIOLI

Si procede a dimensionarli come elementi diffusivi per le massime sollecitazioni prescritte per essere trasmesse dagli apparecchi d'appoggio. Si fa riferimento alle indicazioni normative del EN1992-1-1 §6.5,6.7.

Baggiolo maggiormente sollecitato

SLU:

Max N = 1881kN; Max V trasv. =180kN; Max V long. = 428kN

SLV (q=1):

Max N = 2067kN; Max V trasv. =1770kN; Max V long.=2800kN

Le azioni allo SLV sono ottenute dall'involuppo delle combinazioni sismiche con coefficiente q=1 in accordo con 7.9.5.3.1;  $N_{max}$  sismico è maggiore rispetto ad  $N_{max}$  SLU a causa del momento ribaltante trasversale. Per le verifiche a taglio dei baggioli, secondo le vigenti NTC 18, si possono considerare separatamente il max  $V_x$  e  $V_y$ .

Si riporta di seguito la verifica svolta per la combinazione SLV che risulta essere la più gravosa per la verifica del solo elemento baggioli secondo quando su riportato.

I baggioli hanno dimensione 80x80cm, con altezza media di 30cm.

Si considerano presenti armature  $\phi 26/10$ cm perimetrali per un totale di 24 sezioni resistenti all'interfaccia, staffe orizzontali  $\phi 16/15$ cm e armatura di frettaggio nel pulvino pari a doppio strato di rete  $\phi 12/10$ cm

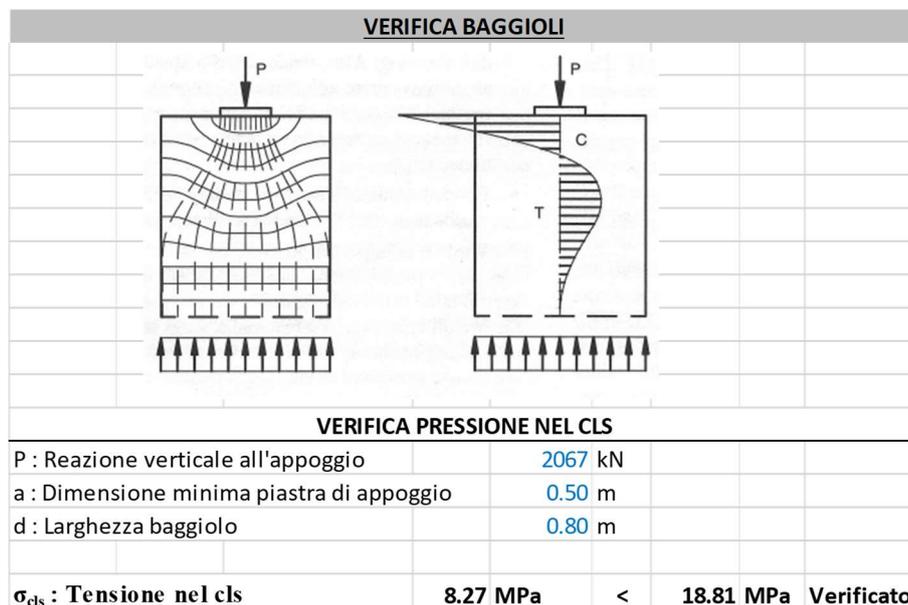


Figura 130 – Verifica pressioni di contatto



MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>IV03- Relazione di calcolo pile</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	IV	03	05	001	B	117

### 13. RITEGNI SISMICI

Al fine di prevenire fenomeni di perdita di appoggio dell'impalcato, in corrispondenza di ciascuna pila e delle spalle vengono realizzati ritegni sismici in c.a.

I ritegni sono ubicati ad una distanza dalle travi tale da permetterne le dilatazioni termiche trasversali di progetto.

Per la disposizione dettagliata dei ritegni su pile e spalle si faccia riferimento agli elaborati grafici di progetto.

L'azione sismica sui ritegni è stata calcolata secondo il § 7.9.5.3.3 delle NTC 18 facendo riferimento ai parametri sismici di zona di cui di seguito. L'azione sismica di riferimento è valutata allo SLV.

- $A_g/g$  (SLV) = 0.293g
- Fattore di suolo S = 1.366

Con riferimento alla singola campata tipo, in condizione quasi-permanente, il peso complessivo risulta:  $P_{tot} = G_1 + G_2 = 6500$  kN

La verifica di resistenza dei ritegni è stata effettuata adottando le metodologie proposte dalle seguenti Linee Guida e Normative: CALTRANS “Seismic Design Criteria, Vers. 2.0” 2019, ACI 318-14 “Building code requirements for structural concrete” (sliding shear friction resistance).

La forza agente sul singolo allineamento di ritegni è pari a:

$$F_i = 0.5 \times (1.5 \times Q \times S \times a_g/g) = 0.5 \times (1.5 \times 6500 \times 1.366 \times 0.293) = 1951 \text{ kN}$$

Considerato che si tratta di elementi strutturali a comportamento fragile (la rottura avviene per taglio), si considera un fattore di sovra-resistenza pari a 1.3 in accordo con EC8 – P2 (Fattore amplificativo per elementi a comportamento fragile). Risulta pertanto:

$$F_{Edi} = F_i \times 1.3 = 1.3 \times 1951 \approx 2536 \text{ kN}$$

Il singolo allineamento trasversale (2 o più ritegni) dovrà essere in grado di resistente alla forza di progetto precedentemente determinata. Il taglio nei ritegni sismici tozzi è sostanzialmente portato dalle armature verticali che lavorano come “spinotti” resistenti a taglio.

L'armatura verticale dei ritegni è costituita da barre  $\Phi 26$  ancorate nel pulvino. La capacità portante della singola barra a taglio è pari a:

$$F_{vrd,i} = A \times f_{yd}/\text{rad}q3 = 530 \times 391.3/1.73 = 119.8 \text{ kN}$$

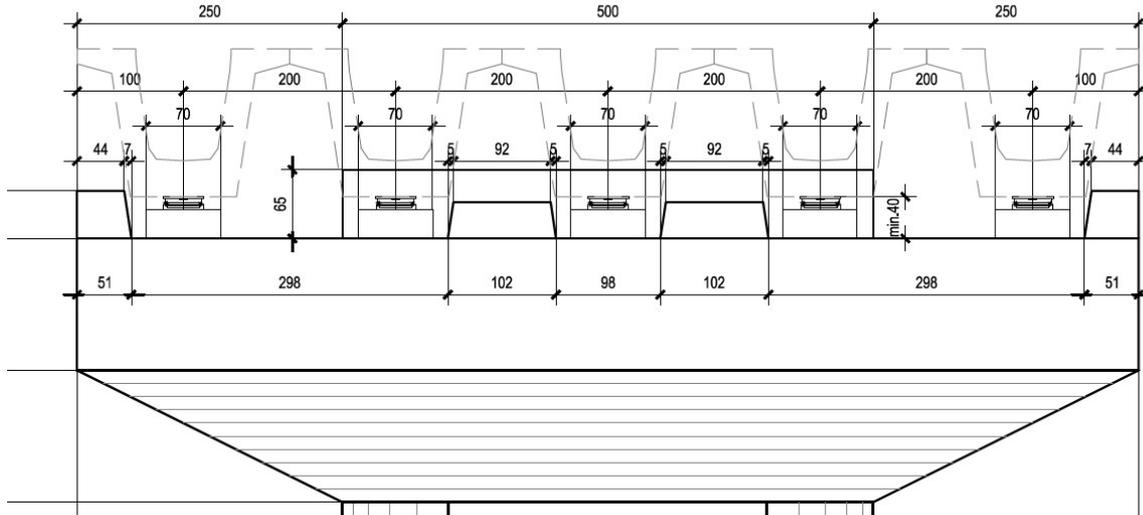
Da cui si ricava che, per ciascun allineamento di ritegni trasversali, sono necessari globalmente  $22\Phi 26$ , che verranno distribuiti all'interno dei ritegni previsti.

E' prevista la realizzazione di una coppia di ritegni centrali e una coppia di ritegni laterali, per un totale metri lineari di sviluppo pari a  $90+90+45+45 = 270$ cm

Ai fini del soddisfacimento delle verifiche dovranno essere posti in opera ancoraggi ad U annegati nel pulvino  $\Phi 26$  con passo 20cm per un totale di 27sezioni resistenti che risultano essere > delle 22 minime previste.

**IV03- Relazione di calcolo pile**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>IV</b>	<b>03</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	118



*Figura 131 – Carpenteria pulvino con ritegni*