

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

Opere d'arte maggiori – Ponti e Viadotti ferroviari

VI04 da km 8+492.13 a km 8+907.13

Relazione di calcolo pile di transizione

L'Appaltatore

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.  
Il Direttore Tecnico  
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 17/03/2023

firma

Data 17/03/2023

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 4 0 5	0 0 2	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Marino	Dicembre 2022	Martignoni	Dicembre 2022	Rinaldi	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per RdV	Marino	Aprile 2023	Martignoni	Aprile 2023	Rinaldi	Aprile 2023	



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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>1</b>

## INDICE

<b>1.. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Descrizione delle pile in esame .....	7
<b>3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>9</b>
3.1 Normativa di riferimento .....	9
3.2 Normativa tecnica nazionale .....	10
3.3 Manuali .....	10
3.4 Bibliografia e altri riferimenti .....	10
<b>4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>12</b>
4.1 Calcestruzzo .....	12
4.2 Acciaio .....	13
4.3 Durabilità .....	14
<b>5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....</b>	<b>18</b>
5.1 Caratteristiche delle opere.....	18
5.2 Criteri generali di verifica.....	18
5.3 Software di calcolo .....	26
5.4 Validazione programmi di calcolo .....	28
<b>6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>29</b>
6.1 Categoria di sottosuolo.....	29
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	29
<b>7.. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>30</b>
7.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ ).....	30
7.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ ).....	31
7.3 Ritiro del calcestruzzo ( $\epsilon_2$ ) .....	34
7.4 Azioni variabili verticali (Q) .....	35
7.5 Azioni Eccezionali (A).....	48
7.6 Azioni variabili orizzontali (Q) .....	58
7.7 Azione del vento ( $Q_6$ ) .....	74
7.8 Azione sismica (e).....	80
7.9 Variazioni termiche ( $Q_7$ ) .....	92
7.10 Attrito ( $Q_8$ ) .....	92
7.11 Scarichi agli appoggi .....	93
<b>8.. COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>98</b>

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI 04 05</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>2</b>

8.1	Combinazioni di carico adottate.....	99
<b>9.</b>	<b>VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>101</b>
9.1	Elementi in cemento armato.....	101
<b>10.</b>	<b>ANALISI PILA DI TRANSIZIONE P7 H=12.50M.....</b>	<b>107</b>
10.1	Analisi statica.....	107
10.2	Analisi sismica.....	107
10.3	Modello di calcolo.....	109
10.4	Azioni impalcati.....	112
10.5	Sollecitazioni elevazione.....	120
10.6	Sollecitazioni in fondazione.....	127
10.7	Verifiche elevazione.....	140
10.8	Verifiche plinto fondazione.....	156
10.9	Verifiche pulvino.....	156
<b>11.</b>	<b>ANALISI PILA DI TRANSIZIONE P8 H=12.00M.....</b>	<b>159</b>
11.1	Analisi statica.....	159
11.2	Analisi sismica.....	159
11.3	Modello di calcolo.....	161
11.4	Azioni impalcati.....	164
11.5	Sollecitazioni elevazione.....	172
11.6	Sollecitazioni in fondazione.....	179
11.7	Verifiche elevazione.....	192
11.8	Verifiche plinto fondazione.....	192
11.9	Verifiche pulvino.....	202
<b>12.</b>	<b>VERIFICHE LOCALI.....</b>	<b>203</b>
12.1	Baggioli.....	203
12.2	Deformabilita' pila.....	207
12.3	Ritegni.....	210
<b>13.</b>	<b>RIEPILOGO INCIDENZE C.A. ....</b>	<b>215</b>
<b>14.</b>	<b>APPOGGI E GIUNTI.....</b>	<b>216</b>
14.1	Appoggi.....	216
14.2	Escursione dei giunti.....	216

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>3</b>

## 1. PREMESSA

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

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

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>4</b>

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche delle pile di transizione tra gli impalcati in acciaio-clc da 40 m e quelli in c.a.p. da 25 m del viadotto ferroviario denominato VI04, previsto tra le progressive chilometriche 8+492,13 e 8+907,13.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 415m è a doppio binario di cui la campata N°8 di luce pari a 40m è a struttura mista acciaio-clc e le restanti campate (numero 15) sono in semplice appoggio da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso. La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

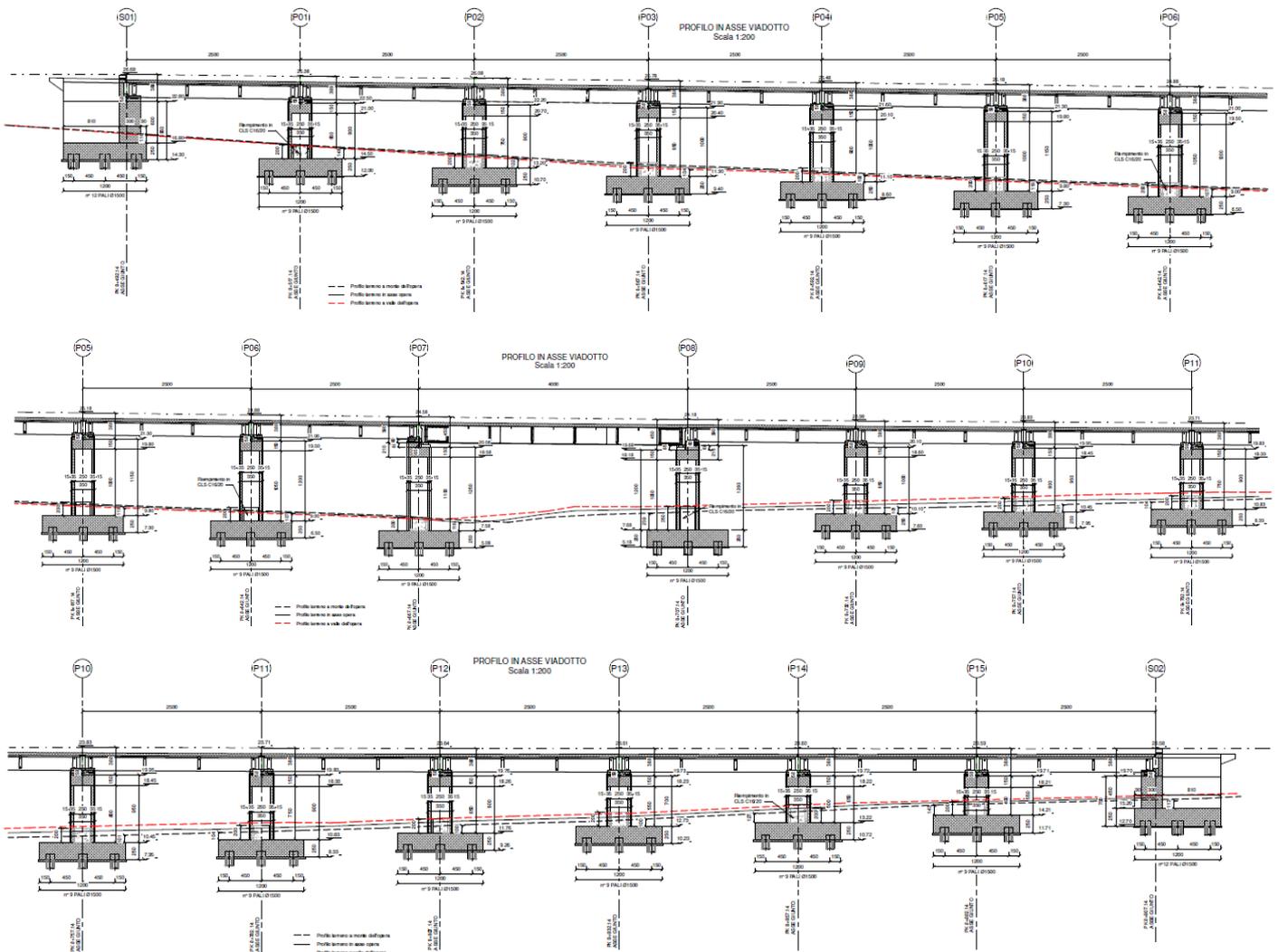


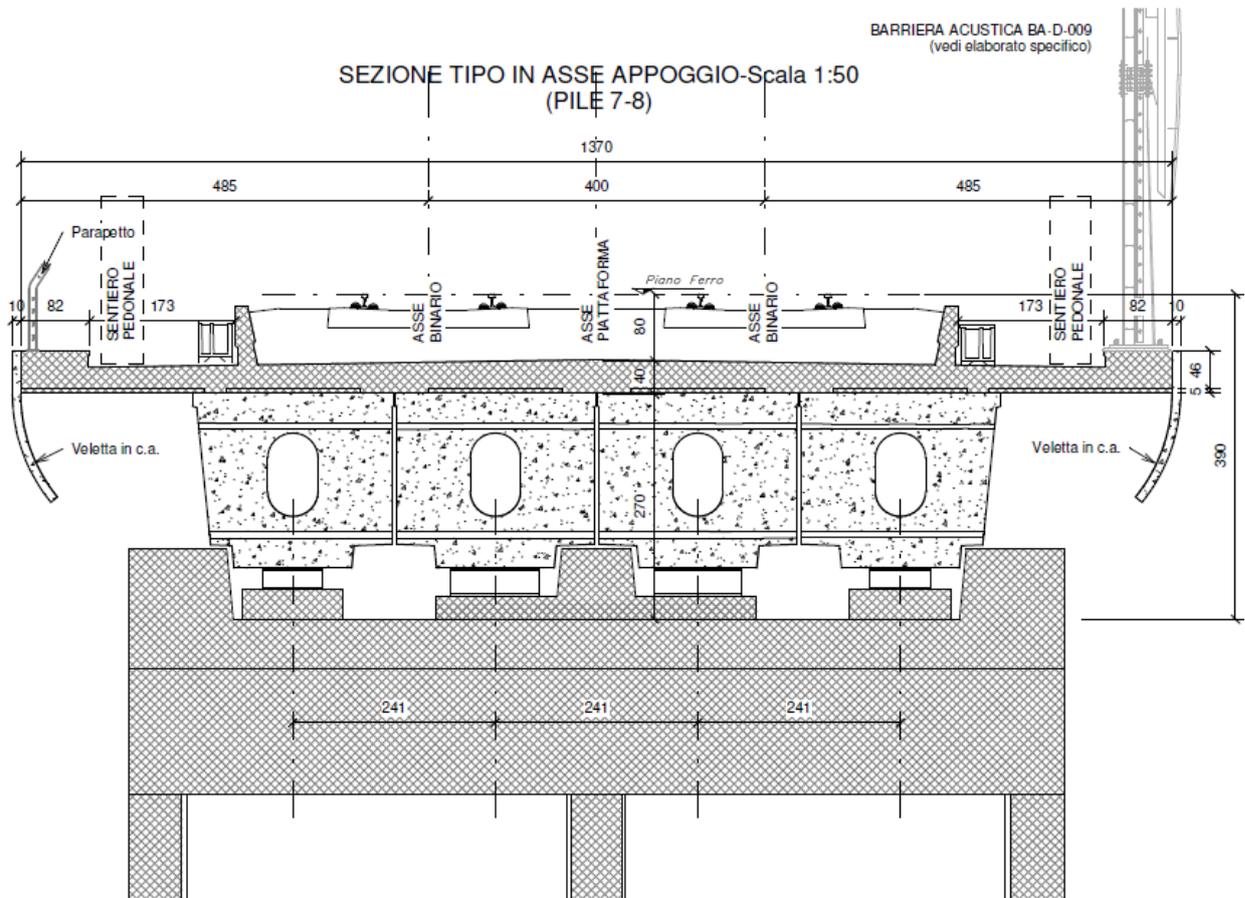
Figura 1 – Profilo longitudinale VI04

Gli impalcati in c.a.p. di campata 25m sono costituiti da quattro travi in C.A.P. a cassoncino prefabbricate (precompressione a fili aderenti) solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata), prefabbricati insieme alle travi e da una soletta superiore in c.a. gettata in opera con una larghezza

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>5</b>

complessiva pari a 13.70 m su cui gravano 2 binari posti ad interasse pari a 4 m, in maniera simmetrica rispetto alla mezzeria del viadotto.

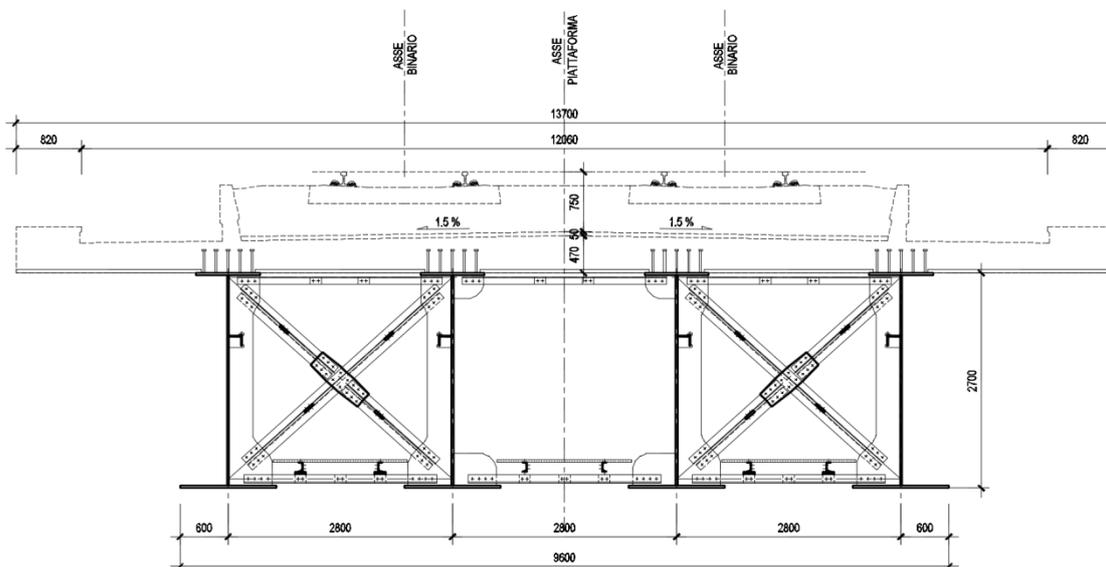


*Figura 2 – Sezione trasversale impalcato in c.a.p. da 25 m*

Gli impalcati in acciaio-clt da 40.0m sono costituiti da quattro travi in acciaio ad interasse di 2.80 m e altezza pari a 2.70 m in appoggio. Al di sopra delle travi viene realizzata una soletta in calcestruzzo gettata in opera avente spessore variabile da un minimo di 0.37 m ad un massimo di 0.47 m in asse impalcato compressivo dello spessore delle predalles.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>6</b>



*Figura 3 – Sezione trasversale impalcato L=40m.*

Nel presente documento si analizzano alcune delle sottostrutture del viadotto in esame. Al fine di uniformarne il calcolo, le pile sono state suddivise in famiglie in funzione di caratteristiche quali la geometria delle pile stesse, le luci e le tipologie di impalcato e le condizioni geotecniche. Di seguito quindi si riporta un quadro riassuntivo delle analisi svolte per il viadotto in esame che vanno a coprire tutti i possibili scenari di progetto.

WBS	PILE	Casi di calcolo	Hcalcolo	IMPALCATI							SISMA	
				R <sub>min</sub>	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Cat. Di Sottosuolo
				[m]								
VI04	P01	1	8	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P02 ÷ P03	2	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P04 ÷ P06	3	12	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P07	Transiz.-1	12.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	Acciaio-cls	40	Mobile	S2	C
	P08	Transiz.-2	12	5000	Acciaio-cls	40	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P09÷ P11	2	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P12÷ P15	1	8	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C

*Tabella 1 – Sintesi delle pile del viadotto VI04*

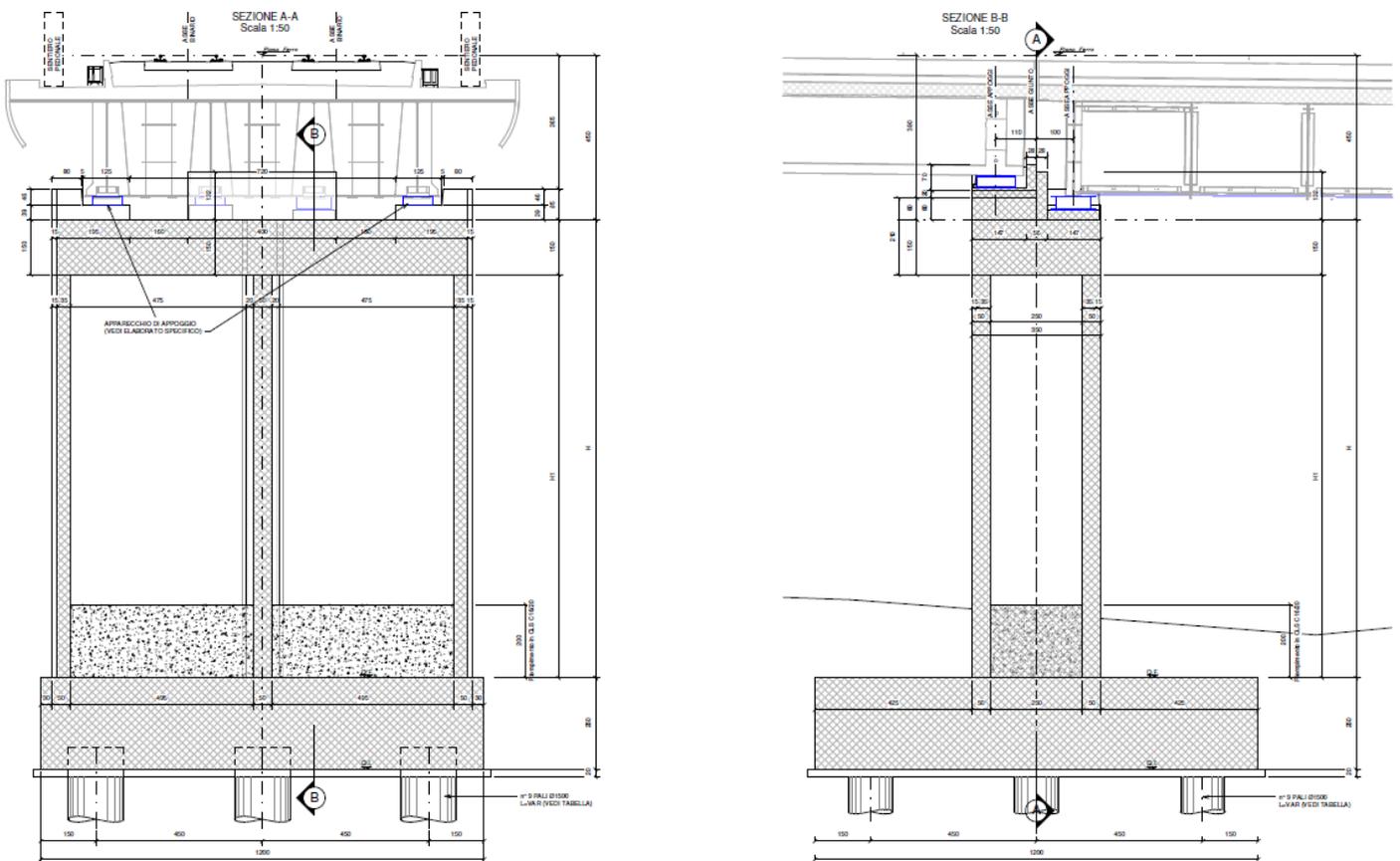
Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche delle pile P07 e P08 di transizione tra gli impalcato in acciaio-cls da 40 m e quelli in c.a.p di luce 25m. Da un punto di vista strutturale verranno riportate le verifiche relative alle pile di transizione P7 con altezza di calcolo H=12.5m e P8 con altezza di calcolo H=12m.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>7</b>

## 2.1 DESCRIZIONE DELLE PILE IN ESAME

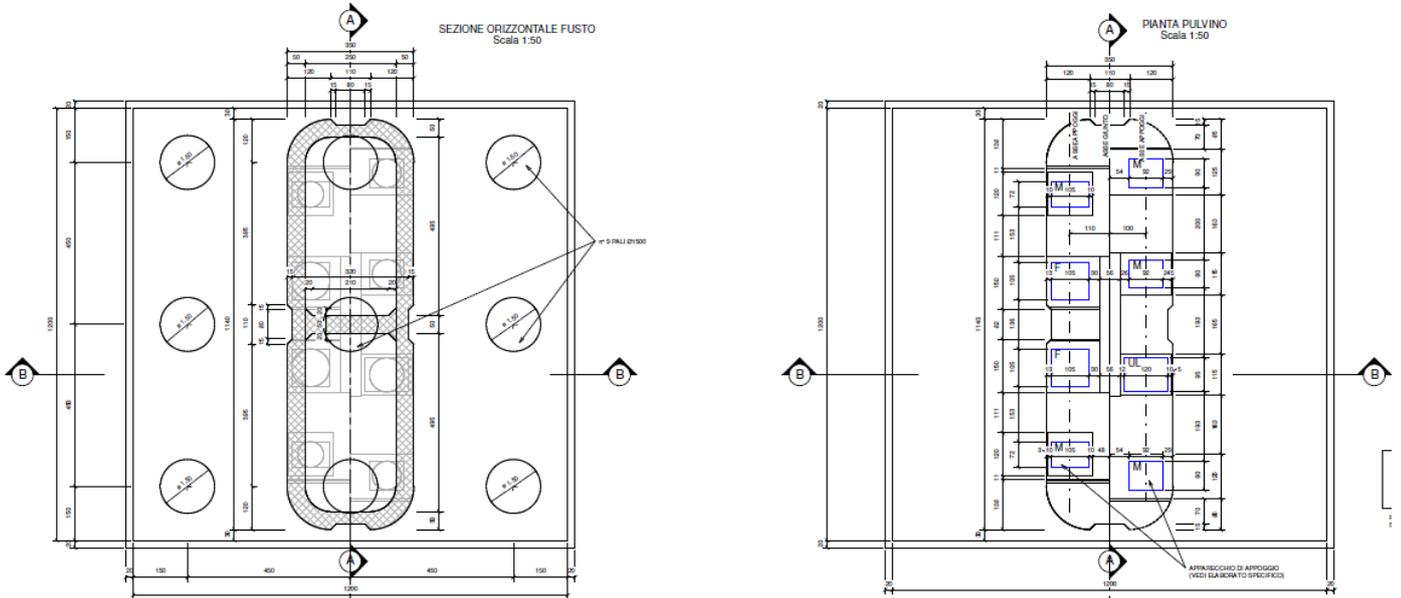
Le pile in esame sono caratterizzate da una sezione pseudorettangolare cava biconnessa con larghezza pari a 3.50 m in direzione longitudinale e 11.40 m in direzione trasversale; i setti esterni e il setto centrale hanno spessore pari a 0.50 m. Le fondazioni sono del tipo indiretto, con plinti su pali  $\phi 1500$  di dimensione 12.00 x 12.00 e spessore pari a 2.5 m. Gli interassi dei pali sono pari a 4.50 m sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale. Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle sottostrutture in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.



*Figura 4 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale*

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>8</b>



*Figura 5 – Vista in pianta*

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>9</b>

### 3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

#### 3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

##### 3.1.1 Materiali

- [1] UNI EN 197-1: 2011 – “Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- [2] UNI EN 197-2: 2020 – “Cemento - Parte 2: Valutazione e verifica della costanza della prestazione”;
- [3] UNI 11104: 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206”;
- [4] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 07/02/2003 – “Linee guida per il calcestruzzo strutturale, Linee guida per il calcestruzzo strutturale ad alta resistenza, Linee guida per il calcestruzzo preconfezionato”;
- [5] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 01/09/2017 – “Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera”;
- [6] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 01/09/2017 – “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale”;
- [7] “Regolamento UE n°305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio”

##### 3.1.2 Costruzioni in c.a. e acciaio

###### *Istruzioni CNR - Varie*

- [8] Regolamento UE n°305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio”

###### *Eurocodice 0 - “Criteri generali di progettazione strutturale”*

- [9] UNI EN 1990:2006;

###### *Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”*

- [10] UNI EN 1991-1-1:2004 – “Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici”;;
- [11] UNI EN 1991-1-3:2015 – “Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve”;
- [12] UNI EN 1991-1-4:2010 – “Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;
- [13] UNI EN 1991-1-5:2004 – “Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;
- [14] UNI EN 1991-1-7:2014 – “Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali”;
- [15] UNI EN 1991-2:2005 – “Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;

###### *Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”*

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	10

- [16] UNI EN 1992-1-1:2015 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- [17] UNI EN 1992-2:2006 – “Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;
- [18] UNI EN 1992-3:2006 – “Parte 3: Strutture di contenimento liquidi”;
- [19] UNI EN 1992-4:2018 – “Parte 4: Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo”;
- Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”*
- [20] UNI EN 1993-1-1:2014 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- [21] UNI EN 1993-1-3:2007 – “Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo”;

### 3.1.3 Sismica

*Eurocodice 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”*

- [22] UNI EN 1998-1:2013 – “Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- [23] UNI EN 1998-2:2011 – “Parte 2: Ponti”;
- [24] UNI EN 1998-5:2005 – “Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;

### 3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

- [25] Legge 5 Novembre 1971 n°1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [26] Legge 2 Febbraio 1974 n°64 - “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [27] D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [28] Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009 - “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
- [29] D.M. 31/07/2012 – “Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici”;
- [30] D.P.R. n°380 06/06/2001 – “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia”;

### 3.3 MANUALI

- [31] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di progettazione delle opere Civili;

### 3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

- [32] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [33] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>11</b>

- [34] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987
- [35] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987
- [36] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988
- [37] Bustamante M., Gianceselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>12</b>

#### 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

##### 4.1 CALCESTRUZZO

##### 4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi

Classe minima C12/15  
 Classe di esposizione ambientale XC0

##### 4.1.2 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione

Classe minima C25/30  
 Classe di esposizione ambientale XC2

Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg  $R_{ck} \geq 30$  MPa  
 Resistenza caratteristica a compressione cilindrica  $f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 24.90$  MPa  
 Resistenza media a compressione cilindrica  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$  MPa  
 Modulo elastico  $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$  MPa  
 Valore medio di resistenza a trazione semplice  $f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} = 2.56$  MPa  
 Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} = 1.79$  MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_C = 1.5$   
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{CC} = 0.85$   
 Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_C = 14.11$  MPa  
 Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19$  MPa  
 Valore ultimo della deformazione a compressione  $\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara  $\sigma_c = 0.55 * f_{ck} = 13.70$  MPa  
 Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 0.40 * f_{ck} = 9.96$  MPa

##### 4.1.3 Calcestruzzo parti in elevazione pile, spalle e solettoni

Classe minima C32/40  
 Classe di esposizione ambientale XC4 – XS1

Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg  $R_{ck} \geq 40$  MPa  
 Resistenza caratteristica a compressione cilindrica  $f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 33.20$  MPa  
 Resistenza media a compressione cilindrica  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$  MPa  
 Modulo elastico  $E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$  MPa  
 Valore medio di resistenza a trazione semplice  $f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} = 3.10$  MPa  
 Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} = 2.17$  MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_C = 1.5$   
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata  $\alpha_{CC} = 0.85$   
 Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_C = 18.81$  MPa  
 Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.45$  MPa  
 Valore ultimo della deformazione a compressione  $\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>13</b>

#### Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} =$	18.26	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} =$	13.28	MPa

#### 4.1.4 Calcestruzzo per baggioli e ritegni

Classe minima	C32/40		
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck}$	$\geq 40$	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 =$	33.20	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	33643	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$	3.10	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	2.17	MPa

#### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C =$	1.5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} =$	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	18.81	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C =$	1.45	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} =$	3.5 ‰	

#### Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} =$	18.26	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} =$	13.28	MPa

## 4.2 ACCIAIO

### 4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{tk} =$	$\geq 540$	MPa
Tensione caratteristica di snervamento a trazione	$f_{yk} =$	$\geq 450$	MPa
Modulo elastico	$E_s =$	200000	MPa

#### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_S =$	1.15	
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S =$	391.30	MPa
Valore ultimo della deformazione a trazione	$\epsilon_{cu} =$	10 ‰	

#### Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione	$\sigma_s = 0.75 \cdot f_{yk} =$	337.50	MPa
--------------------------	----------------------------------	--------	-----

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>14</b>

#### 4.3 DURABILITÀ

##### 4.3.1 Conglomerati cementizi

Le classi di esposizione e le conseguenti limitazioni sulla composizione del calcestruzzo sono state ricavate ai sensi della normativa UNI EN 206: 2016 e UNI 11104: 2016, delle istruzioni contenute nella C.M. n°7 per l'applicazione delle NTC 2008, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

A seconda dell'esposizione ambientale, per opere con  $V_N = 50$  anni la circolare al punto §C4.1.6.1.3 impone il rispetto dei limiti di copriferro riportati nella tabella successiva.

Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$  i valori sono da aumentare di  $\Delta c_{min} = +5$  mm.

Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di  $\Delta c_{min} = -5$  mm.

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa  $\Delta c_{dev}$ .

Nella norma UNI EN 1992-1-1 sono indicati al §4.4.1.3 i metodi per la valutazione rigorosa dei copriferri in base alla tipologia di armature e altre particolari specifiche di dettaglio previste in progetto.

Nelle tabelle seguenti si indicano i copriferri nominali  $c_{nom}$  e i parametri di mix design minimi richiesti dalle normative per ottenere le prestazioni di durabilità minime di progetto.

UNI 11104:2016		Classi di esposizione																	
		Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
			Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti				XF1		XF2		XF3		XA1		XA2		XA3
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,80			0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300			320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)												b)	4,0 a)						
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati. c)			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390-9, UNI CEN/TS 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. 11 valore minima di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dupper >20mm, per Dupper inferiori limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).  
Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.  
c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.  
d) Quando si applica il concetto di valore k, il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

Tabella 2 - Prospetto requisiti di mix-design (UNI 11104)

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

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

La classe di resistenza minima  $C_{min}$  indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

Tabella 3 - Copriferri minimi in mm (VN = 50 anni)

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>15</b>

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: <b>FONDAZIONI</b>	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1	
<b>CLASSE DI ESPOSIZIONE</b> Corrosione da carbonatazione <b>XC2</b> Ambiente prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco. Cls a contatto con acqua per lungo tempo. Cls di strutture di contenimento acqua. Cls di molte fondazioni.			
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto: XC2 0,6 C25/30 300 - - - -	
Rapporto max A/C	XC2 0,60		
Classe di resistenza minima	C25/30		
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300		
Contenuto minimo di aria (%)	-		
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-		
Cemento resistente ai solfati	-		
Cemento resistente all'acqua di mare	-		
<b>COPRIFERRO NOMINALE</b> $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1) $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)			
- Margine di scostamento $\Delta c_{dev}$ (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$\Delta c_{dev}$ (mm) <b>10</b>	
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$c_{nom,min}$ (mm)	
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$c_{min,b}$ (mm) <b>26</b>	
Tipo di acciaio <b>Ordinario</b> $\varnothing$ (mm) <b>26</b> diametro barra $\varnothing$ (isolata) o equivalente $\varnothing_n$ (raggruppate, vedi §8.9) $D_{upper}$ (mm) <b>25</b> dimensione max aggregato			
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm) <b>20</b>	
Ambiente Ordinario Vita nominale <b>75</b> valori tabella +5 mm C <b>C25/30</b> Classe di resistenza utilizzata Controllo qualità speciale cls <b>SI</b> valori tabella -5 mm $C_0$ C35/45 Elemento a piastra <b>SI</b> $C_{min}$ C25/30			
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie	Gruppo di esigenza A	Copriferro nominale $c_{nom}$ (mm) <b>36</b>

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	16

NOME: <b>ELEVAZIONI</b>	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1																												
<p>CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione <b>XC4</b> Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cis in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cis ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.</p>																														
<p>- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)</p> <table border="1"> <tr> <td>Rapporto max A/C</td> <td>XC4</td> <td>Mix design di progetto:</td> <td>XC4</td> </tr> <tr> <td>Classe di resistenza minima</td> <td>0,50</td> <td></td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Contenuto minimo di cemento (kg/m³)</td> <td>C32/40</td> <td></td> <td>C32/40</td> </tr> <tr> <td>Contenuto minimo di aria (%)</td> <td>340</td> <td></td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)</td> <td>-</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cemento resistente ai solfati</td> <td>-</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cemento resistente all'acqua di mare</td> <td>-</td> <td></td> <td>-</td> </tr> </table>		Rapporto max A/C	XC4	Mix design di progetto:	XC4	Classe di resistenza minima	0,50		0,5	Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	C32/40		C32/40	Contenuto minimo di aria (%)	340		340	Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-		-	Cemento resistente ai solfati	-		-	Cemento resistente all'acqua di mare	-		-	
Rapporto max A/C	XC4	Mix design di progetto:	XC4																											
Classe di resistenza minima	0,50		0,5																											
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	C32/40		C32/40																											
Contenuto minimo di aria (%)	340		340																											
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-		-																											
Cemento resistente ai solfati	-		-																											
Cemento resistente all'acqua di mare	-		-																											
<p>COPRIFERRO NOMINALE</p> <p><math>c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})</math> (Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1) <math>c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}</math> (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)</p>																														
<p>- Margine di scostamento <math>\Delta c_{dev}</math> (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)</p>		<p><math>\Delta c_{dev}</math> (mm) <b>10</b></p>																												
<p>- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)</p>		<p><math>c_{nom,min}</math> (mm)</p>																												
<p>- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)</p>		<p><math>c_{min,b}</math> (mm) <b>26</b></p>																												
<p>Tipo di acciaio <b>Ordinario</b></p> <p><math>\varnothing</math> (mm) <b>26</b> diametro barra <math>\varnothing</math> (isolata) o equivalente <math>\varnothing_n</math> (raggruppate, vedi §8.9)</p> <p><math>D_{upper}</math> (mm) <b>25</b> dimensione max aggregato</p>																														
<p>- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)</p> <p>Ambiente Aggressivo</p> <p>Vita nominale <b>75</b> valori tabella +5 mm C <b>C32/40</b> Classe di resistenza utilizzata</p> <p>Controllo qualità speciale cls <b>NO</b> valori tabella <math>C_0</math> C40/50</p> <p>Elemento a piastra <b>NO</b> <math>C_{min}</math> C30/37</p>		<p><math>c_{min,dur}</math> (mm) <b>40</b></p>																												
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale $c_{nom}$ (mm) <b>50</b>																											

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>17</b>

NOME: <b>BAGGIOLI E RITEGNI</b>	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
<b>CLASSE DI ESPOSIZIONE</b>		
Corrosione da carbonatazione <b>XC4</b>	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.	
Corrosione da cloruri marini <b>XS1</b>	Ambiente di aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare. Cls di strutture in zone costiere.	
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
Rapporto max A/C	XC4 0,50 XS1 0,50	XC4+XS1 0,5
Classe di resistenza minima	C32/40 C32/40	C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340 340	340
Contenuto minimo di aria (%)	- -	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	- -	-
Cemento resistente ai solfati	- -	-
Cemento resistente all'acqua di mare	- SI	SI
<b>COPRIFERRO NOMINALE</b>		
$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$	(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)	
$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$	(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)	
- Margine di scostamento $\Delta C_{dev}$ (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$\Delta C_{dev}$ (mm) <b>10</b>
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		$C_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)		$C_{min,b}$ (mm) <b>26</b>
Tipo di acciaio <b>Ordinario</b>		
$\varnothing$ (mm) <b>26</b>	diametro barra $\varnothing$ (isolata) o equivalente $\varnothing_n$ (raggruppate, vedi §8.9)	
$D_{upper}$ (mm) <b>25</b>	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$C_{min,dur}$ (mm) <b>30</b>
Ambiente Aggressivo		
Vita nominale <b>75</b>	valori tabella +5 mm C <b>C32/40</b> Classe di resistenza utilizzata	
Controllo qualità speciale cls <b>SI</b>	valori tabella -5 mm $C_0$ <b>C40/50</b>	
Elemento a piastra <b>SI</b>	$C_{min}$ <b>C30/37</b>	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale $C_{nom}$ (mm) <b>40</b>

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>												
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>18</b>

## 5. APPROCCIO DI CALCOLO

### 5.1 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.).

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale  $V_N = 75$  anni  
(§ 2.4.1 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”)

Classe d’uso III  
(§ 2.4.2, “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”)

Coefficiente d’uso  $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento  $V_R = V_N \cdot C_U = 112.5$  anni

### 5.2 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

In accordo con quanto definito nel §2.3 delle NTC 2008, devono essere svolte le verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese per Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite d’Esercizio (SLE) secondo opportune combinazioni di carico delle azioni.

#### 5.2.1 Combinazioni di carico

Come riportato al §2.5.3 delle NTC 2008, si considerano le seguenti combinazioni delle azioni:

$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU

$G_1$  masse dei pesi propri strutturali

$G_2$  masse dei carichi permanenti non strutturali

$P$  precompressione e pretensione

$Q_{ki}$  masse dei carichi accidentali

$E$  azione sismica

$A_d$  azione eccezionale

$\psi_0, \psi_1, \psi_2$  coefficienti di contemporaneità delle azioni (Tab.. 2.5.I oppure Tab.. 5.1.VI per i ponti stradali e Tab.. 5.2.VII per i ponti ferroviari)

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>19</b>

## 5.2.2 Stati limite ultimi

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione:

$$R_d \geq E_d$$

(Eq. 2.2.1)

$$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$$

valore di progetto della domanda, funzione dei valori di progetto delle azioni ( $F_d$ ) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate ( $a_d$ )

$$R_d = R(F_d ; X_d ; a_d)$$

capacità di progetto in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono ( $X_d$ ) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate ( $a_d$ )

$$F_d = \gamma_F \cdot F_k$$

azioni di progetto

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

proprietà del materiale di progetto

$$a_d$$

parametri geometrici di progetto

$$\gamma_M$$

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

## 5.2.3 Strutture non geotecniche

Fatte salve le prescrizioni specifiche e con riferimento alle tabelle seguenti, per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, i valori dei coefficienti parziali  $\gamma_F$  da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni per le verifiche di equilibrio (SLU EQU) sono quelle della colonna EQU mentre per le verifiche strutturali (SLU STR) sono quelle della colonna A1.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>20</b>

Tab. 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Tabella 5 – Schema dei gruppi di combinazioni per azioni di traffico per ponti ferroviari (NTC 2008)

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ced}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

<sup>(5)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(6)</sup> 1,20 per effetti locali

Tabella 6 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Ponti ferroviari

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	21

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\Psi$  delle azioni

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
Gruppi di	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
carico	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

<sup>(1)</sup> 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

<sup>(2)</sup> Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\Psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 7 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018) – Ponti ferroviari

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>22</b>

## 5.2.4 Strutture geotecniche

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche strutturali (SLU STR) e geotecniche (SLU GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.

### Approccio 1

Le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni ( $\gamma_F$ ), la resistenza dei materiali ( $\gamma_M$ ) e eventualmente la resistenza globale del sistema ( $\gamma_R$ ).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti della colonna A1 per una *Combinazione 1* e i coefficienti della colonna A2 per una *Combinazione 2*.

In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale che per quello geotecnico si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

### Approccio 2

Le verifiche si conducono con un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali per le Azioni ( $\gamma_F$ ), per la resistenza dei materiali ( $\gamma_M$ ) e eventualmente per la resistenza globale ( $\gamma_R$ ).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (SLU EQU), come definito al §2.6.1, impiegando come fattori parziali per le azioni i valori  $\gamma_F$  riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

$E_{inst,d}$  valore di progetto dell'azione instabilizzante

$E_{stb,d}$  valore di progetto dell'azione stabilizzante

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (SLU STR) o del terreno (SLU GEO), come definiti al §2.6.1, impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3), deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

$$E_d = E(\gamma_F * F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$E_d = \gamma_E * E(F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$R_d = 1 / \gamma_R * R(\gamma_F * F_k ; X_k / \gamma_M ; a_d)$$

$$F_d = \gamma_F * F_k$$

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_E$$

$$\gamma_M$$

$$\gamma_R$$

valore di progetto dell'azione

valore di progetto dell'effetto dell'azione

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

azioni di progetto

parametri geotecnici di progetto

parametri geometrici di progetto

coefficiente parziale di sicurezza sugli effetti delle azioni

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

coefficiente parziale di sicurezza globale sulle resistenze

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>23</b>

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(4)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{Gi}$

Tabella 8 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Strutture geotecniche

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tabella 9 - Coefficienti parziali per le resistenze nelle verifiche SLU (NTC 2008) – Strutture geotecniche

### 5.2.5 Stati limite di esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [27], la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$C_d \geq E_d \quad (\text{Eq. 2.2.2})$$

$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$       valore di progetto dell'effetto delle azioni  
 $C_d = C(F_d ; X_d ; a_d)$       valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato

All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.

Il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

### 5.2.6 Stati limite ultimi e di esercizio sismici

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>24</b>

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli *elementi strutturali primari (ST)* si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di *rigidità (RIG)* e di *resistenza (RES)*, senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di *rigidità (RIG)*, di *resistenza (RES)* e di *duttilità (DUT)* (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità, mentre le verifiche degli *elementi non strutturali (NS)* e degli *impianti (IM)* si effettuano in termini di *funzionamento (FUN)* e *stabilità (STA)*, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

Per le verifiche dettagliate di ogni parte strutturale si rimanda al capitolo §7 delle NTC 2018.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>25</b>

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM <sup>(*)</sup>
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT <sup>(**)</sup>			DUT <sup>(**)</sup>		

<sup>(\*)</sup> Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

<sup>(\*\*)</sup> Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Tabella 10 – Schema delle verifiche da attuare per gli elementi strutturali primari in base alla tipologia, allo stato

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	26

### 5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

Sono stati utilizzati i programmi di calcolo elencati nel seguito. La scrivente ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati. Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### 5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



Caratteristiche: Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono e/o bidimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici

Autore: G + D Computing Pty Limited - Sidney NSW 2000 Australia

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>27</b>

### 5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche  
 Autore: Aztec Informatica – Casole Bruzio, Cosenza  
 Distribuzione: Aztec Informatica S.r.l.  
 Versione: 10.05a  
 Titolo:

**Sezione generica in C.A. e C.A.P.**  
**VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE**  
**Stato Limite Ultimo**  
**Metodo n**

**Progetto a flessione e taglio di sezione rettangolare**  
**Progetto pilastri in zona sismica**

Il modulo Progetto Sezione Rettangolare è stato sviluppato nella tesi di laurea dell'Ing. Davide Pari (2001)

Il modulo Sismica è stato parzialmente sviluppato nella tesi di laurea degli Ingg. Alberto Antonini e Giovanni Tanghetti (2006)

**by Prof. Piero Gelfi**  
**VERSIONE 7.8 (novembre 2021)**

Aggiornamento sviluppato da Ing. Paolo Bertacchini con il supporto dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia.  
 Supervisione Prof. Giovanni Metelli.

**free distribution**  
**vietata la vendita**

Caratteristiche: Programma per la verifica di sezioni generiche  
 Autore: Prof. Piero Gelfi  
 Distribuzione: Distribuzione libera  
 Versione: 7.8

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>28</b>

#### 5.4 VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO

##### 5.4.1 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Ai sensi del §10.2 delle NTC 2008 si dichiara quanto segue.

##### 5.4.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. Per quanto riguarda i criteri di modellazione e le caratteristiche dei programmi utilizzati si rimanda ai relativi paragrafi.

##### 5.4.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

##### 5.4.4 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

##### 5.4.5 Informazioni generali sull'elaborazione

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

##### 5.4.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>29</b>

## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche (M21, M22) è possibile determinare la categoria di sottosuolo di riferimento per la definizione dell'azione sismica; per l'opera in esame si assume una categoria di sottosuolo C.

### 6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Vedi relazioni di calcolo di verifica pali.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>30</b>

## 7. ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI ( $G_1$ )

Nome	$\gamma_G$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
PP (cat. $G_1$ )	1.00 / 1.30	-	-	-
PP (ponti stradali)	1.00 / 1.35	-	-	-

Per gli elementi in c.a. si considera un peso specifico  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ , per gli elementi in acciaio  $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$ .

#### 7.1.1 Impalcato in c.a.p. di luce $L=25 \text{ m}$

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio delle travi e il peso proprio della soletta. Per il peso proprio delle travi di lunghezza 24.30 m, si considera un valore pari a 35 kN/m. Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 25 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce  $L=25 \text{ m}$ , di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

Nome	$R_1$ [kN/m]	$R_2$ [kN/m]	$R_3$ [kN/m]	$R_4$ [kN/m]
PP travi	35	35	35	35
PP soletta	52	4	4	52

Reazioni totali appoggio	$R_1$ [kN]	$R_2$ [kN]	$R_3$ [kN]	$R_4$ [kN]
PP (cat. $G_1$ )	1075	475	475	1075

#### 7.1.2 Impalcato in acciaio di luce $L=40 \text{ m}$

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio della carpenteria metallica e il peso proprio della soletta.

Per il peso proprio della carpenteria metallica è stata considerata una incidenza di  $400 \text{ kg/m}^3$ , che si traduce come un peso di 270 kN.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 40 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce  $L=40 \text{ m}$ , di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>31</b>

Nome	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP carpenteria metallica	270	270	270	270
Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
PP soletta	52	20	20	52

Reazioni totali appoggio	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>1</sub> )	1310	670	670	1310

## 7.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G<sub>2</sub>)

Nome	γ <sub>G</sub> (Fav / Sfav)	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.50	-	-	-

### 7.2.1 Impalcato in c.a.p. di luce L=25 m

Per le valutazioni sul calcolo degli scarichi agli appoggi delle singole campate si fa riferimento all'analisi dei carichi impalcato, che sono ricavate del modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m.

Si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 25 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

#### 7.2.1.9 Ballast (G<sub>2,1</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Ballast	16	49	49	16

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,1</sub> )	325	500	500	325

#### 7.2.1.10 Velette (G<sub>2,2</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Velette	18	-11	-11	18

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	32

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,2</sub> )	225	-138	-138	225

#### 7.2.1.11 Arredi (G<sub>2,3</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Arredi	34	-18	-18	34

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,3</sub> )	425	-225	-225	425

#### 7.2.1.12 Barriere antirumore (G<sub>2,4</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Barriere	46	-26	-26	46

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,4</sub> )	575	-325	-325	575

### 7.2.2 Impalcato in acciaio di luce L=40 m

Per le valutazioni sul calcolo degli scarichi agli appoggi delle singole campate si fa riferimento all'analisi dei carichi impalcato, che sono ricavate del modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce L=40 m.

Si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 40 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi trasversale della soletta, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce L=40 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

#### 7.2.2.9 Ballast (G<sub>2,1</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Ballast	26	40	40	26

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>33</b>

PP (cat. G <sub>2,1</sub> )	320	980	980	320
-----------------------------	-----	-----	-----	-----

#### 7.2.2.10 Velette (G<sub>2,2</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Velette	14	-7	-7	14

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,2</sub> )	280	-140	-140	280

#### 7.2.2.11 Arredi (G<sub>2,3</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Arredi	26	-5	-5	26
Grigliati	1	2	2	1

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,3</sub> )	540	-60	-60	540

#### 7.2.2.12 Barriere antirumore (G<sub>2,4</sub>)

Nome	R <sub>1</sub> [kN/m]	R <sub>2</sub> [kN/m]	R <sub>3</sub> [kN/m]	R <sub>4</sub> [kN/m]
Barriere	35	-15	-15	35

Azione totali	R <sub>1</sub> [kN]	R <sub>2</sub> [kN]	R <sub>3</sub> [kN]	R <sub>4</sub> [kN]
PP (cat. G <sub>2,4</sub> )	700	-300	-300	700

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>34</b>

### 7.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (E<sub>2</sub>)

Nome	Tipo	Y <sub>E2</sub> (Fav / Sfav)	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
RITIRO (ponti ferroviari)	Ritiro, viscosità, cedimenti imposti	EQU 0.00 / 1.20 (A1) 0.00 / 1.20 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

Dato che il ritiro dipende dal tempo di maturazione del calcestruzzo, dalla resistenza e dalle condizioni ambientali, gli effetti possono evidenziarsi sia in fase di costruzione sulla sezione mista composta da due materiali di diverso modulo elastico (ritiro primario) sia a lungo termine sulla statica globale dell'impalcato (ritiro secondario).

Nel primo caso l'accorciamento primario della soletta determina l'insorgenza di tensioni di scorrimento all'interfaccia soletta-trave e uno stato di pressoflessione della sezione mista.

Nel secondo caso l'accorciamento secondario della soletta determina l'insorgenza di reazioni iperstatiche sulla statica globale dell'impalcato.

Nel caso in cui l'impalcato presenti uno schema isostatico, il ritiro secondario viene interamente assorbito dalle sezioni resistenti longitudinali con l'insorgenza di sole deformazioni cinematiche e nessuna tensione aggiuntiva, pertanto tale azione non viene trattata direttamente per il calcolo delle sottostrutture in oggetto.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>35</b>

#### 7.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

##### 7.4.1 Azioni da traffico ferroviario (Q<sub>1</sub>)

Nome	Tipo	Y <sub>Q</sub> (Fav / Sfav)		ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
AZIONI VERTICALI	Variabili da traffico ferroviario	EQU 0.00 / 1.45	Singole	0.80	0.50	0.00
		(A1) 0.00 / 1.45	gr.1	0.80	0.80	0.00
		(A2) 0.00 / 1.25	gr.2	-	-	-
			gr.3	0.80	0.80	0.00
			gr.4	1.00	1.00	0.00

Si considerano i sovraccarichi ferroviari in accordo al §5.2.2.3 delle NTC2008, per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle tipologie di traffico ferroviario, normale o pesante. I valori dei suddetti carichi saranno poi moltiplicati per un coefficiente di adattamento  $\alpha$ , variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

Per i requisiti S.T.I. imposti sulla tratta ferroviaria in progetto, per le categorie di traffico passeggeri P2/P4 il coefficiente  $\alpha = 1.0$  e per le categorie merci F1 il coefficiente  $\alpha = 1.0$ .

Nei dimensionamenti per le opere in oggetto, rimanendo a favore di sicurezza, si considerano i coefficienti imposti dalle NTC2008, superiori o uguali a quelli S.T.I., come descritto nei paragrafi successivi per i singoli modelli di carico.

Tabella 11

Fattore alfa ( $\alpha$ ) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa ( $\alpha$ )
<b>P1, P2, P3, P4</b>	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
<b>F1, F2, F3</b>	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeso
F1600	1,1

Figura 6 – Specifiche Tecniche di Interoperabilità (S.T.I.) - Requisiti carichi da traffico ferroviario

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	36

#### 7.4.1.1 Modello di carico LM71

Il treno LM71 è schematizzato da n°4 assi da 250 kN su una lunghezza di 6.40 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una lunghezza illimitata.

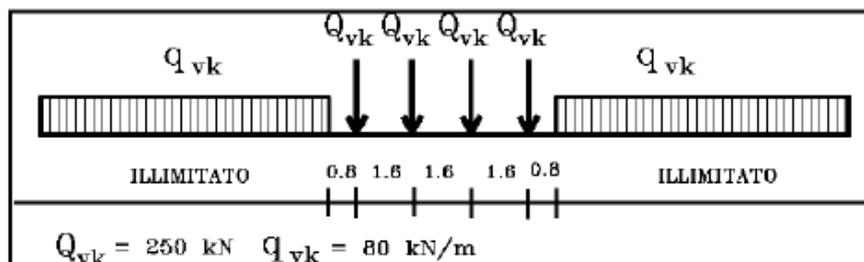


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 7 – Schema treno di carico LM71

Per questo modello è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario, dipendente dallo scartamento  $s$  per tenere conto dello spostamento dei carichi. Per  $s=1435$  mm risulta pari a  $s/18=80$  mm. Per la progettazione di ferrovie ordinarie il valore del coefficiente di adattamento è  $\alpha=1.1$ .

#### 7.4.1.2 Modello di carico SW

Per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni, il modello di carico SW/0 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario normale per travi continue (utilizzato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell'LM71), il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

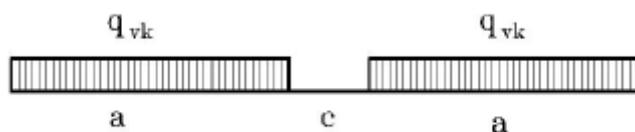


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

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

Figura 8 – Schema treno di carico SW

Il valore del coefficiente di adattamento da adottarsi nella progettazione delle ferrovie ordinarie è pari, rispettivamente, a  $\alpha=1.1$  per il modello di carico SW/0 ed a  $\alpha=1.0$  per il modello di carico SW/2.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>37</b>

### 7.4.1.3 Effetti dinamici

Le azioni statiche dei modelli di carico devono essere incrementate per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli, gli effetti di amplificazione dinamica dovranno valutarsi:

- per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza non superiore a 200 km/h, quando la frequenza propria della struttura ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente è sufficiente utilizzare i coefficienti dinamici  $\Phi$  definiti in §5.2.2.3 D.M. 14/01/2008. Come riportato in § 2.5.1.4.2.5.2 del MdP, si adotta il coefficiente dinamico  $\Phi_3=1.00$  poiché si sta studiando il comportamento di una pila con le seguenti caratteristiche:

$I=25.00 \text{ m}^4$	Inerzia longitudinale elevazione pila
$A=13.97 \text{ m}^2$	Area sezione elevazione pila
$H=12.50 \text{ m}$	Altezza massima pile
$\lambda=H*\sqrt{A/I}=3.7 \leq 9.34$	Snellezza pila

- per le usuali tipologie di ponti, ove la velocità di percorrenza sia superiore a 200 km/h e quando la frequenza propria della struttura non ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente, e comunque per le tipologie non convenzionali (ponti strallati, ponti sospesi, ponti di grande luce, ponti metallici difformi dalle tipologie in uso in ambito ferroviario, ecc.) dovrà effettuarsi una analisi dinamica adottando convogli "reali" e parametri di controllo specifici dell'infrastruttura e del tipo di traffico ivi previsto, per ulteriori dettagli fare riferimento alle valutazioni contenute nella relazione di calcolo degli impalcati presenti sulla sottostruttura in oggetto.

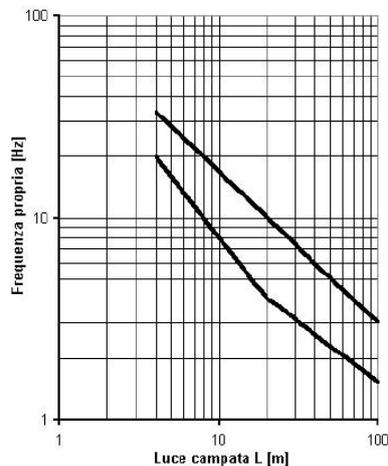


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie  $n_o$  in Hz in funzione della luce della campata

Figura 9 – Limiti frequenze proprie per il calcolo del coefficiente dinamico  $\Phi$

### 7.4.1.4 Calcolo per campata $L=25 \text{ m}$

Nel caso in oggetto si ha il seguente coefficiente dinamico, tipico di linee a normale standard manutentivo:

*Travi principali*

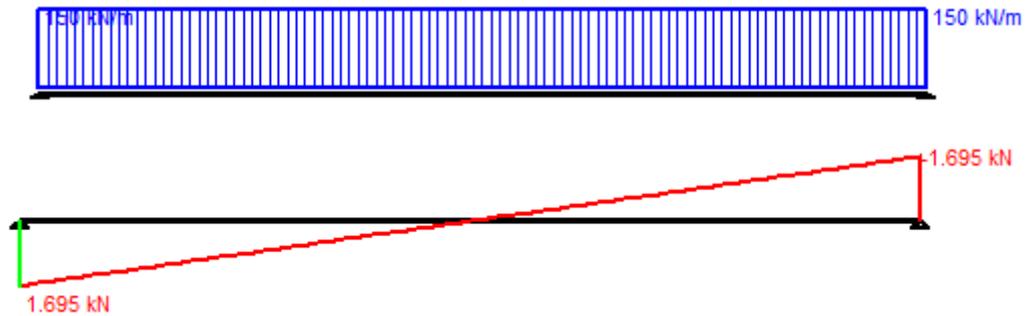
$$\Phi_3 = 2.16/(\sqrt{L_\phi} - 0.20) + 0.73 = 1.204$$

$L_\phi = 22.60 \text{ m}$                       lunghezza caratteristica

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	38



**Vincoli**

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m

N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	22,6

Luce  m J  cm<sup>4</sup>

E  MPa  Distanze parziali

**Risultati**

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="1.695"/>	RB	<input type="text" value="1.695"/>

Φ <sub>A</sub>	[rad]	<input type="text" value="0,001489"/>	Φ <sub>B</sub>	<input type="text" value="0,001489"/>
max M+		<input type="text" value="9,577"/>	x max M+	<input type="text" value="11,3"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,01051"/>	x f max	<input type="text" value="11,3"/>

**Diagrammi**

N° Coppie CONCENTRATE kNm

N° sezioni di calcolo

**Risultati all'ascissa x**

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1.695"/>	<input type="text" value="0"/>

Figura 10 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 1695 \text{ kN}$$

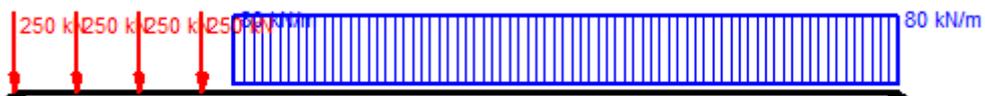
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1695 / (22.60/2) = 150.0 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 * \alpha * q'_v * L/2 = 1.204 * 1.00 * 150.0 * 22.60/2 = 2040.8 \text{ kN}$$

(Q1\_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.00 m



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	39

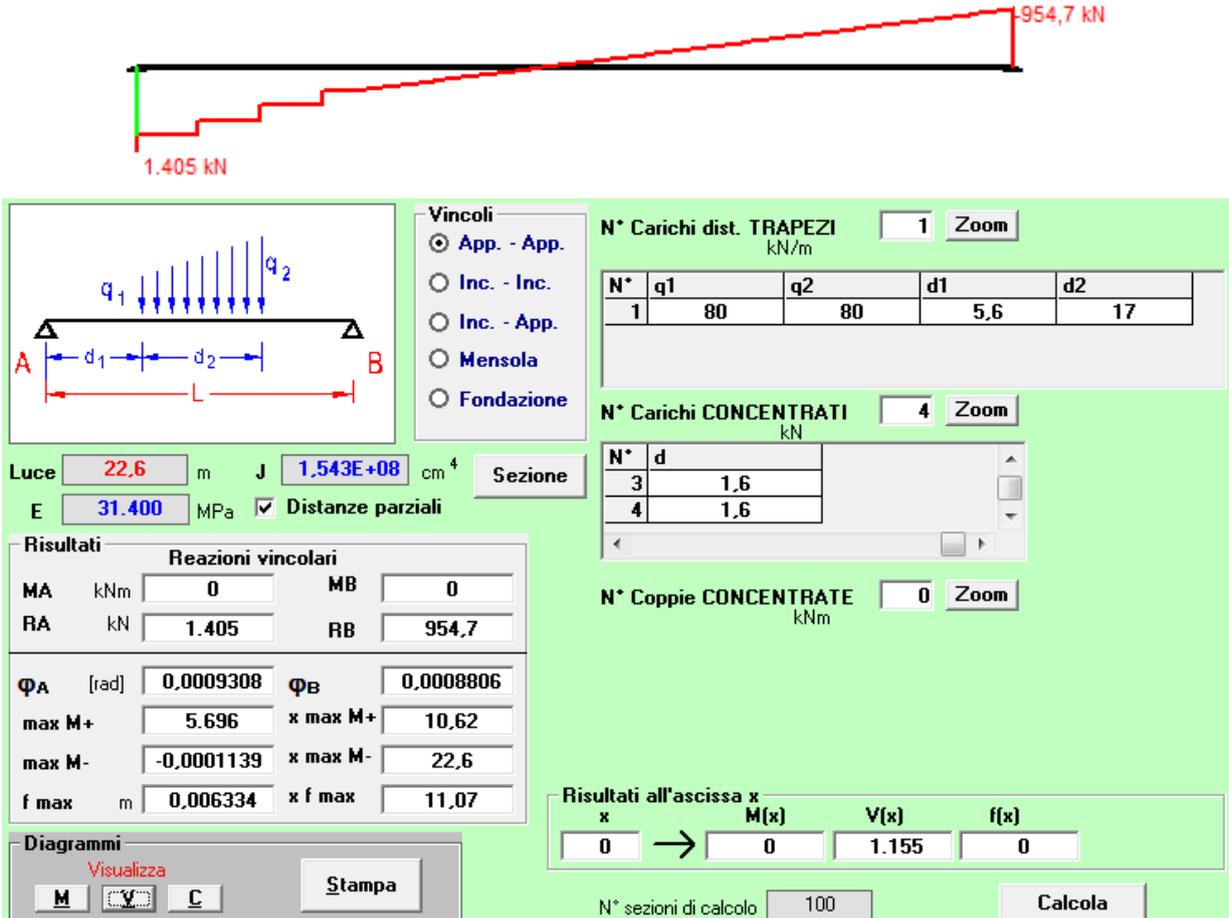


Figura 11 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

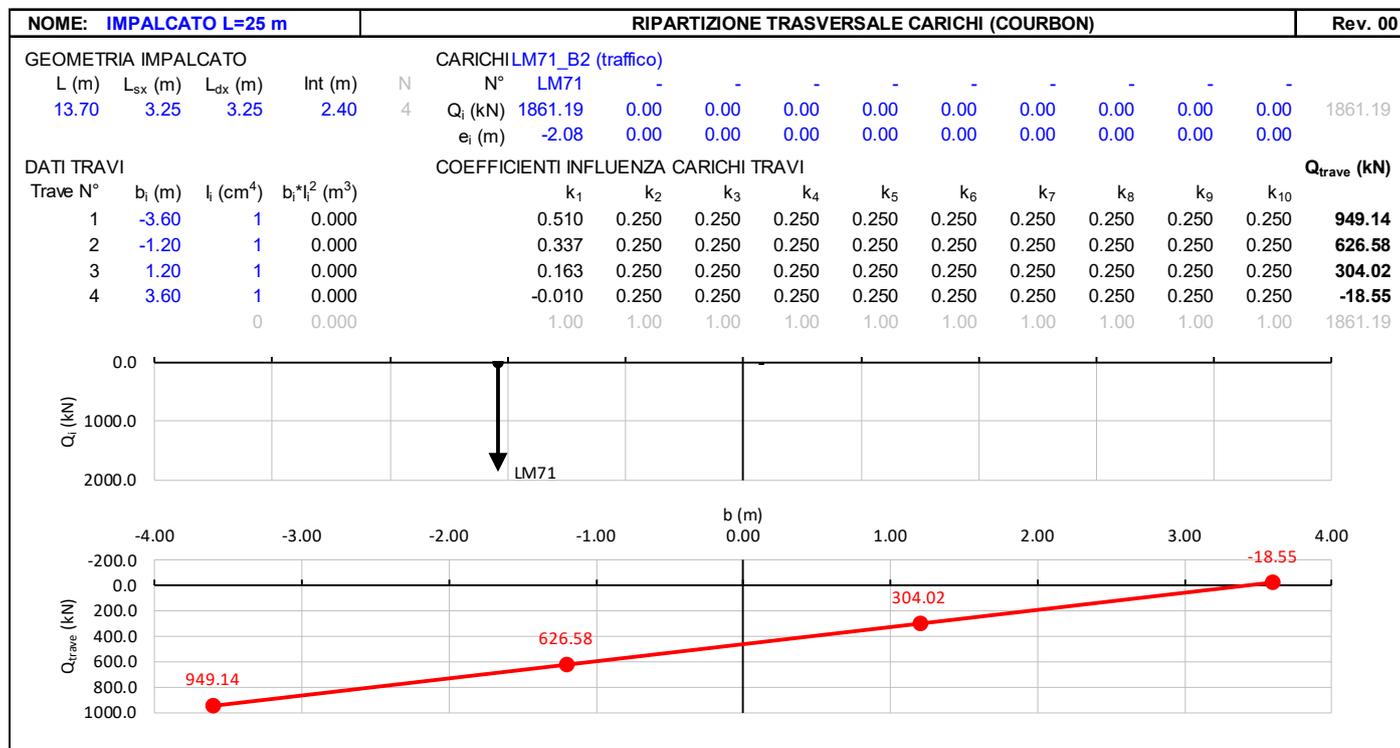
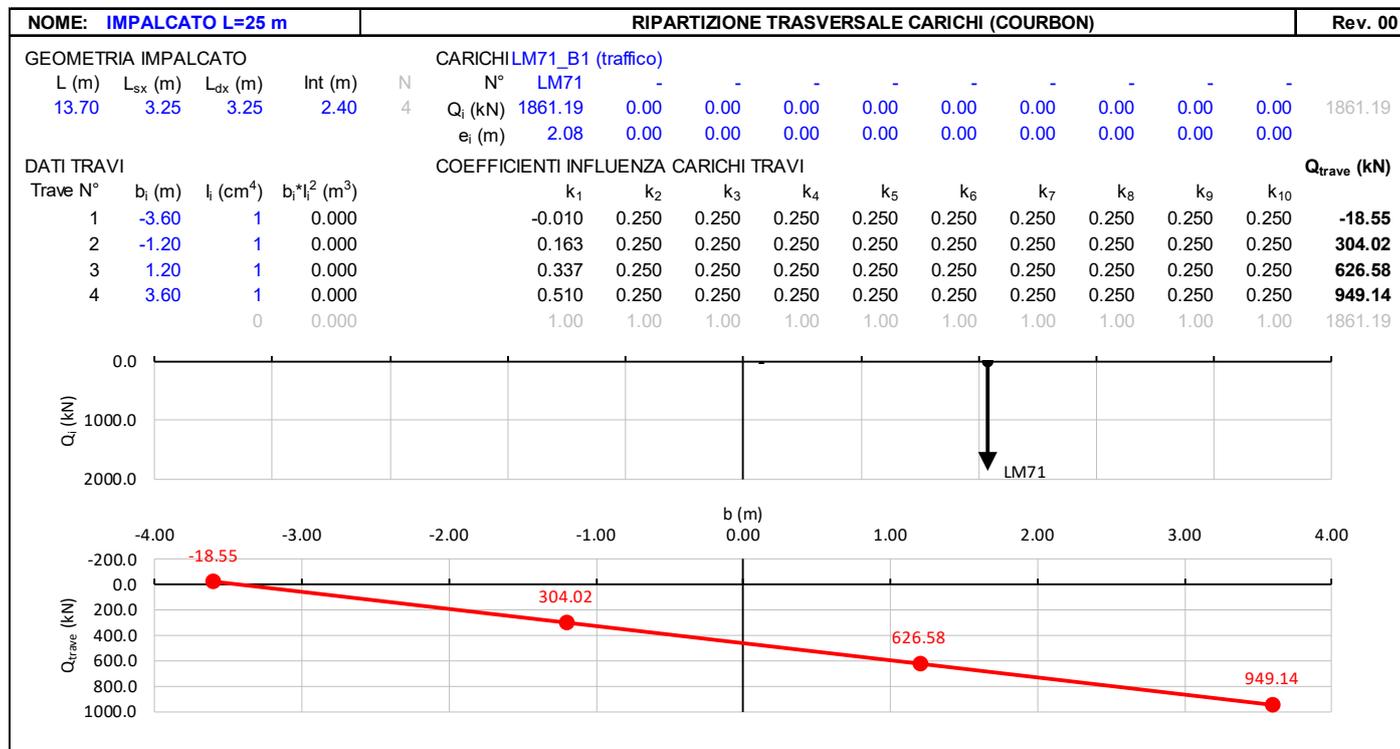
$V_{max} = 1405 \text{ kN}$  (Q1\_LM71 B1)  
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$  Carico equivalente tagliante  
 $Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.204 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1860.8 \text{ kN}$  Azione verticale applicata con e=+2.08 m

$V_{max} = 1405 \text{ kN}$  (Q1\_LM71 B2)  
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$  Carico equivalente tagliante  
 $Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.204 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1860.8 \text{ kN}$  Azione verticale applicata con e=-2.08 m

Le precedenti azioni vengono rigidamente distribuite alla Courbon calcolando in prossimità degli appoggi trave le reazioni verticali di equilibrio.

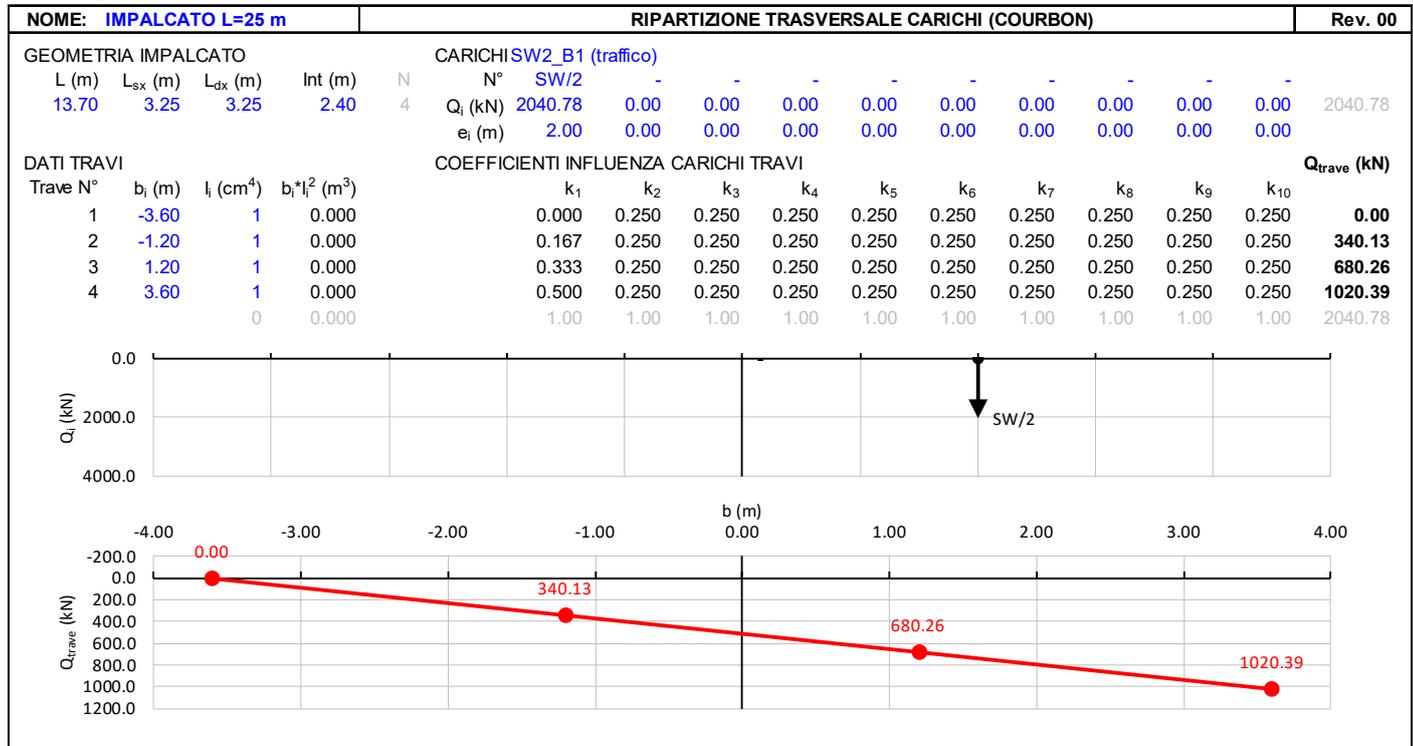
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	40



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	41



#### 7.4.1.5 Calcolo per campata L=40 m

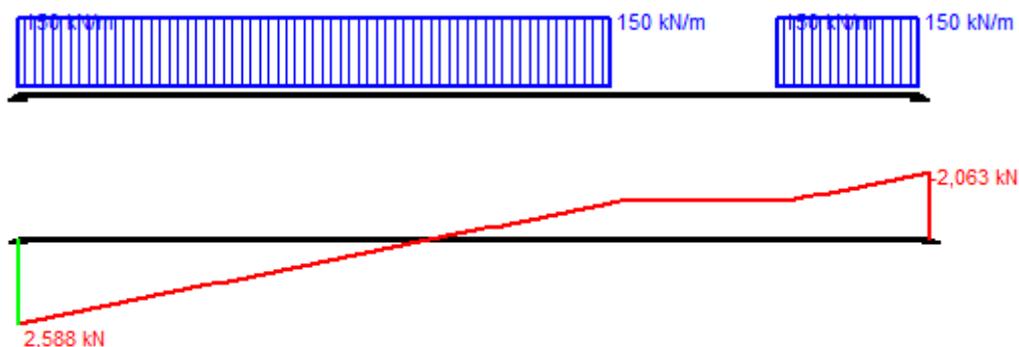
Nel caso in oggetto si ha il seguente coefficiente dinamico, tipico di linee a normale standard manutentivo:

*Travi principali*

$$\Phi_3 = 2.16 / (\sqrt{L_\phi} - 0.20) + 0.73 = 1.092$$

$$L_\phi = 38.00 \text{ m} \quad \text{lunghezza caratteristica}$$

Gli effetti sui singoli impalcato indotti dalle azioni da traffico, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	42

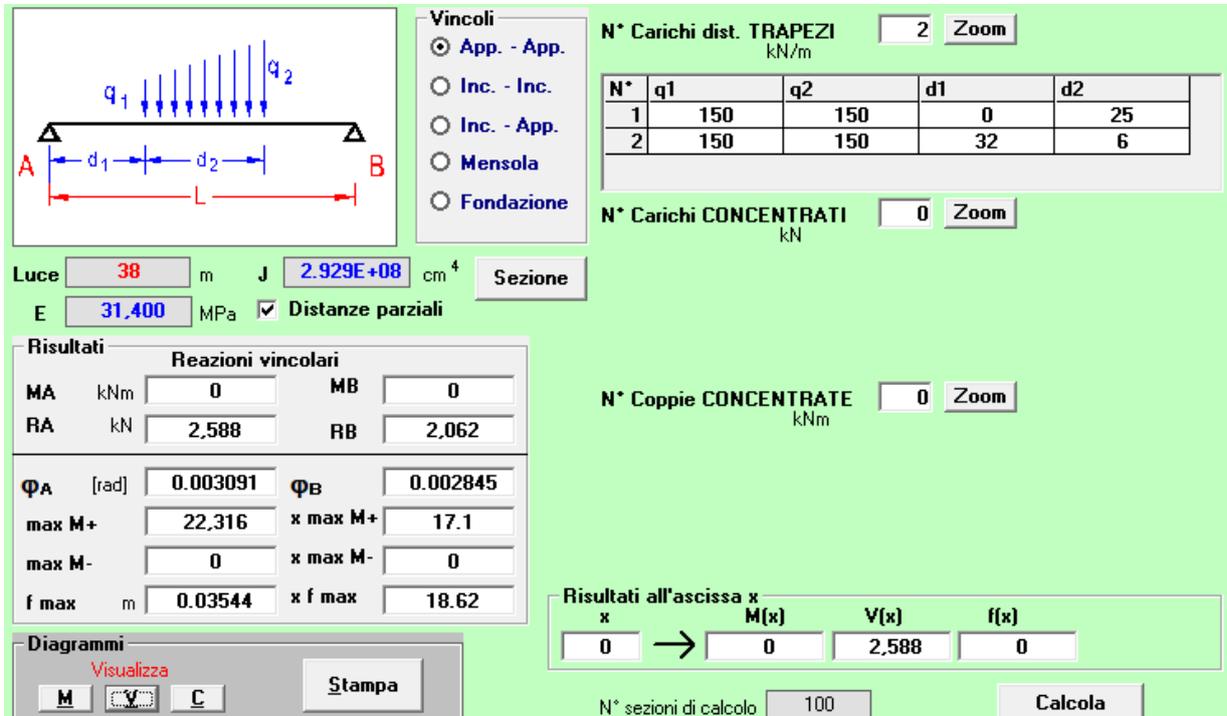


Figura 12 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 2588 \text{ kN}$$

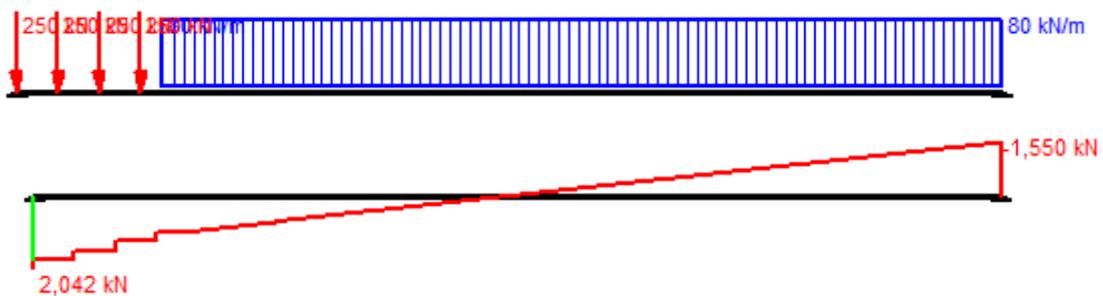
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 2588 / (38.00/2) = 136.2 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.092 \cdot 1.00 \cdot 136.2 \cdot 38.00/2 = 2825.1 \text{ kN}$$

(Q1\_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.00 m



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	43

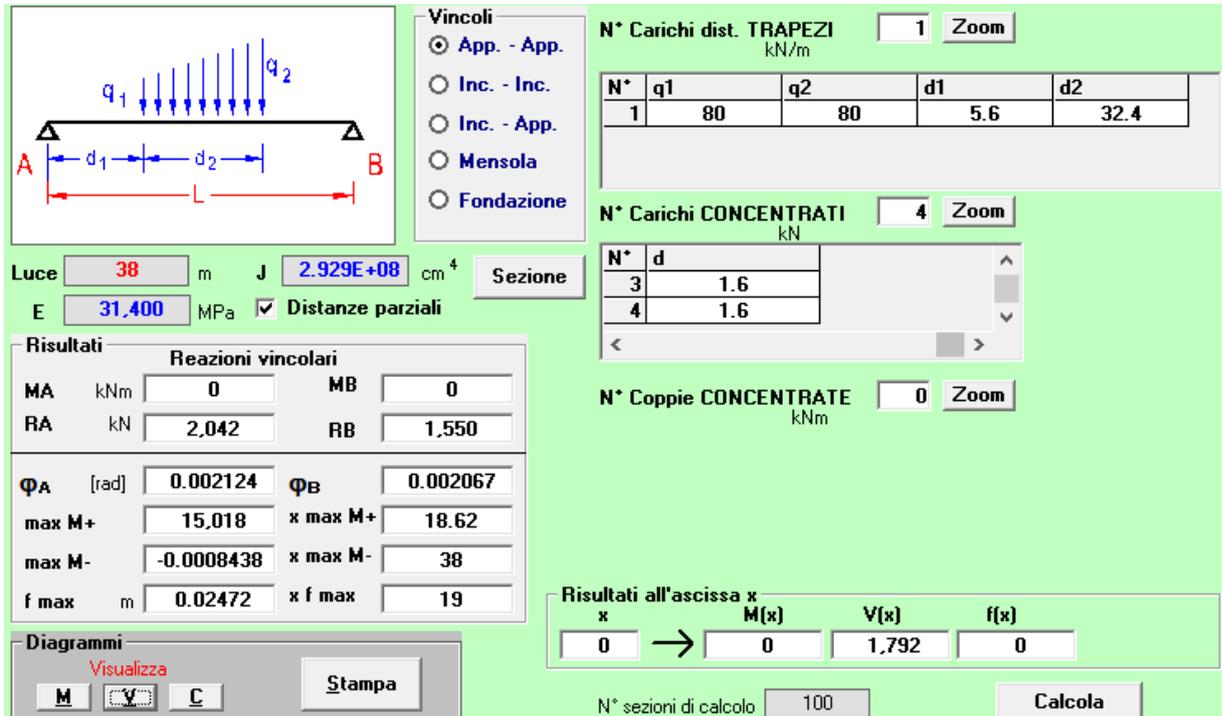


Figura 13 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

$$V_{\max} = 2042 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 2042 / (38.00/2) = 107.5 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.092 \cdot 1.10 \cdot 107.5 \cdot 38.00/2 = 2452.7 \text{ kN}$$

(Q1\_LM71 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.08 m

$$V_{\max} = 2042 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 2042 / (38.00/2) = 107.5 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.092 \cdot 1.10 \cdot 107.5 \cdot 38.00/2 = 2452.7 \text{ kN}$$

(Q1\_LM71 B2)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=-2.08 m

Le precedenti azioni vengono rigidamente distribuite alla Courbon calcolando in prossimità degli appoggi trave le reazioni verticali di equilibrio.





**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	46

#### 7.4.1.8 Numero di treni contemporanei

Nella progettazione andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, in genere sia per traffico normale (LM71) sia per traffico pesante (SW/2). Le azioni da traffico considerano una configurazione in campata in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

Le condizioni da traffico in campata valutate per le pile sono descritte in seguito:

- Traffico-1: Due treni di carico in contemporaneo sulla Campata 2 (lato appoggi fissi): LM71 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2.
- Traffico-2: Due treni di carico in contemporaneo sulla Campata 2 (lato appoggi fissi): SW2 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2.
- Traffico-3:
  - Un treno di carico sulla Campata 1: LM71 sul binario 1.
  - Un treno di carico sulla Campata 2: LM71 sul binario 1.
- Traffico-4:
  - Un treno di carico sulla Campata 1: SW2 sul binario 1.
  - Un treno di carico sulla Campata 2: SW2 sul binario 1.

Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:

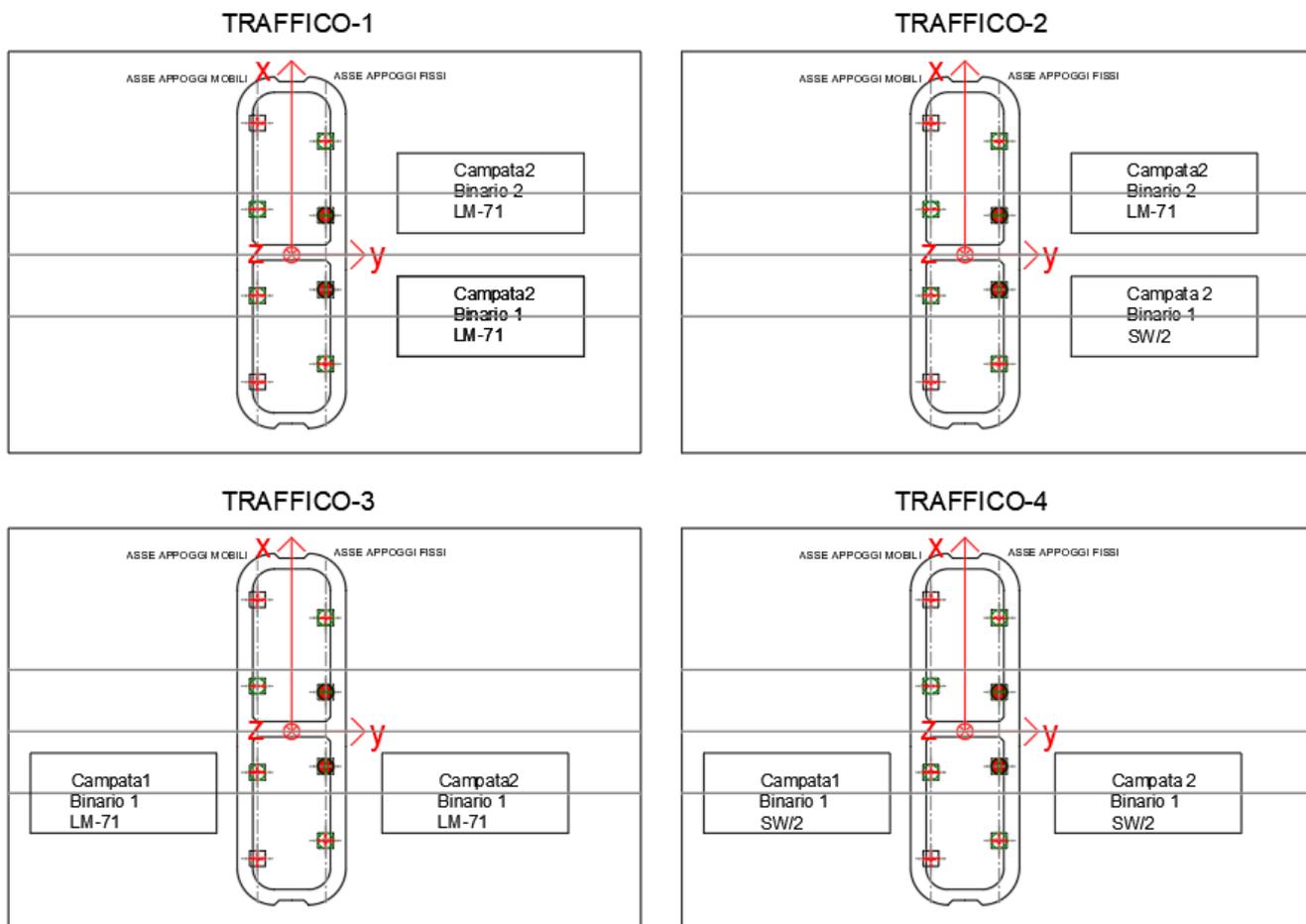


Figura 14 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari – Pila P7

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	47

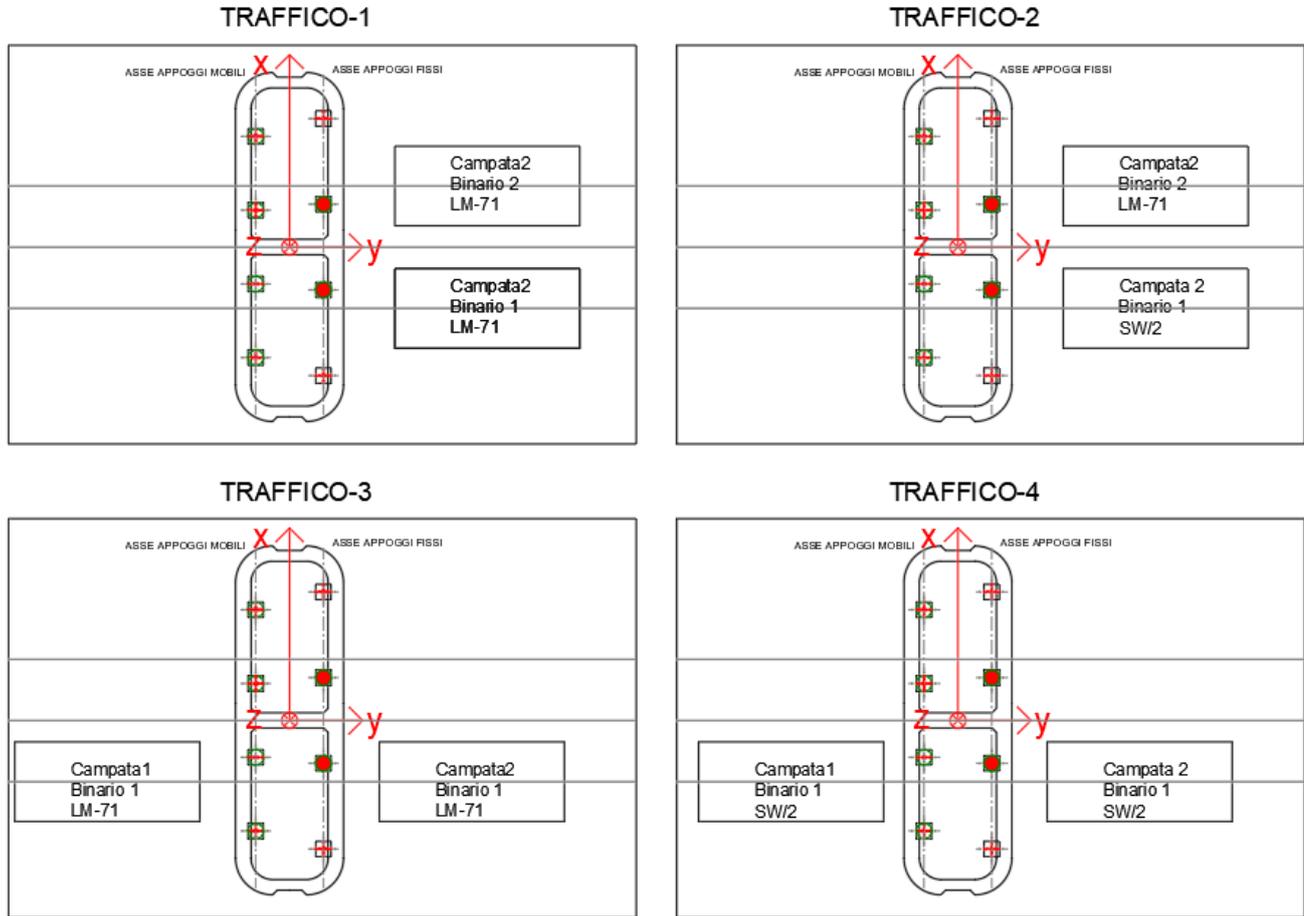


Figura 15 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari – Pila P8

Tab. 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante <sup>(2)</sup>
		caso a <sup>(1)</sup>	caso b <sup>(1)</sup>	
1	Primo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	-	1,0 (LM 71''+''SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	0,75 (LM 71''+''SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	0,75 (LM 71''+''SW/0)	1,0 (LM 71''+''SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71''+''SW/0)	-

<sup>(1)</sup> LM71 ''+'' SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

<sup>(2)</sup> Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Figura 16 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più binari

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	48

## 7.5 AZIONI ECCEZIONALI (A)

### 7.5.1 Deragliamento al di sopra del ponte

In accordo col §2.5.1.5 del Manuale di progettazione delle opere civili, parte II – sezione 2 – ponti e strutture,

che riprende il contenuto del §5.2.2.9.2 delle NTC08, oltre a considerare i modelli di carico verticale da traffico ferroviario, ai fini della verifica della struttura si dovrà tenere conto della possibilità alternativa che un locomotore o un carro pesante deragli, esaminando separatamente le due seguenti situazioni di progetto.

#### 7.5.1.9 Impalcato in c.a.p. di luce $L=25\text{ m}$

##### 7.5.1.9.1 Caso 1

Si considerano due carichi verticali lineari  $q_{A1d} = 60\text{ kN/m}$  (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Tali carichi saranno posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 m. Trasversalmente i carichi distano fra loro di  $S$  (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12. Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

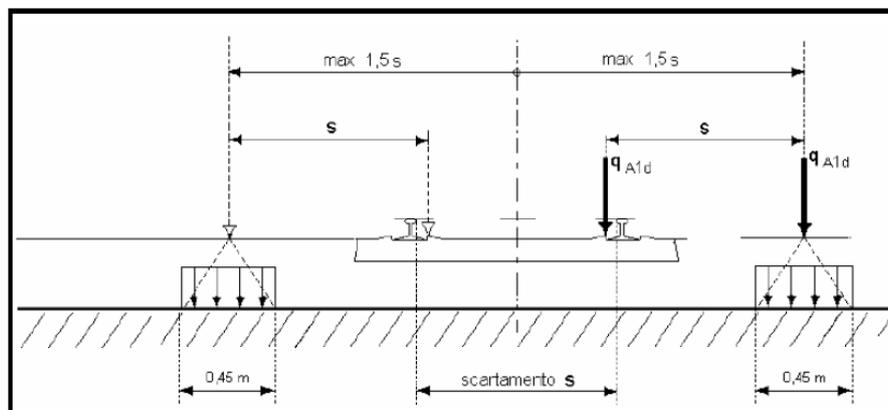
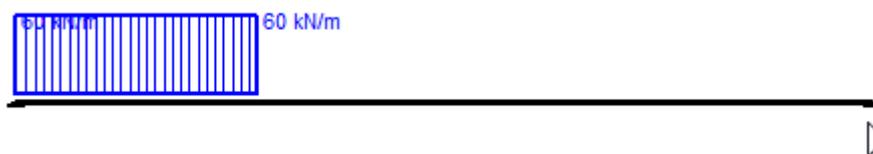


Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 17 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	49



**Vincoli**

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

**N° Carichi dist. TRAPEZI**  **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6.4

**N° Carichi CONCENTRATI**  **Zoom**

**N° Coppie CONCENTRATE**  **Zoom**

Luce  m    J  cm<sup>4</sup>    Sezione

E  MPa     Distanze parziali

**Risultati**

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="329.6"/>	RB	<input type="text" value="54.37"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0.0001408"/>	ΦB	<input type="text" value="9.170E-05"/>
max M+		<input type="text" value="905.3"/>	x max M+	<input type="text" value="5.424"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0.0007813"/>	x f max	<input type="text" value="9.718"/>

**Diagrammi**

Visualizza  M  V  C    **Stampa**

**Risultati all'ascissa x**

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="329.6"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo     **Calcola**

Figura 18 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

$$V_{\max} = 329.6 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 330 / (22.60/2) = 29.2 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 29.2 * 22.60/2 = 329.60 \text{ kN}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 29.2 * 22.60/2 = 329.60 \text{ kN}$$

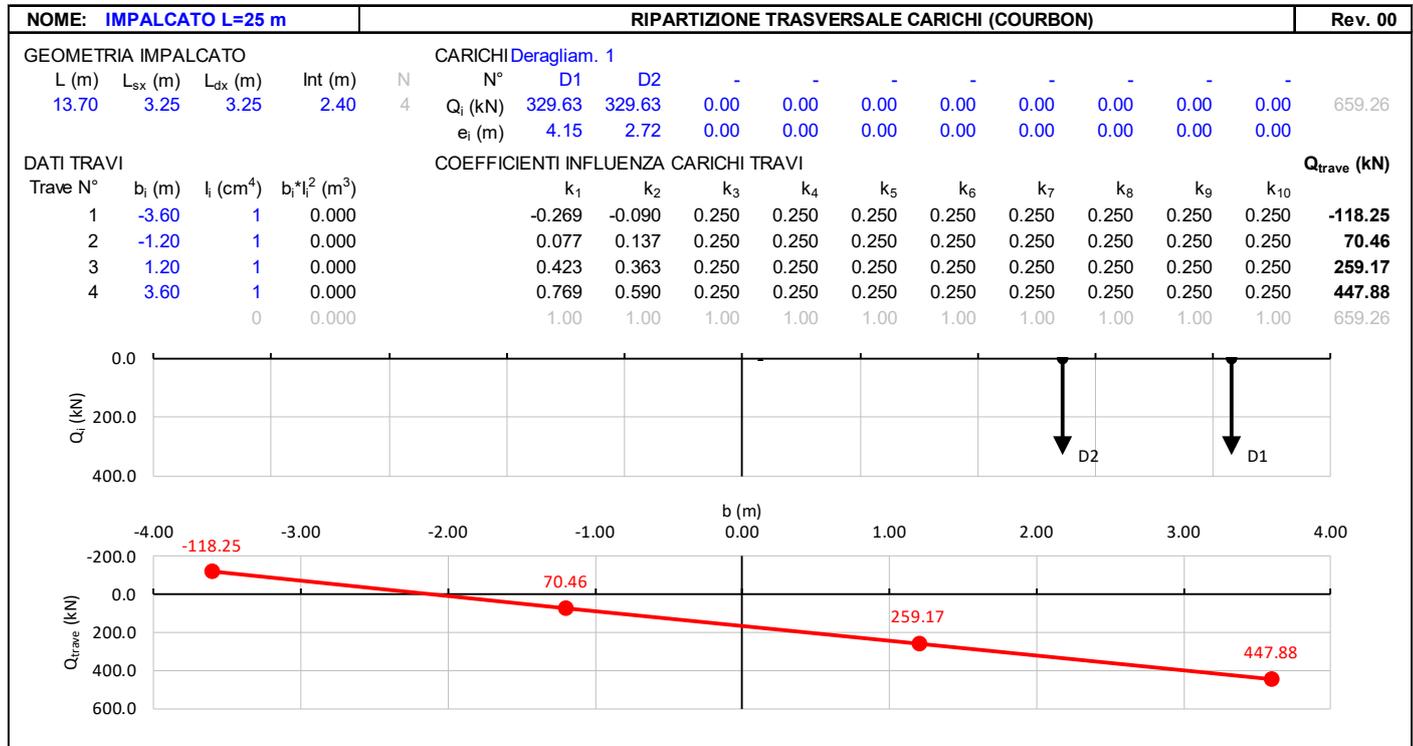
Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata  $e = +2.00 + 1.435 * 1.5 = 4.15 \text{ m}$

Azione verticale applicata  $e = +2.00 + 1.435 * 0.5 = 2.72 \text{ m}$

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	50



7.5.1.9.2 Caso 2

Si considera un unico carico lineare  $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} \times 1.4$  esteso per 20,00 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di 1,50 s rispetto all'asse del binario (Fig. 5.2.13). Per questa condizione convenzionale di carico andrà verificata la stabilità globale dell'opera, come il ribaltamento d'impalcato, il collasso della soletta, ecc. Per impalcati metallici con armamento diretto, il caso 2 dovrà essere considerato solo per le verifiche globali.

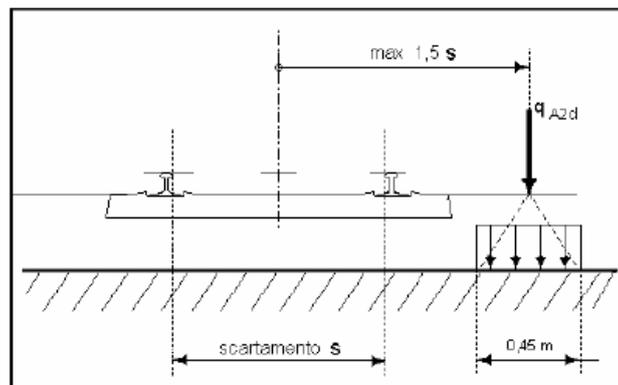


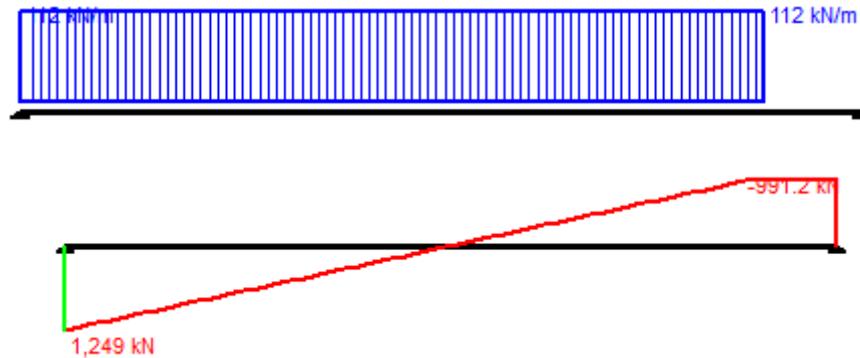
Figura 5.2.13 - Caso 2

Figura 19 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	51



Vincoli

App. - App.

Inc. - Inc.

Inc. - App.

Mensola

Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m  Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	20

N° Carichi CONCENTRATI kN  Zoom

N° Coppie CONCENTRATE kNm  Zoom

Luce  m J  cm<sup>4</sup> Sezione

E  MPa  Distanze parziali

**Risultati**

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="1,249"/>	RB	<input type="text" value="991.2"/>

ΦA	[rad]	<input type="text" value="0.001083"/>	ΦB	<input type="text" value="0.001060"/>
max M+		<input type="text" value="6,962"/>	x max M+	<input type="text" value="11.07"/>
max M-		<input type="text" value="-0.001411"/>	x max M-	<input type="text" value="22.6"/>
f max	m	<input type="text" value="0.007603"/>	x f max	<input type="text" value="11.3"/>

**Diagrammi**

Visualizza

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1,249"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

Figura 20 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

$$V_{\max} = 1248.8 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1248.8 / (22.60/2) = 110.5 \text{ kN/m} \text{ Carico equivalente tagliante}$$

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 110.5 \cdot 22.60/2 = 1248.8 \text{ kN}$$

$$\text{Azione verticale applicata } e = +2.00 + 1.435 \cdot 1.5 = 4.15 \text{ m}$$



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	53

### 7.5.1.10 Impalcato in acciaio di luce $L=40\text{ m}$

#### 7.5.1.10.1 Caso 1

Si considerano due carichi verticali lineari  $q_{A1d} = 60\text{ kN/m}$  (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Tali carichi saranno posizionati longitudinalmente su una lunghezza di  $6,40\text{ m}$ . Trasversalmente i carichi distano fra loro di  $S$  (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12. Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

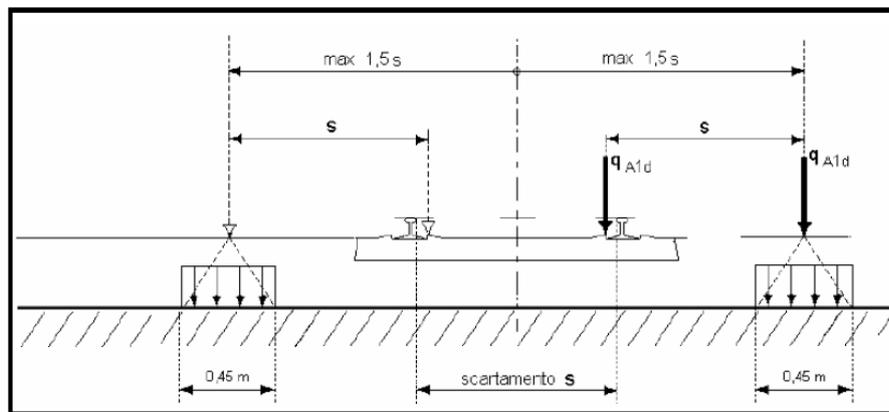
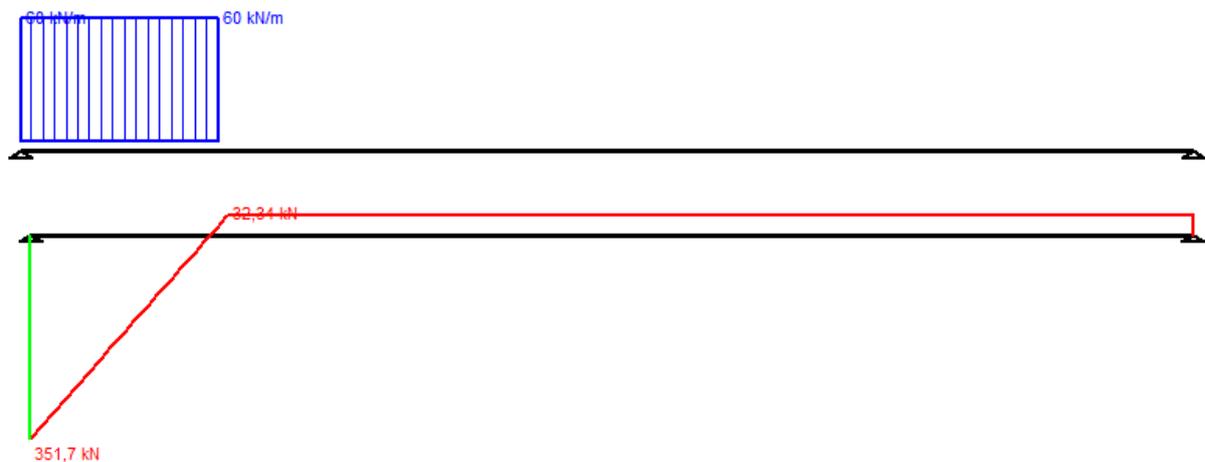


Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 21 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	54

**Vincoli**

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

**N° Carichi dist. TRAPEZI**  **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6,4

**N° Carichi CONCENTRATI**  **Zoom**

**N° Coppie CONCENTRATE**  **Zoom**

**Risultati all'ascissa x**

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	351,7	0

**Risultati**

**Reazioni vincolari**

MA	MB
0	0

RA	RB
351,7	32,34

**Φ<sub>A</sub>** [rad]  **Φ<sub>B</sub>**

max M+	x max M+
1,030	5,7

max M-	x max M-
-6,25E-05	38

f max	x f max
0,001211	16,34

**Diagrammi**

Visualizza

N° sezioni di calcolo

Figura 22 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 351.7 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 351.7 / (38.00/2) = 18.5 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 18.5 \cdot 38.00/2 = 351.50 \text{ kN}$$

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 18.5 \cdot 38.00/2 = 351.50 \text{ kN}$$

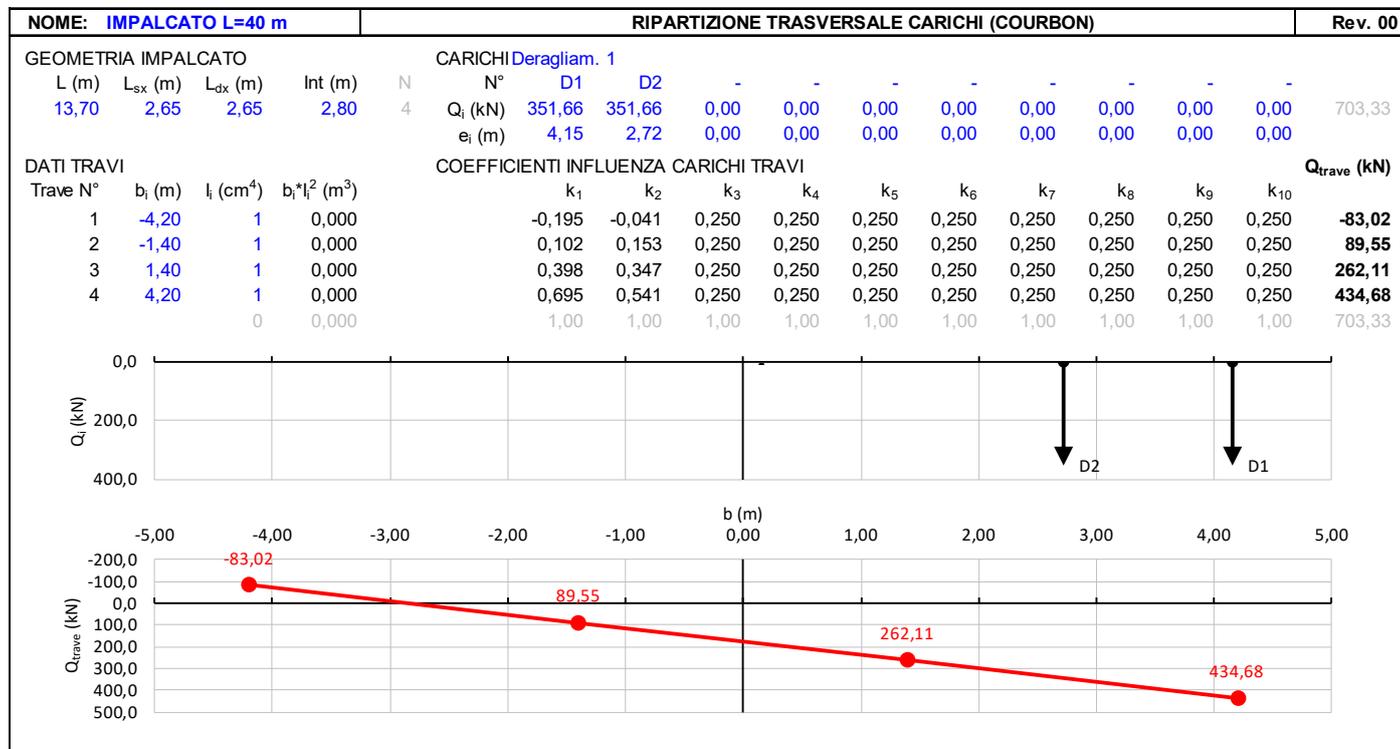
Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata  $e = +2.00 + 1.435 \cdot 1.5 = 4.15 \text{ m}$

Azione verticale applicata  $e = +2.00 + 1.435 \cdot 0.5 = 2.72 \text{ m}$

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	55



7.5.1.10.2 Caso 2

Si considera un unico carico lineare  $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} \times 1.4$  esteso per 20,00 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di 1,50 s rispetto all'asse del binario (Fig. 5.2.13). Per questa condizione convenzionale di carico andrà verificata la stabilità globale dell'opera, come il ribaltamento d'impalcato, il collasso della soletta, ecc. Per impalcato metallici con armamento diretto, il caso 2 dovrà essere considerato solo per le verifiche globali.

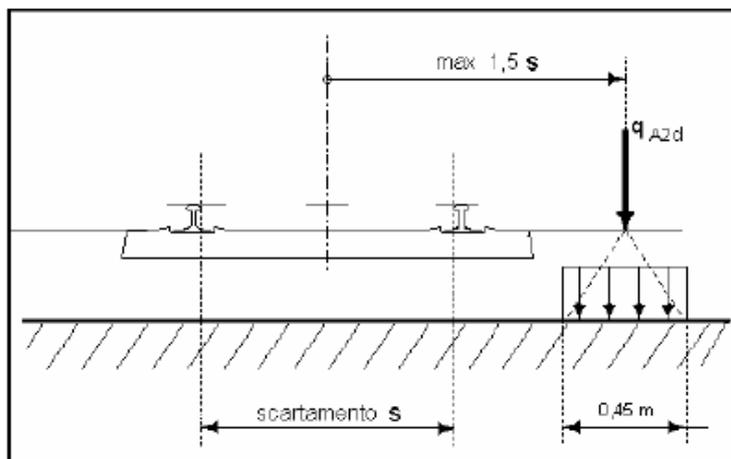
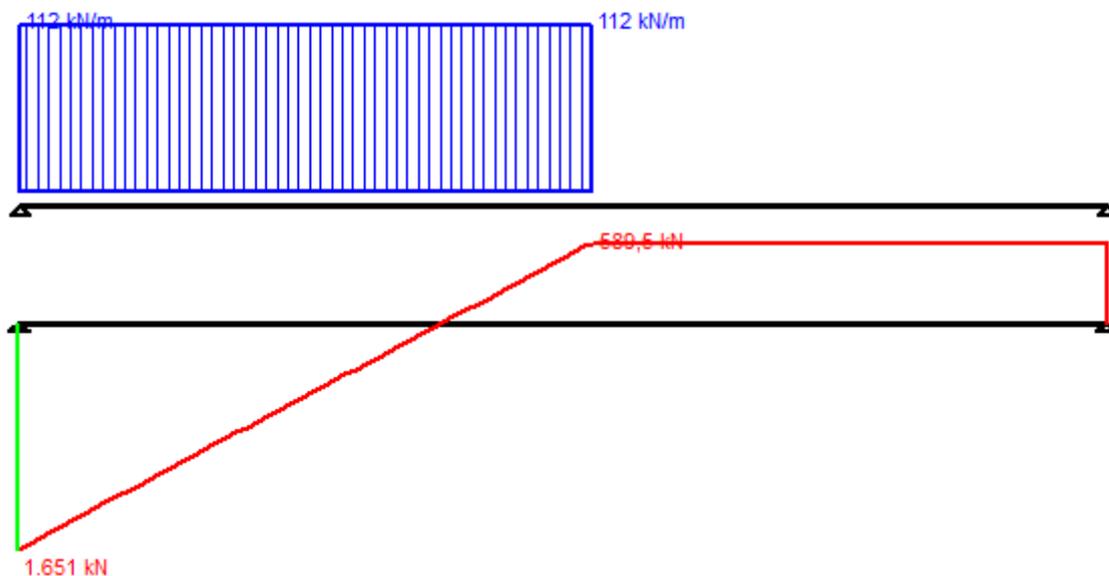


Figura 5.2.13 - Caso 2

Figura 23 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	56

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dalle azioni da traffico vengono valutati nella condizione di massimo taglio all'appoggio mediante dei carichi equivalenti taglianti, come di seguiti riportato.



**Vincoli**

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	20

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Luce  m J  cm<sup>4</sup>

E  MPa  Distanze parziali

**Risultati**

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="1.651"/>	RB	<input type="text" value="589,5"/>

ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,001675"/>	ΦB	<input type="text" value="0,001329"/>
max M+		<input type="text" value="12,161"/>	x max M+	<input type="text" value="14,82"/>
max M-		<input type="text" value="-0,000125"/>	x max M-	<input type="text" value="38"/>
f max	m	<input type="text" value="0,01804"/>	x f max	<input type="text" value="17,48"/>

**Diagrammi**

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1.651"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

Figura 24 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$V_{max} = 1651 \text{ kN}$



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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>58</b>

## 7.6 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

### 7.6.1 Forza centrifuga (Q<sub>4</sub>)

Nome	Tipo	Y <sub>Q</sub>	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
		(Fav / Sfav)			
CENTRIFUGA	Variabili da traffico ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

Nei ponti ferroviari al di sopra dei quali il binario presenta un tracciato in curva deve essere considerata la forza centrifuga agente su tutta l'estensione del tratto in curva.

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80 m al di sopra del P.F.

Le forze centrifughe sono valutate in accordo al par. 2.5.1.4.3.1 del "Manuale di progettazione delle opere civili parte II - sezione 2- ponti e strutture: "RFI DTC SI PS MA IFS 001 E".

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determinerà in accordo con la seguente espressione:

$$q_{tk} = \frac{V^2}{127 \cdot R} (f \cdot q_{vk})$$

q<sub>tk</sub> valore caratteristico della forza centrifuga, espresso in kN/m

q<sub>vk</sub> valore caratteristico dei carichi verticali ferroviari, espresso in kN/m

V velocità di progetto, espressa in km/h

f fattore di riduzione

R raggio di curvatura, espresso in m

Nel caso in esame essendo V=200 km/h vanno considerati i seguenti casi di calcolo:

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	1 x 1 x SW/2	Φ x 1 x SW/2
	< 100	V	1	1	1 x 1 x SW/2	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	1 x f x (LM71 <sup>2</sup> + <sup>2</sup> SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71 <sup>2</sup> + <sup>2</sup> SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71 <sup>2</sup> + <sup>2</sup> SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71 <sup>2</sup> + <sup>2</sup> SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71 <sup>2</sup> + <sup>2</sup> SW/0)	

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>59</b>

In particolare per il treno LM71 andrà considerata la condizione più sfavorevole tra le due indicate in tabella.

NOME: <b>IMPALCATO L=25 m</b>				CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00	
DATI DEL PROGETTO									
V (km/h)	200	Velocità di progetto		Distanza PF/appoggi (m)		3.30			
R (m)	5000	Raggio di curvatura							
L <sub>f</sub> (m)	12.50	Lunghezza di binario carico							
TRENO LM71 e SW/0					TRENO SW/2				
Q <sub>vk</sub> (kN)	1405.0			Q <sub>vk</sub> (kN)	1695.0	Carichi verticali ferroviari caratteristico			
Caso 1		Caso 2		Caso 1					
V (km/h)	200	120		V (km/h)	100	Velocità di progetto			
α (-)	1.00	1.10		α (-)	1.00	Coefficiente di adattamento			
f (-)	0.758	1.000		f (-)	1.00	Fattore di riduzione			
q <sub>tk</sub> (kN/m)	67.08	35.05							
Q <sub>4,c</sub> (kN)	67.1			Q <sub>4,c</sub> (kN)	26.7	Forza centrifuga caratt. trasversale			
M <sub>4,c</sub> (kNm)	221.4			M <sub>4,c</sub> (kNm)	88.1	Momento torcente forza centrifuga caratt.			
Nota: i valori iniziale di Q <sub>vk</sub> sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)									

NOME: <b>IMPALCATO L=40 m</b>				CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00	
DATI DEL PROGETTO									
V (km/h)	200	Velocità di progetto		Distanza PF/appoggi (m)		3.80			
R (m)	5000	Raggio di curvatura							
L <sub>f</sub> (m)	20.00	Lunghezza di binario carico							
TRENO LM71 e SW/0					TRENO SW/2				
Q <sub>vk</sub> (kN)	2042.0			Q <sub>vk</sub> (kN)	2588.0	Carichi verticali ferroviari caratteristico			
Caso 1		Caso 2		Caso 1					
V (km/h)	200	120		V (km/h)	100	Velocità di progetto			
α (-)	1.00	1.10		α (-)	1.00	Coefficiente di adattamento			
f (-)	0.711	1.000		f (-)	1.00	Fattore di riduzione			
q <sub>tk</sub> (kN/m)	91.47	50.94							
Q <sub>4,c</sub> (kN)	91.5			Q <sub>4,c</sub> (kN)	40.8	Forza centrifuga caratt. trasversale			
M <sub>4,c</sub> (kNm)	347.6			M <sub>4,c</sub> (kNm)	154.9	Momento torcente forza centrifuga caratt.			
Nota: i valori iniziale di Q <sub>vk</sub> sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)									

Gli effetti sui singoli impalcato indotti dall'azione centrifuga, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti (modellate come azioni verticali di 100 kN eccentriche) in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

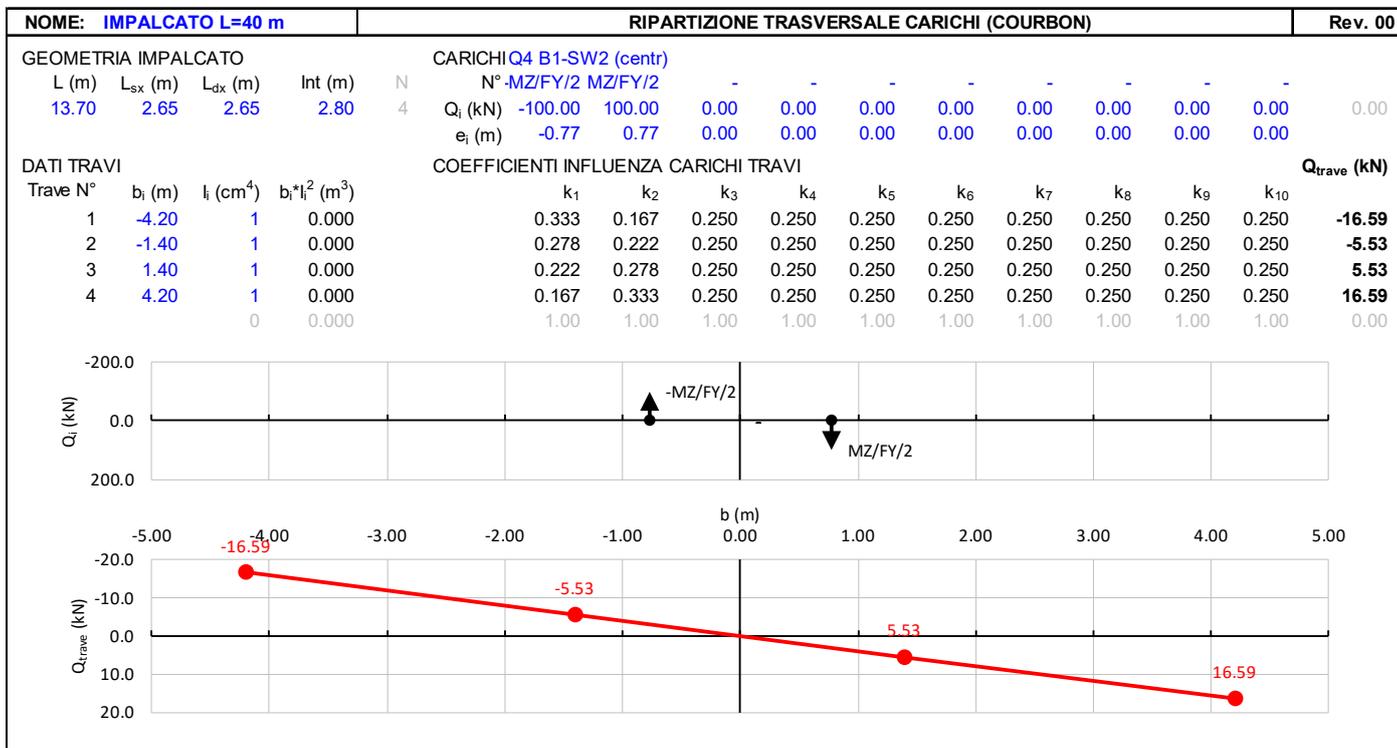
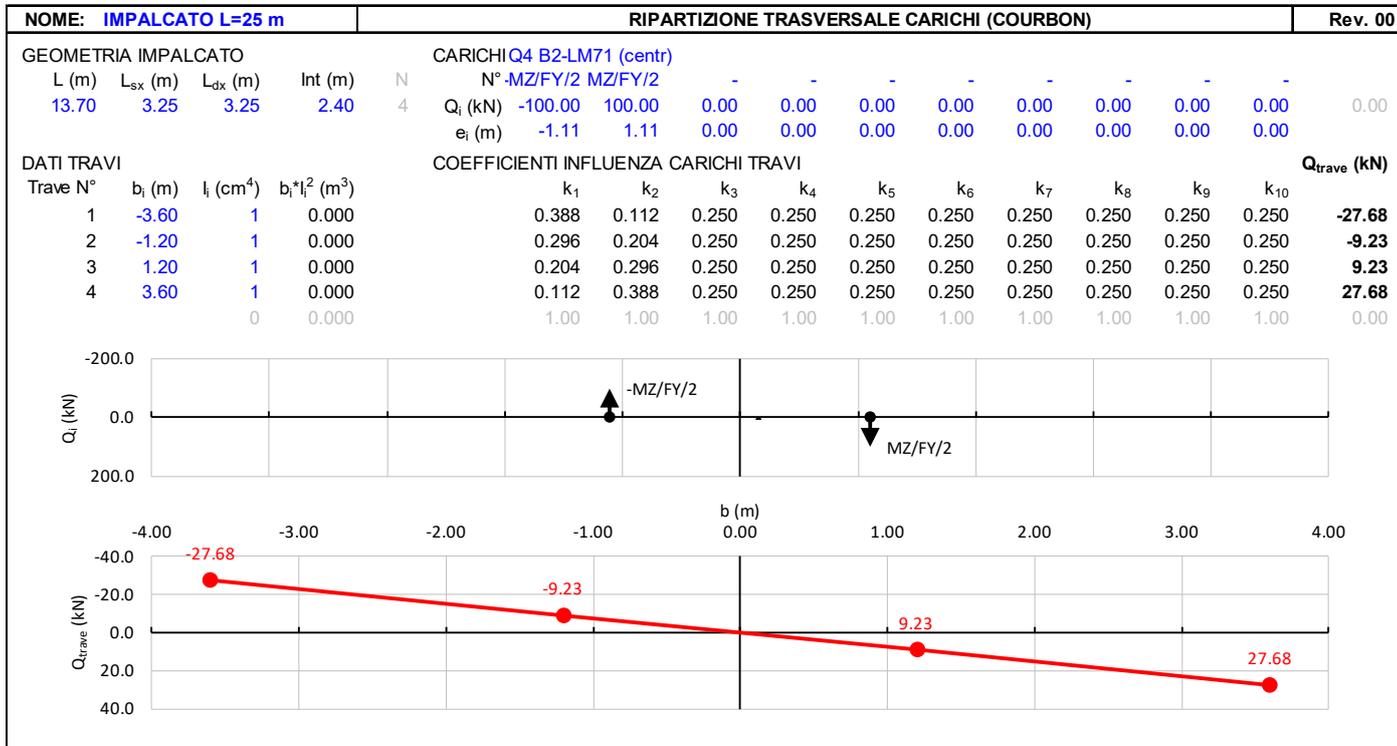


**LINEA PESCARA – BARI**

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

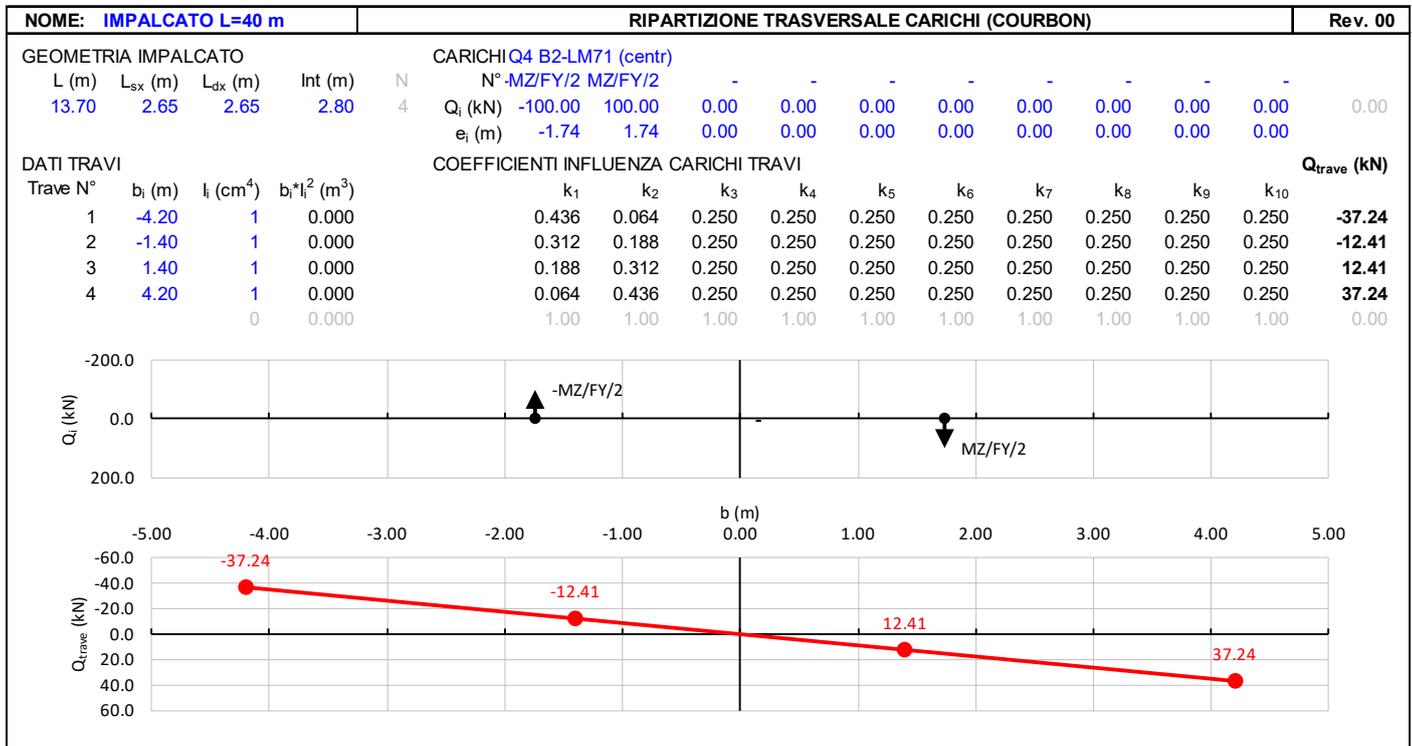
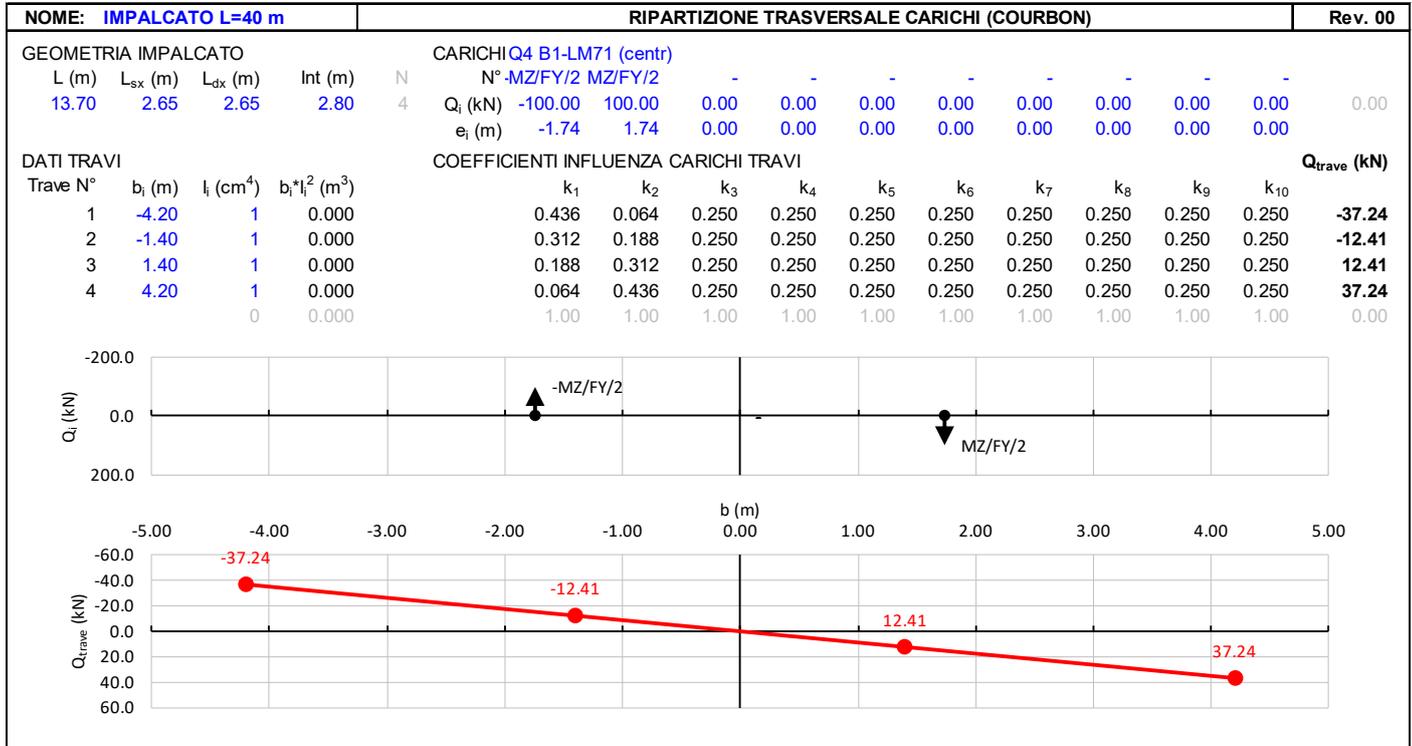
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>61</b>



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>62</b>



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>63</b>

## 7.6.2 Azione laterale serpeggio ( $Q_5$ )

Nome	Tipo	$\gamma_Q$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
SERPEGGIO	Variabili da traffico ferroviario	0.0 / 1.45	0.80	0.50	0.00

L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario, del valore di 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per il coefficiente di adattamento  $\alpha$ .

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti (modellate come azioni verticali di 100 kN eccentriche) in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO			Rev. 00
$Q_{sk}$ (kN)	100.0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	3.30	
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2			
$\alpha$ (-)	1.10	$\alpha$ (-)	1.00		
$Q_s$ (kN)	110.0	$Q_s$ (kN)	100.0	Forza serpeggio caratt. trasversale	
$M_{tk}$ (kNm)	363.00	$M_{tk}$ (kNm)	330.00	Momento torcente forza serpeggio caratt.	

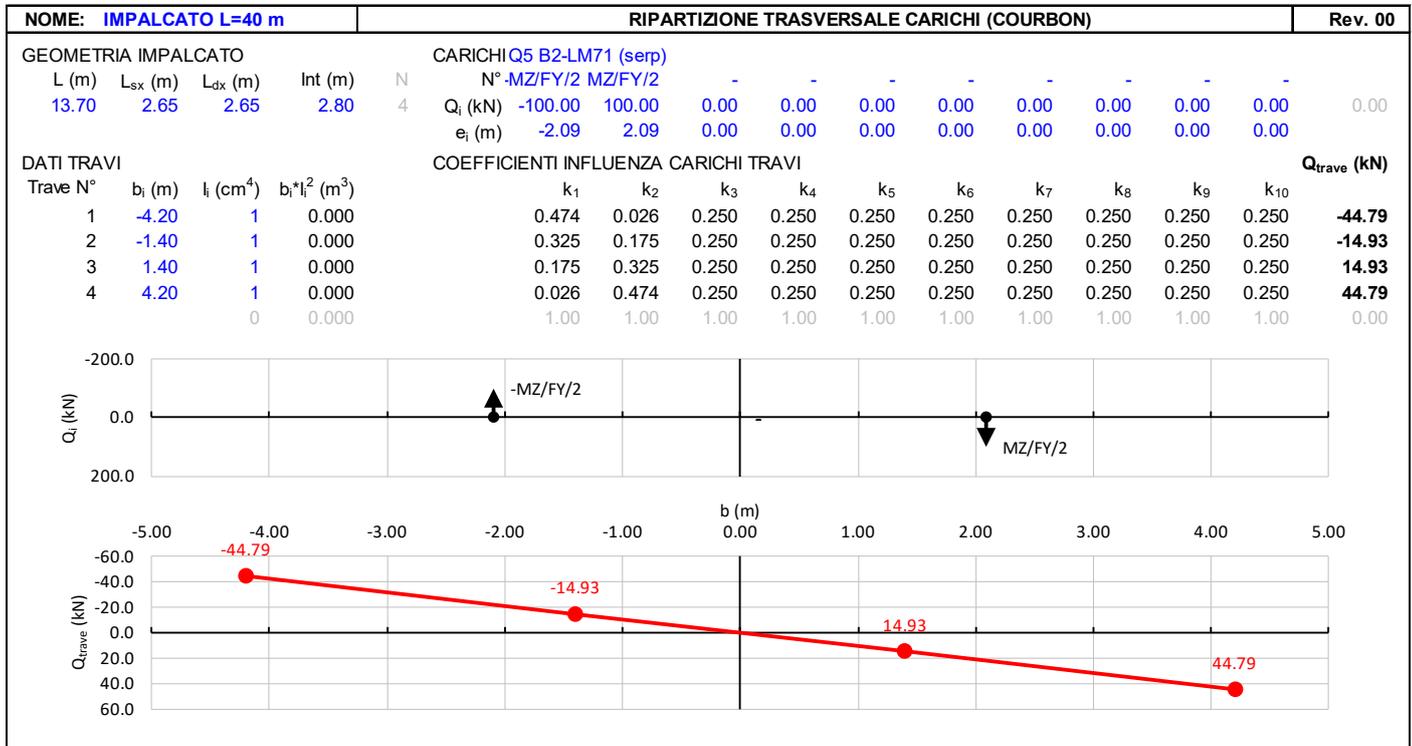
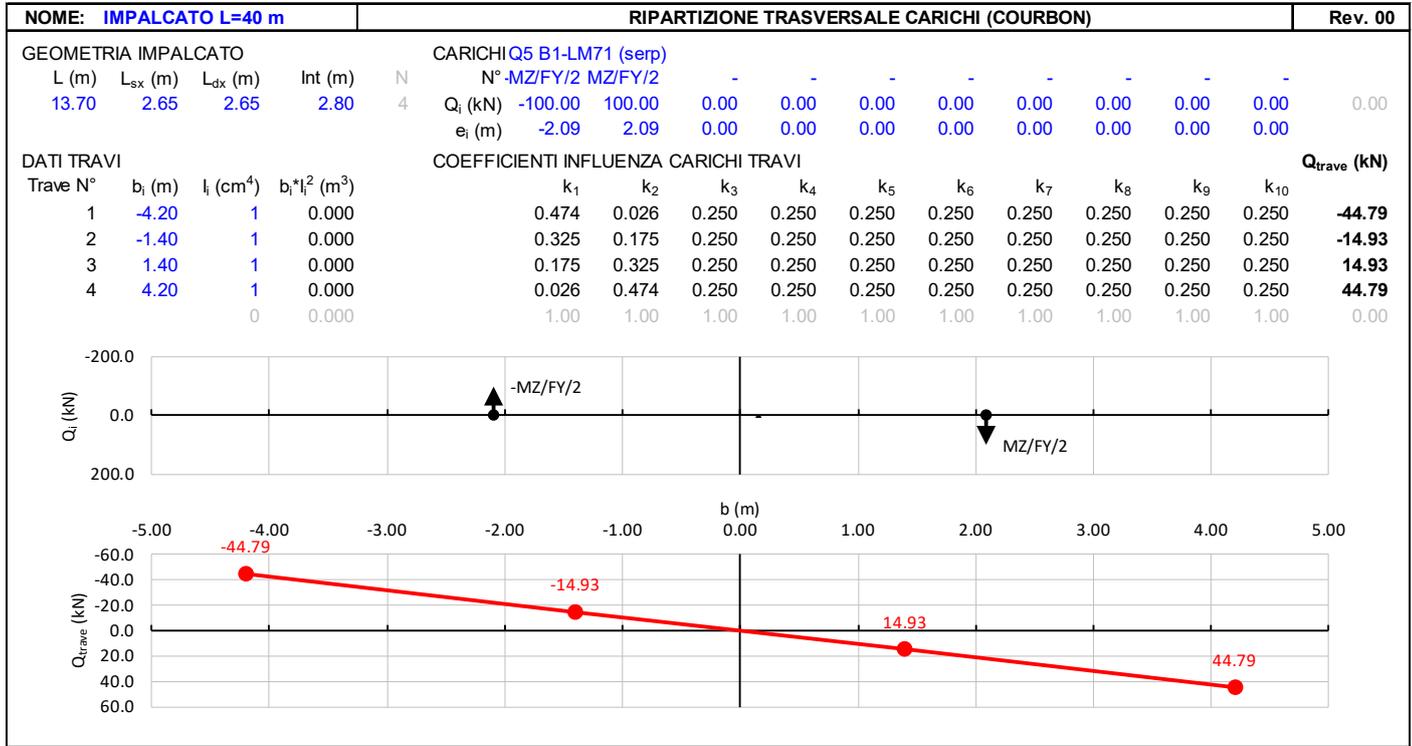
NOME: IMPALCATO L=40 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO			Rev. 00
$Q_{serp}$ (kN)	100.0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	3.80	
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2			
$\alpha$ (-)	1.10	$\alpha$ (-)	1.00		
$Q_{sk}$ (kN)	110.0	$Q_{sk}$ (kN)	100.0	Forza serpeggio caratt. trasversale	
$M_{tk}$ (kNm)	418.00	$M_{tk}$ (kNm)	380.00	Momento torcente forza serpeggio caratt.	





**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	66



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>67</b>

### 7.6.3 Azioni di avviamento e frenatura (Q<sub>3</sub>)

L'azione orizzontale associata all'avviamento e alla frenatura dei treni è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, parallelamente all'asse del binario.

Nome	Tipo	$\gamma_Q$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
TRAFFICO LM71	Carichi da traffico	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00
TRAFFICO SW/2	ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento  $\alpha$ , sono:

#### Avviamento

$$Q_{3a,k} = 33 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]} \leq 1000 \text{ KN} \quad \text{modelli di carico LM71, SW/0, SW/2}$$

#### Frenatura

$$Q_{3f,k} = 35 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]} \quad \text{modelli di carico SW/2}$$

$$Q_{3f,k} = 20 \text{ [kN/m]} * L \text{ [m]} \leq 6000 \text{ KN} \quad \text{modelli di carico LM71, SW/0}$$

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura, pertanto per ogni binario (B1 o B2) si può avere:

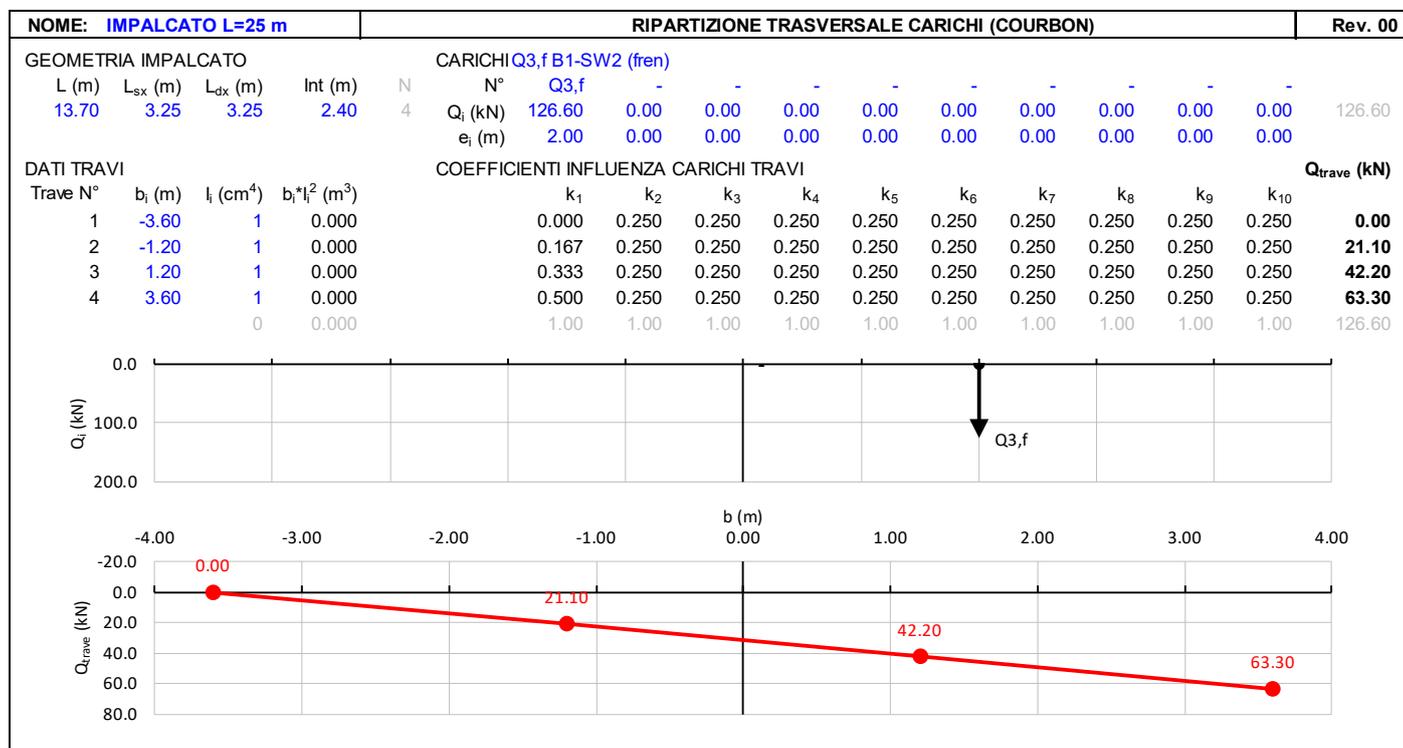
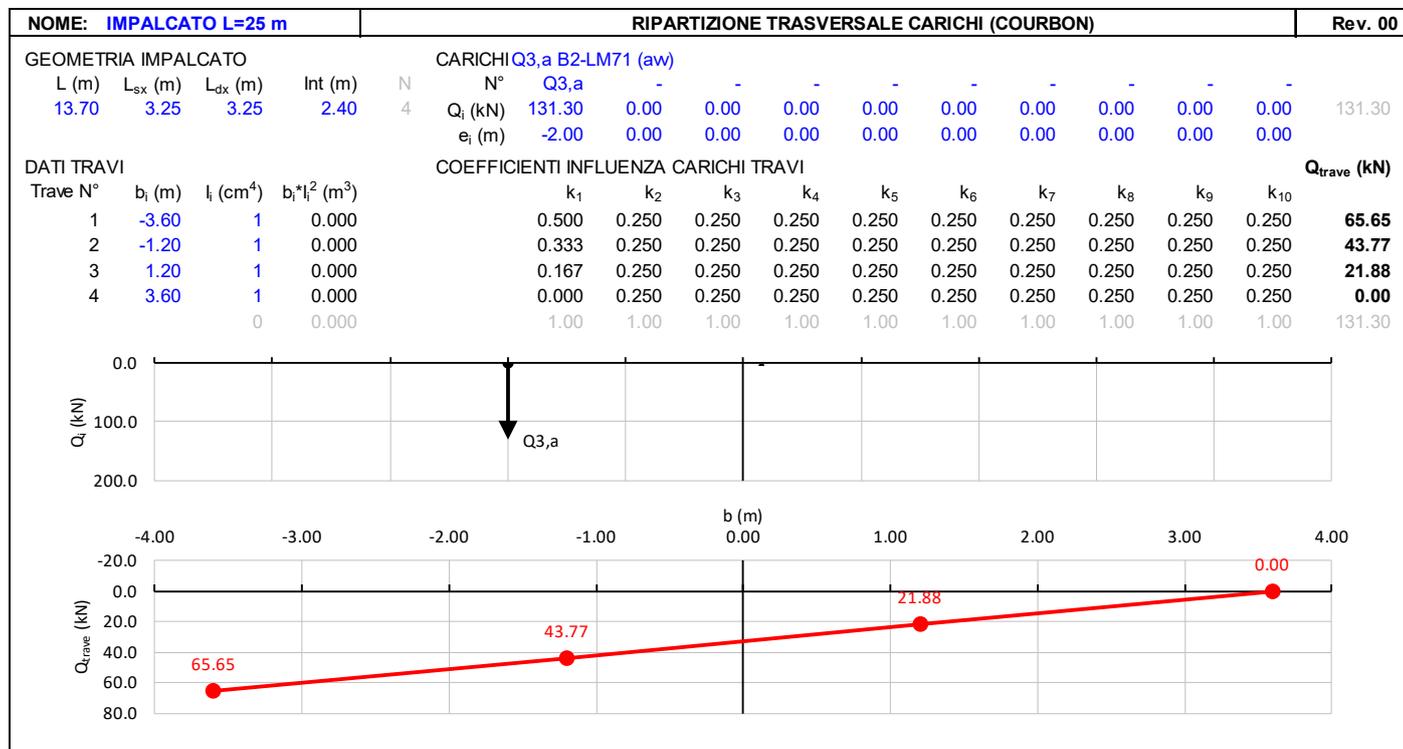
NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	22.80	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3.30
L (m)	25.00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
$\alpha$ (-)	1.10	$\alpha$ (-)	1.00	
$Q_{3,f}$ (kN)	550.0	$Q_{3,f}$ (kN)	875.0	Forza frenatura caratt. longitudinale
$V_{3,f}$ (kNm)	79.6	$V_{3,f}$ (kNm)	126.6	Forza frenatura caratt. verticale
$Q_{3,a}$ (kN)	907.5	$Q_{3,a}$ (kN)	825.0	Forza avviamento caratt. longitudinale
$V_{3,a}$ (kNm)	131.3	$V_{3,a}$ (kNm)	119.4	Forza avviamento caratt. verticale

NOME: IMPALCATO L=40 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	38.00	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3.80
L (m)	40.00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
$\alpha$ (-)	1.10	$\alpha$ (-)	1.00	
$Q_{3,f}$ (kN)	880.0	$Q_{3,f}$ (kN)	1400.0	Forza frenatura caratt. longitudinale
$V_{3,f}$ (kNm)	88.0	$V_{3,f}$ (kNm)	140.0	Forza frenatura caratt. verticale
$Q_{3,a}$ (kN)	1100.0	$Q_{3,a}$ (kN)	1000.0	Forza avviamento caratt. longitudinale
$V_{3,a}$ (kNm)	110.0	$V_{3,a}$ (kNm)	100.0	Forza avviamento caratt. verticale



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>69</b>







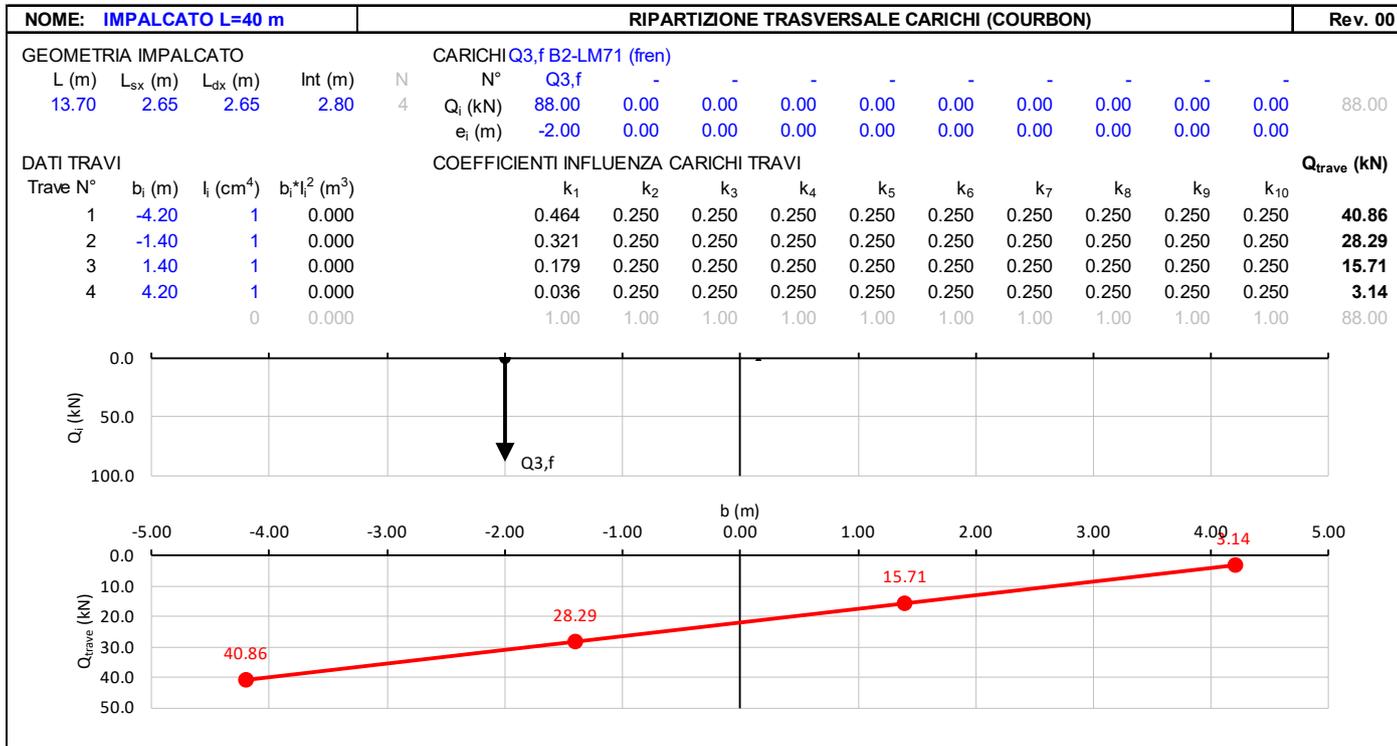
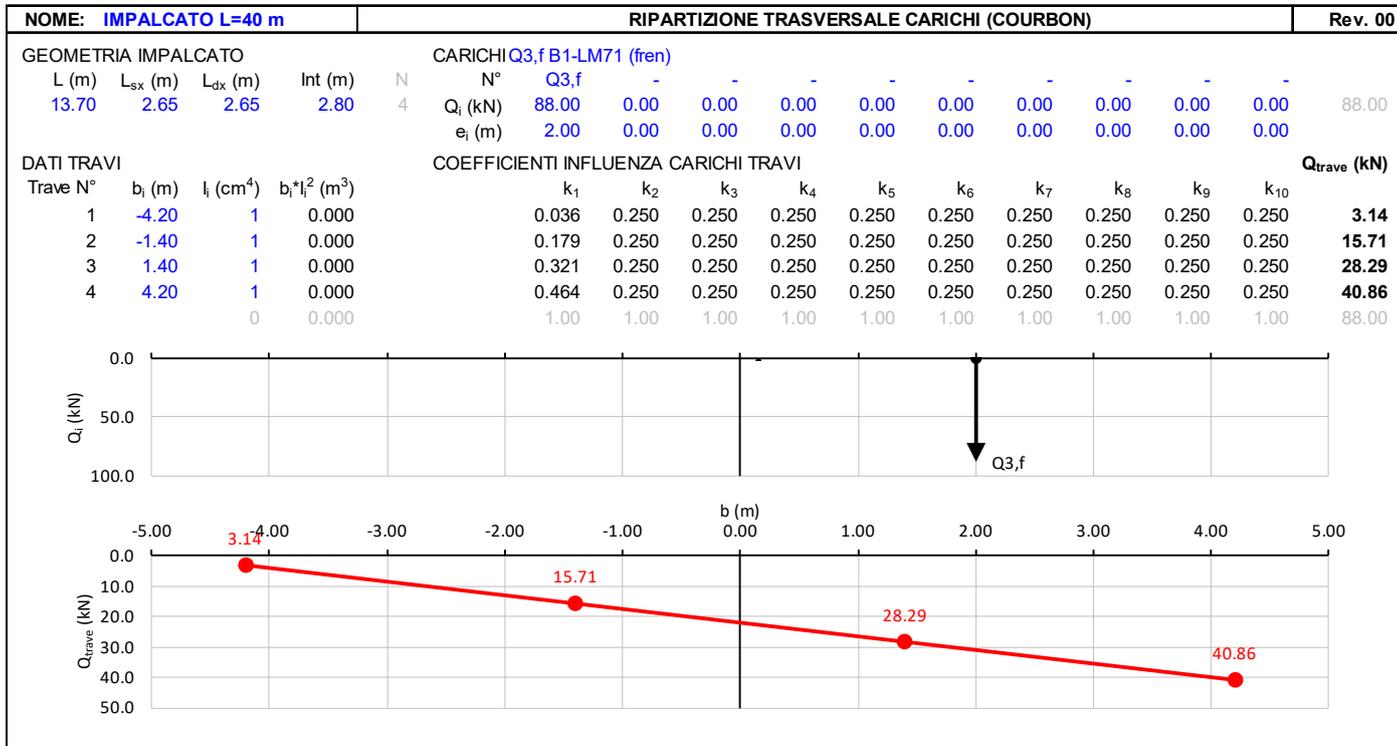


**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>73</b>



 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>74</b>

7.7 AZIONE DEL VENTO (Q<sub>6</sub>)

Nome	Tipo	Y <sub>α</sub>	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
(Fav / Sfav)					
VENTO	Variabile	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.50	0.00

In accordo con le raccomandazioni CNR DT207 R1/2018, l'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico statico uniformemente distribuito sulle superfici. La componente ortogonale è calcolata secondo la seguente espressione:

- q<sub>b</sub> (z)                    pressione cinetica di riferimento
- c<sub>e</sub> (z)                    coefficiente di esposizione
- C<sub>pm</sub>                    coefficiente di forma (o aerodinamico) complessivo

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, dalla categoria di esposizione dove sorge la costruzione. Viene calcolato con le seguenti espressioni:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_i(z) \cdot \ln(z/z_0)(7 + c_i(z) \cdot \ln(z/z_0)) \quad Z \geq Z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad Z < Z_{min}$$

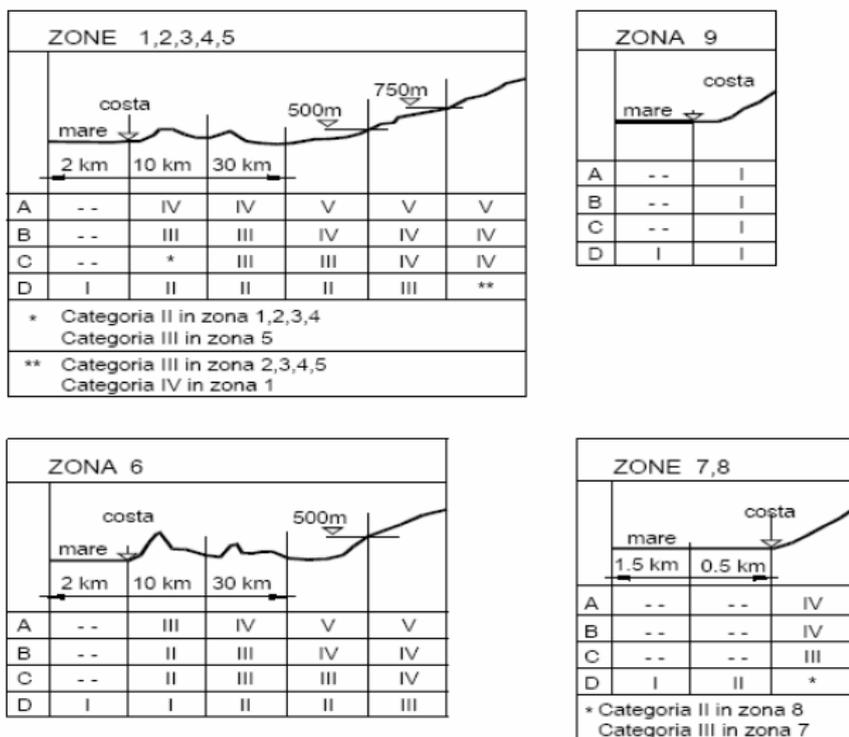


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>75</b>

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_z$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tabella 11 - Criterio di assegnazione della categoria di esposizione per le diverse zone italiane

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

Tabella 12 - Classi di rugosità del terreno

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>76</b>



Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 25 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 13 - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$  e  $k_s$  per le diverse zone italiane

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>77</b>

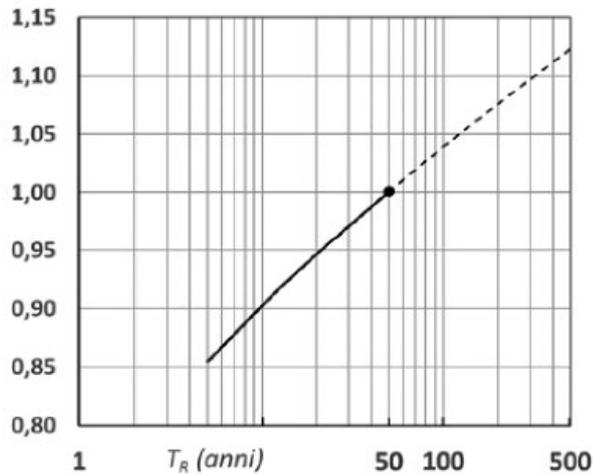


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente  $\alpha_R$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  (asse in scala logaritmica),

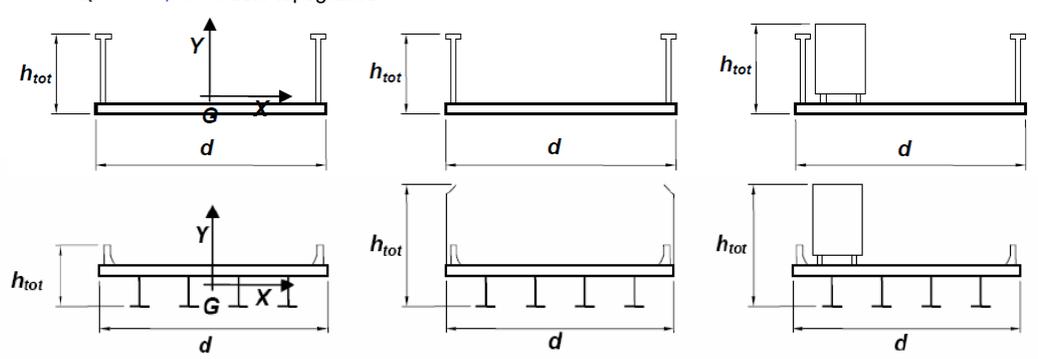
Figura 26 - Diagramma del coefficiente di ritorno  $\alpha_R$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$

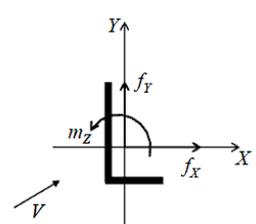
Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione del vento vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>78</b>

NOME: <b>CAMPATA L=25 m</b>		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO (CNR DT207/2008)				Rev. 00
<b>PARAMETRI VENTO DI PROGETTO</b>		<b>DATI GEOMETRICI IMPALCATO</b>				<b>AZIONI TOTALI IMPALCATO</b>
Zona	<b>3</b> (Tab.3.I)	$h_{tot}$ (m)	<b>7,80</b>	Altezza impalcato	L influenza (m)	<b>12,50</b>
$v_{b,0}$ (m/s)	<b>27,00</b> Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	<b>13,70</b>	Larghezza impalcato	$F_x$ (kN)	<b>234,6</b>
$c_a$	<b>1,00</b> Coeff. altitudine	d/ $h_{tot}$	<b>1,76</b> (§G.10.3)		$F_y$ (kN)	<b>206,3</b>
$v_b$ (m/s)	<b>27,00</b> Velocità base riferimento vento	z (m)	<b>20,00</b>	Altezza dal suolo impalcato	$M_z$ (kNm)	<b>645,6</b>
$T_R$ (anni)	<b>75</b> Tempo ritorno vento	$c_e$	<b>2,81</b>	Coeff. esposizione		
$c_r$	<b>1,037</b> Coeff. tempo ritorno	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1,25</b>	Massa specifica aria		
$v_r$ (m/s)	<b>27,99</b> Velocità riferimento vento	$q_p$ (Pa)	<b>1376</b>	Pressione cinetica picco		
$k_a$	<b>0,02</b> Fattore altitudine (Tab.3.I)	$c_{fx}$	<b>1,749</b>			
$a_s$ (m s.l.m.)	<b>500</b> Altitudine sito	$c_{fy}$	<b>0,876</b>			
$a_0$ (m s.l.m.)	<b>500</b> Altitudine base (Tab.3.I)	$c_{mz}$	<b>0,20</b>			
Categoria	<b>2</b> (Tab. 3.II - 3.III)	$f_x$ (kN/m)	<b>18,77</b> (§G.10.3)			
$k_r$	<b>0,19</b> Fattore terreno (Tab.3.II)	$f_y$ (kN/m)	<b>16,51</b> (§G.11.1)			
$Z_{min}$ (m)	<b>4,00</b> Altezza minima (Tab.3.II)	$m_z$ (kNm/m)	<b>51,65</b> (§G.11.1)			
$z_0$ (m)	<b>0,05</b> Altezza rugosità (Tab.3.II)					
$c_t$	<b>1,00</b> Coeff. topografico					



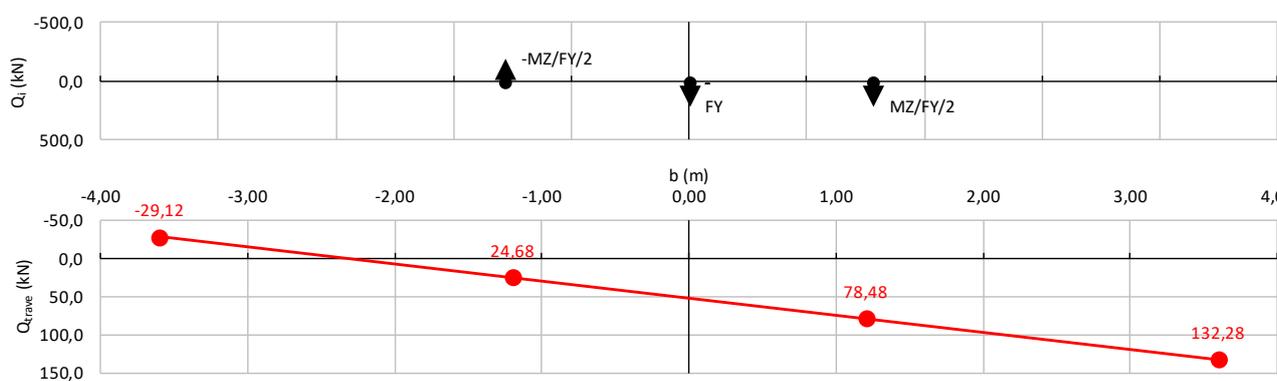


$$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$$

$$f_y(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fy}$$

$$m_z(z) = q_p(z) \cdot l^2 \cdot c_{mz}$$

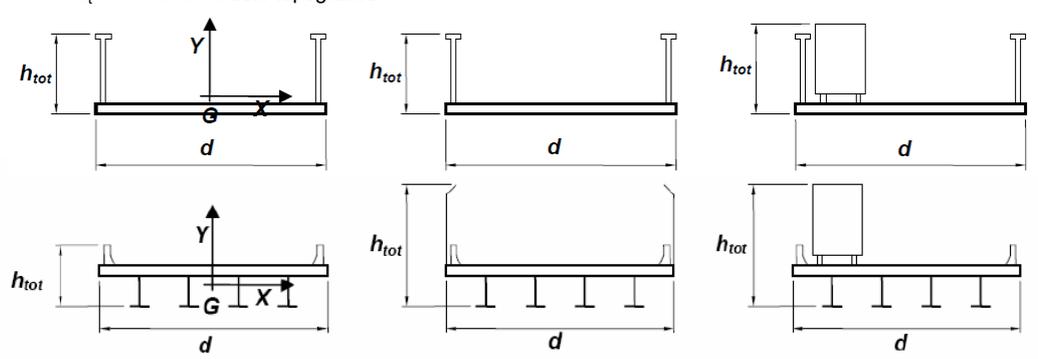
NOME: <b>IMPALCATO L=25 m</b>		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00							
<b>GEOMETRIA IMPALCATO</b>				<b>CARICHI Q6 (vento)</b>															
L (m)	$L_{sx}$ (m)	$L_{dx}$ (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	FY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>13,70</b>	<b>3,25</b>	<b>3,25</b>	<b>2,40</b>	<b>4</b>	$Q_i$ (kN)	<b>-206,32</b>	<b>206,32</b>	<b>206,32</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>206,32</b>
<b>DATI TRAVI</b>				<b>COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI</b>										<b>Q<sub>trave</sub> (kN)</b>					
Trave N°	$b_i$ (m)	$I_i$ (cm <sup>4</sup> )	$b_i^3 \cdot I_i^2$ (m <sup>3</sup> )	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$						
<b>1</b>	<b>-3,60</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,446</b>	<b>0,054</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>-29,12</b>					
<b>2</b>	<b>-1,20</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,315</b>	<b>0,185</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>24,68</b>					
<b>3</b>	<b>1,20</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,185</b>	<b>0,315</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>78,48</b>					
<b>4</b>	<b>3,60</b>	<b>1</b>	<b>0,000</b>	<b>0,054</b>	<b>0,446</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>0,250</b>	<b>132,28</b>					
		<b>0</b>	<b>0,000</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>206,32</b>					

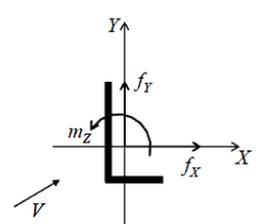


**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>79</b>

NOME: <b>IMPALCATO L=40m</b>		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO (CNR DT207/2008)				Rev. 00
<b>PARAMETRI VENTO DI PROGETTO</b>		<b>DATI GEOMETRICI IMPALCATO</b>				<b>AZIONI TOTALI IMPALCATO</b>
Zona	<b>3</b> (Tab.3.I)	$h_{tot}$ (m)	8.30	Altezza impalcato	L influenza (m)	20.00
$v_{b,0}$ (m/s)	27.00 Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	13.70	Larghezza impalcato	$F_x$ (kN)	409.5
$c_a$	1.00 Coeff. altitudine	$d/h_{tot}$	1.65 (§G.10.3)		$F_y$ (kN)	326.1
$v_b$ (m/s)	27.00 Velocità base riferimento vento	z (m)	20.00	Altezza dal suolo impalcato	$M_z$ (kNm)	1033.0
$T_R$ (anni)	<b>75</b> Tempo ritorno vento	$c_e$	2.81	Coeff. esposizione		
$c_r$	1.037 Coeff. tempo ritorno	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1.25	Massa specifica aria		
$v_r$ (m/s)	27.99 Velocità riferimento vento	$q_p$ (Pa)	1376	Pressione cinetica picco		
$k_a$	0.37 Fattore altitudine (Tab.3.I)	$c_{fx}$	1.79			
$a_s$ (m s.l.m.)	<b>20</b> Altitudine sito	$c_{fy}$	0.87			
$a_0$ (m s.l.m.)	500 Altitudine base (Tab.3.I)	$c_{mz}$	0.20			
Categoria	<b>2</b> (Tab. 3.II - 3.III)	$f_x$ (kN/m)	20.48 (§G.10.3)			
$k_r$	0.19 Fattore terreno (Tab.3.II)	$f_y$ (kN/m)	16.31 (§G.11.1)			
$Z_{min}$ (m)	4.00 Altezza minima (Tab.3.II)	$m_z$ (kNm/m)	51.65 (§G.11.1)			
$z_0$ (m)	0.05 Altezza rugosità (Tab.3.II)					
$c_t$	<b>1.00</b> Coeff. topografico					



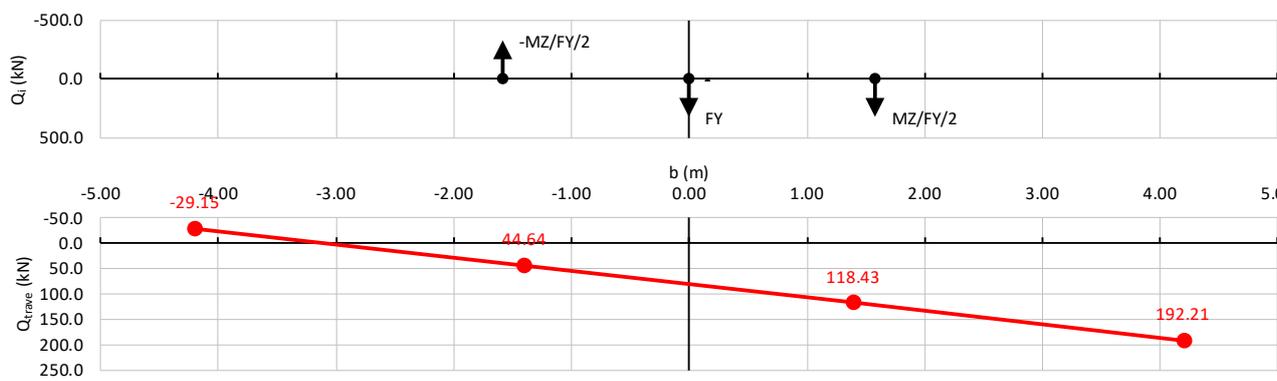


$$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$$

$$f_y(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fy}$$

$$m_z(z) = q_p(z) \cdot l^2 \cdot c_{mz}$$

NOME: <b>IMPALCATO L=40 m</b>		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00							
<b>GEOMETRIA IMPALCATO</b>				<b>CARICHI Q6 (vento)</b>															
L (m)	$L_{sx}$ (m)	$L_{dx}$ (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	FY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13.70	2.65	2.65	2.80	4	$Q_i$ (kN)	-326.13	326.13	326.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	326.13
<b>DATI TRAVI</b>				<b>COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI</b>										<b><math>Q_{trave}</math> (kN)</b>					
Trave N°	$b_i$ (m)	$l_i$ (cm <sup>4</sup> )	$b_i \cdot l_i^2$ (m <sup>3</sup> )	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$						
1	-4.20	1	0.000	0.420	0.080	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	<b>-29.15</b>					
2	-1.40	1	0.000	0.307	0.193	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	<b>44.64</b>					
3	1.40	1	0.000	0.193	0.307	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	<b>118.43</b>					
4	4.20	1	0.000	0.080	0.420	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	<b>192.21</b>					
		0	0.000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	326.13					



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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>80</b>

## 7.8 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	$\gamma_E$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
SISMA	Sismiche	EQU 0.00 / 1.00 (A1) 0.00 / 1.00 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica del sito è definita in termini di:

$a_g$	accelerazione orizzontale massima del terreno
$F_0$	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
$T_C^*$	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

L’accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  è riferita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  per ogni stato limite considerato.

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell’ALLEGATO B delle NTC.

### 7.8.1 Stati limite di progetto sismici

L’opera in questione rientra in particolare nell’ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria “Linea Pescara - Bari - Raddoppio Termoli - Lesina”, che si sviluppa per circa 25Km, attraversando il territorio di diverse località, tra cui Termoli (CB), Campomarino (CB), Campomarino – Santa Monica (CB), Marina di Chieuti / Chieuti (FG), Serracapriola- Loc.SS16 (FG).

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>81</b>

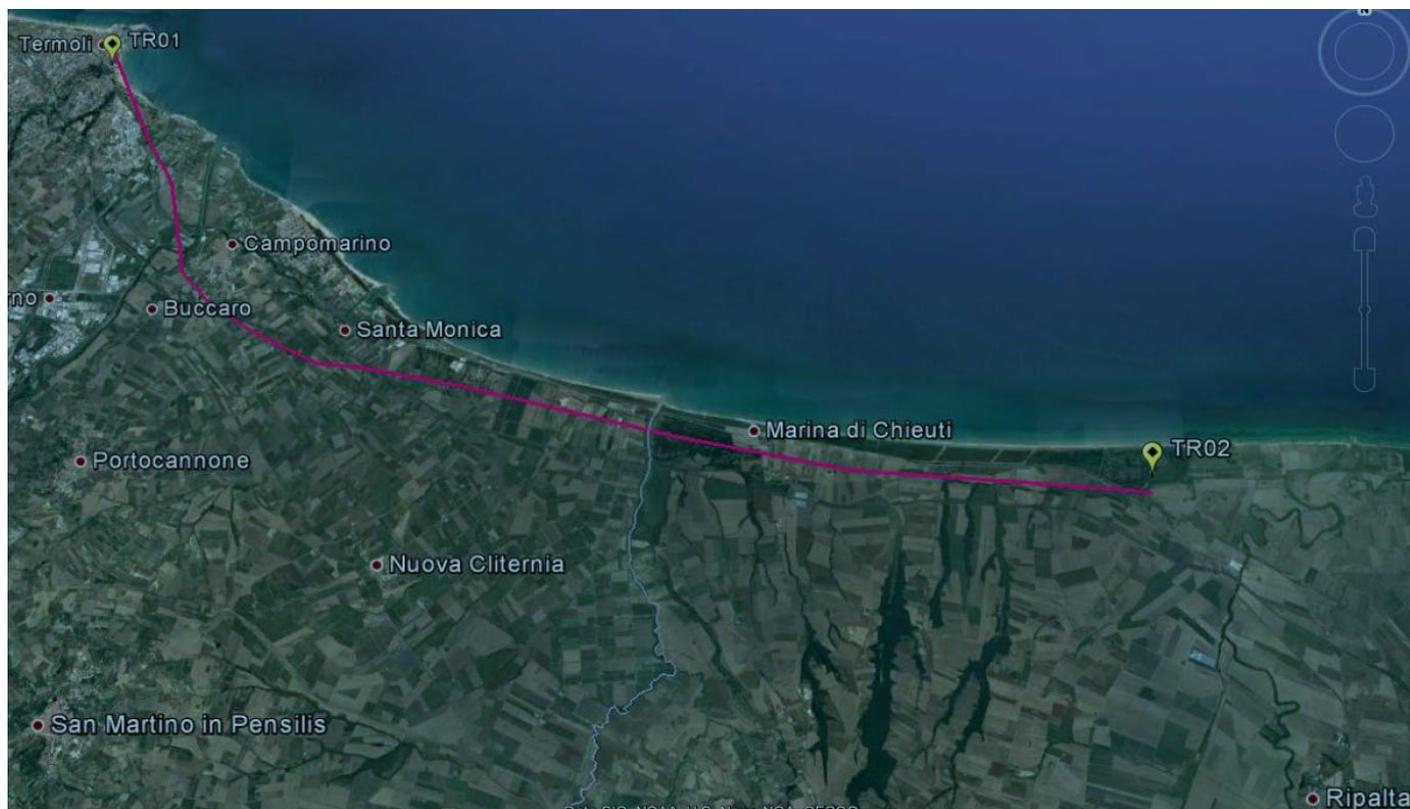


Figura 27- Configurazione planimetrica tracciato

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in quattro sottozone simiche, a seguito di un esame generale del livello pericolosità sismica dell'area che evidenzia un graduale incremento dell'intensità sismica da nord verso sud; nella fattispecie le zone sismiche "omogenee" individuate, sono quelle di seguito elencate:

Progr. Inizio	Progr. Fine	Località di Riferimento Azioni Sismiche	Zona sismica Locale
0	5.250,00	Campomarino(CB)	S1
5.250,00	10.000,00	Campomarino - Santa Monica (CB)	S2
10.000,00	18.650,00	Marina di Chieuti /Chieuti (FG)	S3
18.650,00	24.200,00	Serracapriola- Loc.SS16 (FG)	S4

Tabella 14 - Tabella di riepilogo località di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche per il progetto delle opere

La vita nominale  $V_N$  delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>82</b>

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Per le opere definitive e tenendo conto delle indicazioni precedenti, si ha il periodo di riferimento della struttura  $V_R = 112.5$  anni, si possono pertanto individuare i seguenti stati limite:

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0,066	2,494	0,324
SLD	113	0,082	2,548	0,332
SLV	1068	0,195	2,532	0,375
SLC	2193	0,253	2,507	0,382

Tabella 15 - Parametri sismici per i vari stati limite di progetto

Con riferimento al §7 delle NTC 2008, le costruzioni caratterizzate nei confronti dello SLV, da  $a_g S \leq 0.075g$ , possono essere progettate e verificate con la sola verifica nei confronti dello SLV.

Con riferimento alle caratteristiche dell'opera, si sono analizzati i seguenti stati limite di progetto:

- *Stato limite di danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature

Probabilità di superamento

$$P_{VR} = 63\%$$

Tempo di ritorno

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -112.5 / \ln(1-0.63) = 113 \text{ anni}$$

- *Stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>83</b>

invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali

Probabilità di superamento

$$P_{VR} = 10\%$$

Tempo di ritorno

$$T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -112.5 / \ln(1-0.10) = 1068 \text{ anni}$$

## 7.8.2 Spettri di risposta

Per il sito in esame, in base alle caratteristiche geotecniche di riferimento e dalla morfologia del terreno descritti nei capitoli precedenti, il sottosuolo può essere classificato come:

Categoria sottosuolo "C"

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*

Categoria topografica "T1"

Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

Lo spettro di risposta elastico orizzontale  $S_e(T)$  del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

$S_e(T)$  accelerazione spettrale orizzontale [ $m/s^2$ ]

$S = S_S \cdot S_T$  coefficiente della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche

$S_S$  coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)

$S_T$  coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)

$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$  fattore che altera lo spettro elastico per smorzamento viscosi diversi dal 5%

$\xi$  coefficiente di smorzamento viscoso [%]

$F_0$  fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima

$T_C = C_C \cdot T_C^*$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro

$C_C$  coefficiente definito nella tabella seguente

$T_B = T_C / 3$  periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante

$T_D = 4 \cdot a_g / g + 1,6$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>84</b>

D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.0 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Tabella 16 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 17 - Coefficienti di amplificazione topografica

Lo spettro di risposta elastico verticale  $S_{ve}(T)$  del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left[ \frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

T periodo di vibrazione verticale [s]

$S_{ve}(T)$  accelerazione spettrale verticale [m/s<sup>2</sup>]

$F_V = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0.5}$  fattore che quantifica l'accelerazione spettrale massima

I parametri  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$  per la definizione dello spettro verticale sono indipendenti dalla categoria di suolo e assumono i valori riportati nella tabella seguente.

Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Tabella 18 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. Si assume comunque  $S_d(T) \geq 0,2a_g$ .

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>85</b>

Il valore del fattore di struttura  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

$q_0$  valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione

$K_R$  fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione

Il valore di  $q$  utilizzato per la componente verticale dell'azione sismica allo SLV, a meno di adeguate analisi giustificative, è  $q = 1.50$  per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è  $q = 1.00$ .

#### 7.8.2.0 Pile e spalle da ponte

Le capacità dissipative delle singole sottostrutture sono variabili a seconda di che si tratti delle pile o delle spalle.

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, la capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al Capitolo 4, senza nessun requisito aggiuntivo, a condizione che: per le strutture di calcestruzzo armato, nessuna sezione superi la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione, come definita al § 7.4.4.1.2; per le strutture di calcestruzzo armato precompresso e per le strutture in carpenteria metallica, nessun materiale superi la deformazione di snervamento di progetto.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo, la struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo SLV, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile nel quale la dissipazione sia limitata alle pile.

Ai soli fini del progetto dei pali di fondazione, con riferimento al §7.2.5, è possibile considerare una limitata capacità dissipativa, dividendo per 1.50 le sollecitazioni sismiche sui pali derivanti dall'analisi strutturale con comportamento non dissipativo. In questo caso, per una lunghezza pari a 10 diametri dalla sommità del palo, devono applicarsi i dettagli costruttivi di cui al §7.9.6.1 relativi alla CD"B".

Gli elementi ai quali non è mai richiesta capacità dissipativa devono mantenere un comportamento sostanzialmente elastico; essi sono: gli elementi progettati per avere un comportamento non dissipativo, le porzioni esterne alle zone dissipative delle pile, l'impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione, le spalle, le pile che non scambiano azioni orizzontali con l'impalcato.

Per le due componenti orizzontali dell'azione sismica, nel caso di comportamento strutturale non dissipativo  $q_0 = 1.00$ , mentre per comportamento strutturale dissipativo i valori di  $q_0$  sono quelli di Tab. 7.3.II con le seguenti:

$$\lambda(\alpha) = \begin{cases} 1.00 & \alpha \geq 3.00 \\ (\alpha/3)^{0.5} & 3.00 > \alpha \geq 1.00 \end{cases}$$



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	87

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limiSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,195 g
$F_o$	2,532
$T_c$	0,375 s
$S_s$	1,404
$C_c$	1,451
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,404
$\eta$	1,000
$T_B$	0,181 s
$T_C$	0,544 s
$T_D$	2,380 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

$$T_c = C_c \cdot T_c' \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,274
$T_B$	0,181	0,693
$T_C$	0,544	0,693
	0,632	0,597
	0,719	0,524
	0,806	0,468
	0,894	0,422
	0,981	0,384
	1,069	0,353
	1,156	0,326
	1,243	0,303
	1,331	0,283
	1,418	0,266
	1,506	0,250
	1,593	0,237
	1,680	0,224
	1,768	0,213
	1,855	0,203
	1,943	0,194
	2,030	0,186
	2,117	0,178
	2,205	0,171
	2,292	0,164
$T_D$	2,380	0,158
	2,457	0,149
	2,534	0,140
	2,611	0,132
	2,688	0,124
	2,765	0,117
	2,843	0,111
	2,920	0,105
	2,997	0,100
	3,074	0,095
	3,151	0,090
	3,228	0,086
	3,306	0,082
	3,383	0,078
	3,460	0,075
	3,537	0,072
	3,614	0,069
	3,691	0,066
	3,769	0,063
	3,846	0,061
	3,923	0,058
	4,000	0,056

Tabella 19 - Opere definitive - Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	88

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limiteSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{zv}$	0,116 g
$S_s$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,509
$S$	1,000
$\eta$	1,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,116
$T_B$	0,050	0,294
$T_C$	0,150	0,294
	0,235	0,188
	0,320	0,138
	0,405	0,109
	0,490	0,090
	0,575	0,077
	0,660	0,067
	0,745	0,059
	0,830	0,053
	0,915	0,048
$T_D$	1,000	0,044
	1,094	0,037
	1,188	0,031
	1,281	0,027
	1,375	0,023
	1,469	0,020
	1,563	0,018
	1,656	0,016
	1,750	0,014
	1,844	0,013
	1,938	0,012
	2,031	0,011
	2,125	0,010
	2,219	0,009
	2,313	0,008
	2,406	0,008
	2,500	0,007
	2,594	0,007
	2,688	0,006
	2,781	0,006
	2,875	0,005
	2,969	0,005
	3,063	0,005
	3,156	0,004
	3,250	0,004
	3,344	0,004
	3,438	0,004
	3,531	0,004
	3,625	0,003
	3,719	0,003
	3,813	0,003
	3,906	0,003
	4,000	0,003

Tabella 20 - Opere definitive - Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLV

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	89

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

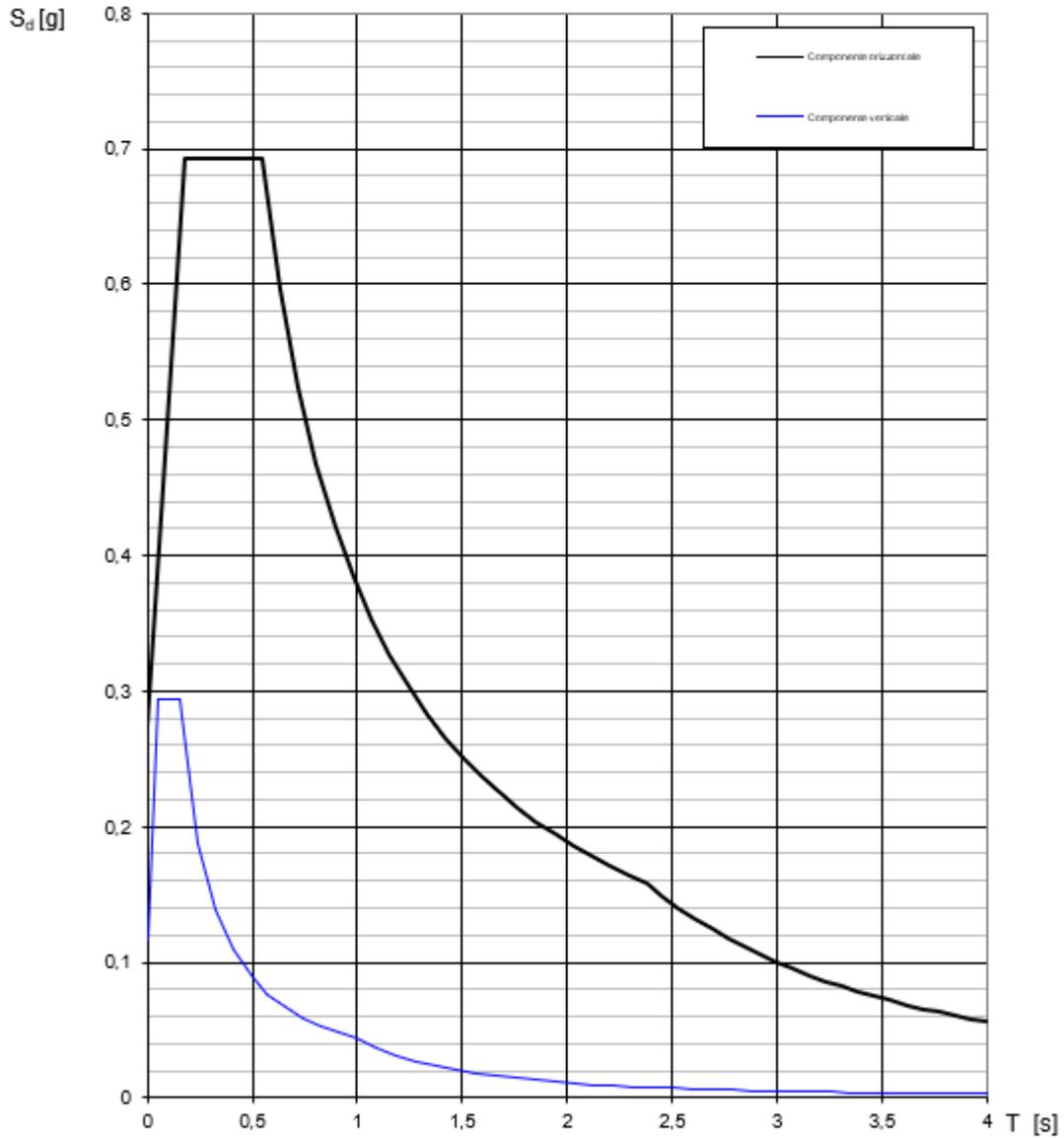


Figura 28- Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	90

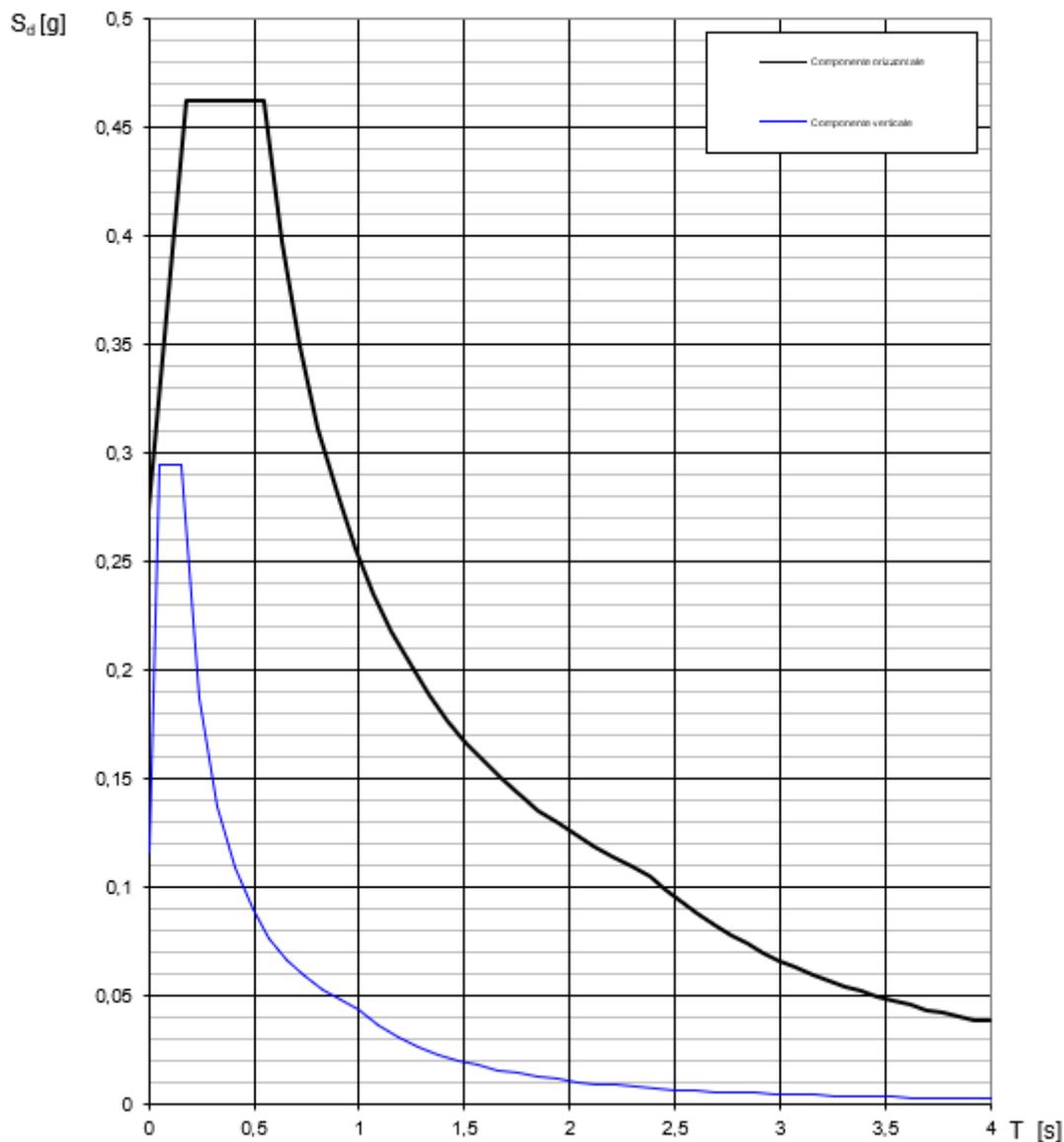


Figura 29- Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	91

### 7.8.3 Amplificazione sismica di progetto

#### 7.8.3.0 Metodo dinamico per strutture generiche

Le azioni inerziali  $E_h$  e  $E_v$  associate alle masse degli elementi strutturali dei carichi permanenti strutturali e non strutturali sono determinati incrementando le masse schematizzate nel modello di calcolo secondo gli spettri di progetto secondo le seguenti relazioni:

$$E_h = G \cdot S_e(T) \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_v = G \cdot S_{ve}(T) \quad \text{azione inerziale verticale}$$

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico orizzontale considerando le due direzioni principali di oscillazione, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_3 = 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + E_z$$

#### 7.8.3.1 Azioni inerziali masse

Con riferimento a §3.2.4 delle NTC 2008, si considera in fase sismica il contributo delle azioni accidentali come previsto per i ponti ferroviari, pari al 20% del sovraccarico nominale:

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

$G$  massa totale efficace

$G_1$  masse dei pesi propri strutturali

$G_2$  masse dei carichi permanenti non strutturali (permanenti, terreno)

$Q_{kj}$  masse dei carichi accidentali

$\Psi_{2j} = 0.2$  se ponti ferroviari (§5.2.2.8) o ponti stradali alto traffico (§5.1.3.12)

Le azioni inerziali orizzontali  $E_x$  e verticali  $E_y$  delle masse efficaci sono determinate incrementando i pesi propri  $G$  con accelerazioni verticali e orizzontali definite dai coefficienti di amplificazione dinamica  $k_h$  e  $k_v$ :

$$E_x = G \cdot k_h \quad \text{azione inerziale orizzontale}$$

$$E_y = G \cdot k_v \quad \text{azione inerziale verticale}$$

$$G = G_1 + G_2 + \Psi_{2j} \cdot Q \quad \text{masse efficaci sismiche}$$

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	92

### 7.9 VARIAZIONI TERMICHE (Q<sub>7</sub>)

Essendo le campate isostatiche, tale azione non rientra direttamente nel calcolo delle sottostrutture, ma viene inclusa indirettamente nelle valutazioni sulle azioni agli appoggi (escursioni ed attriti meccanici).

La variazione termica è definita secondo quanto riportato nel § 2.5.1.4.4.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili parte II - sezione 2- ponti e strutture” che riprende il § 5.2.2.5.2 delle NTC08.

La variazione termica uniforme volumetrica da considerare per l’impalcato risulta  $\pm 15^\circ$ , ai fini della valutazione delle escursioni dei giunti e degli appoggi mobili viene incrementata del 50% per una variazione totale di calcolo di  $\pm 22.5^\circ\text{C}$ .

### 7.10 ATTRITO (Q<sub>8</sub>)

Nome	Tipo	$\gamma_E$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
ATTRITO PERM	Permanenti non strutturali	1.00 / 1.50	-	-	-
ATTRITO VAR	Variabili traffico ferroviario	EQU 0.00 / 1.45 (A1) 0.00 / 1.45 (A2) 0.00 / 1.25	0.80	0.50	0.00

Gli effetti dell’attrito sono valutati associando, in corrispondenza degli appoggi scorrevoli, alle reazioni verticali dovute a carichi permanenti ( $V_G$ ) e quelle dovute a carichi accidentali ( $V_Q$ ) le seguenti forze orizzontali in direzione longitudinale, dove il coefficiente di attrito  $f = 3\%$ .

$$Q8 F_{a,G} = f \cdot \max(V_G) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

$$Q8 F_{a,Q} = f \cdot \max(V_Q) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

Per le forze orizzontali associate ubicate ai singoli appoggi, vedi tabella scarichi impalcato.

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>93</b>

### 7.11 SCARICHI AGLI APPOGGI

Dalle valutazioni sui carichi derivanti dagli impalcati in appoggio, effettuate mediante metodi semplificati e riportate nei capitoli precedenti per le varie tipologie di azione, si sono considerati i valori nominali degli scarichi riepilogati nella tabella seguente.

Tali scarichi sono stati confrontati rispetto alle calcolazioni di dettaglio effettuate mediante analisi FEM sui singoli impalcati, alle cui relazioni di calcolo si rimanda per ulteriori verifiche di confronto.

IMPALCATO ACCIAIO L=40m	Lato Appoggi Fissi											
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (M)		
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
<b>Perm. strutturali</b>												
G1 (peso proprio)	0	0	1310	0	0	670	0	0	670	0	0	1310
<b>Ballast</b>												
G2,1 (ballast)	0	0	320	0	0	980	0	0	980	0	0	320
<b>Perm. non strutturali</b>												
G2,2 (velette)	0	0	280	0	0	-140	0	0	-140	0	0	280
G2,3 (arredi)	0	0	540	0	0	-60	0	0	-60	0	0	540
G2,4 (barriere)	0	0	700	0	0	-300	0	0	-300	0	0	700
Q8 Fa,G (attrito)	94	0	0	34	0	0	34	0	0	94	0	0
<b>Accidentali da traffico</b>												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	61	0	0	395	0	0	728	0	0	1062
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1062	0	0	728	0	0	395	0	0	61
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	92	0	0	462	0	0	832	0	0	1201
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	-4	-214	0	-18	1214	0	-32	0	0	-46
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	-4	-236	0	-20	1336	0	-35	0	0	-51
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-51	1336	0	-35	-236	0	-20	0	0	-4
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-5	-300	0	-25	1700	0	-45	0	0	-65
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-3	-189	0	-16	1069	0	-28	0	0	-41
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-41	1069	0	-28	-189	0	-16	0	0	-3
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-17	0	20	-6	0	20	6	0	0	17
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-37	0	46	-12	0	46	12	0	0	37
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-37	0	46	-12	0	46	12	0	0	37
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	50	-14	0	50	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	32	0	0	22	0	0	25	0	0	36	0	0
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	205	45	0	205	118	0	0	192

Tabella 21 – Scarichi caratteristici appoggi fissi – Campata L=40 m

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	94

IMPALCATO ACCIAIO L=40m	Lato Appoggi Scorrevoli											
	Appoggio 5 (M)			Appoggio 6 (UL)			Appoggio 7 (M)			Appoggio 8 (M)		
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
<b>Perm. strutturali</b>												
G1 (peso proprio)	0	0	1310	0	0	670	0	0	670	0	0	1310
<b>Ballast</b>												
G2,1 (ballast)	0	0	320	0	0	980	0	0	980	0	0	320
<b>Perm. non strutturali</b>												
G2,2 (velette)	0	0	280	0	0	-140	0	0	-140	0	0	280
G2,3 (arredi)	0	0	540	0	0	-60	0	0	-60	0	0	540
G2,4 (barriere)	0	0	700	0	0	-300	0	0	-300	0	0	700
Q8 Fa,G (attrito)	94	0	0	34	0	0	34	0	0	94	0	0
<b>Accidentali da traffico</b>												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	61	0	0	395	0	0	728	0	0	1062
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1062	0	0	728	0	0	395	0	0	61
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	92	0	0	462	0	0	832	0	0	1201
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	4	0	0	18	0	0	32	0	0	46
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	4	0	0	20	0	0	35	0	0	51
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	51	0	0	35	0	0	20	0	0	4
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	5	0	0	25	0	0	45	0	0	65
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	3	0	0	16	0	0	28	0	0	41
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	41	0	0	28	0	0	16	0	0	3
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-17	0	41	-6	0	0	6	0	0	17
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-37	0	91	-12	0	0	12	0	0	37
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-37	0	91	-12	0	0	12	0	0	37
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	100	-14	0	0	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	32	0	0	22	0	0	25	0	0	36	0	0
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	410	45	0	0	118	0	0	192

Tabella 22 – Scarichi caratteristici appoggi mobili – Campata L=40 m

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	95

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi											
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (M)		
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
<b>Perm. strutturali</b>												
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
<b>Ballast</b>												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
<b>Perm. non strutturali</b>												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (attrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
<b>Accidentali da traffico</b>												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-19	0	0	304	0	0	627	0	0	949
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	949	0	0	627	0	0	304	0	0	-19
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	340	0	0	680	0	0	1020
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	-275	0	-20	1100	0	-40	0	0	-60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	-303	0	-22	1210	0	-44	0	0	-66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-66	1210	0	-44	-303	0	-22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-292	0	-21	1167	0	-42	0	0	-63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-183	0	-13	733	0	-27	0	0	-40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	733	0	-27	-183	0	-13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	0	13	-4	0	13	4	0	0	11
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	0	34	-9	0	34	9	0	0	28
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	0	34	-9	0	34	9	0	0	28
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	50	-14	0	50	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	28	0	0	19	0	0	20	0	0	31	0	0
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	117	25	0	117	78	0	0	132

Tabella 23 – Scarichi caratteristici appoggi fissi – Campata L=25 m

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	96

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Scorrevoli											
	Appoggio 5 (M)			Appoggio 6 (UL)			Appoggio 7 (M)			Appoggio 8 (M)		
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
<b>Perm. strutturali</b>												
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
<b>Ballast</b>												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
<b>Perm. non strutturali</b>												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (attrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
<b>Accidentali da traffico</b>												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-19	0	0	304	0	0	627	0	0	949
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	949	0	0	627	0	0	304	0	0	-19
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	340	0	0	680	0	0	1020
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	0	0	20	0	0	40	0	0	60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	0	0	22	0	0	44	0	0	66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	66	0	0	44	0	0	22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	0	0	21	0	0	42	0	0	63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	0	0	13	0	0	27	0	0	40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	0	0	27	0	0	13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	0	27	-4	0	0	4	0	0	11
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	0	67	-9	0	0	9	0	0	28
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	0	67	-9	0	0	9	0	0	28
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	100	-14	0	0	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	28	0	0	19	0	0	20	0	0	31	0	0
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	234	25	0	0	78	0	0	132

Tabella 24 – Scarichi caratteristici appoggi mobili – Campata L=25 m

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	97

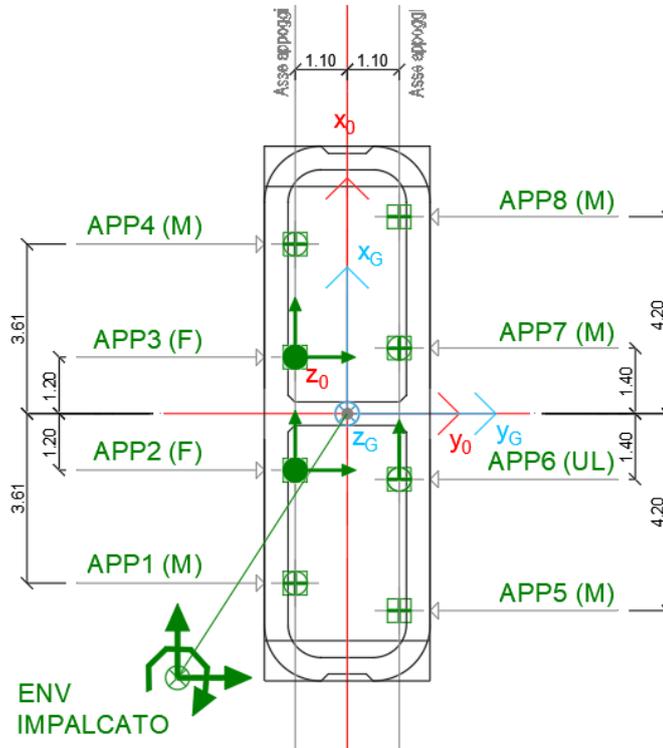


Figura 30- - Schema dei vincoli a terra impalcato pila P7

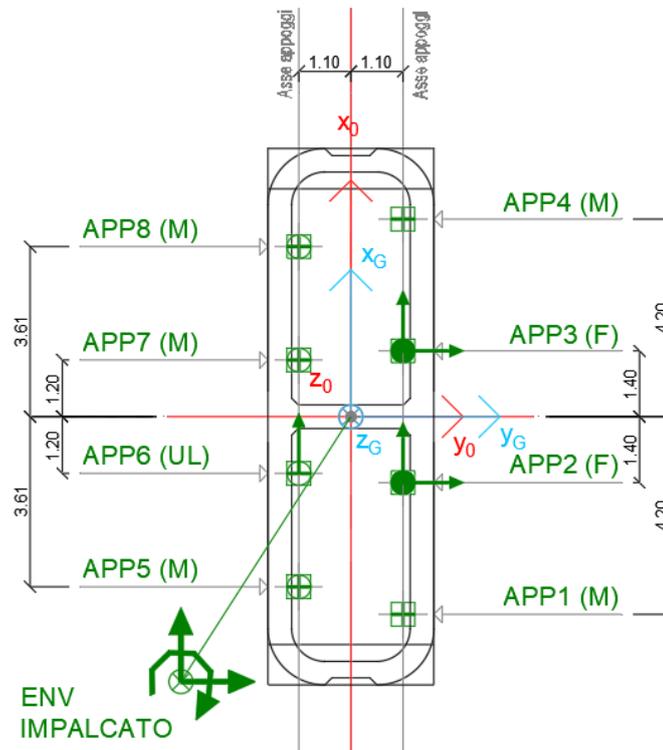


Figura 31- - Schema dei vincoli a terra impalcato pila P8

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>98</b>

## 8. COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_i$  e i coefficienti di combinazione  $\psi_i$  di seguito riportati:

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	-
	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(2)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

<sup>(1)</sup> 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

<sup>(2)</sup> Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	99

### 8.1 COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE

Per la determinazione degli effetti delle azioni da traffico si fa riferimento ai gruppi di carico da 1 a 4 secondo la tabella riportata di seguito:

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

Azione dominante  
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Nel caso in esame, le azioni agenti sull'impalcato sono state combinate secondo i gruppi 1 e 3 che comportano le maggiori sollecitazioni per le strutture in elevazione e in fondazione.

Nella figura successiva vengono esplicitate le tipologie di combinazioni utilizzate:

- Tipo Comb
- 1  $1,35 \cdot Gk1 + 1,50 \cdot Gk2b + 1,35 \cdot Gk2v + 0,73 \cdot Qk3a, i + 0,73 \cdot Qk3f, i + 1,45 \cdot Qk4, i + 1,45 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
  - 2  $1,35 \cdot Gk1 + 1,50 \cdot Gk2b + 1,35 \cdot Gk2v + 1,45 \cdot Qk3a, i + 1,45 \cdot Qk3f, i + 0,73 \cdot Qk4, i + 0,73 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
  - 3  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,73 \cdot Qk3a, i + 0,73 \cdot Qk3f, i + 1,45 \cdot Qk4, i + 1,45 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
  - 4  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,45 \cdot Qk3a, i + 1,45 \cdot Qk3f, i + 0,73 \cdot Qk4, i + 0,73 \cdot Qk5, i + 0,9 \cdot Qk6 + 1,45 \cdot Qk1, i + 1,35 \cdot Qk2g + 1,45 \cdot Qk2q$
  - 5  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,45 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
  - 6  $1,35 \cdot Gk1 + 1,50 \cdot Gk2b + 1,35 \cdot Gk2v + 1,45 \cdot Qk6 + 1,35 \cdot Qk2g$
  - 7  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,9 \cdot Qk6 + 1,35 \cdot Qk2g$
  - 8  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,9 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
  - 9  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot E1 + 0,3 \cdot E2 + 0,3 \cdot E3$
  - 10  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,8 \cdot Qk3a, i + 0,8 \cdot Qk3f, i + 1,00 \cdot Qk4 + 1,00 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$
  - 11  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk3a, i + 1,00 \cdot Qk3f, i + 0,8 \cdot Qk4 + 0,8 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$
  - 12  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
  - 13  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,4 \cdot Qk3a, i + 0,4 \cdot Qk3f, i + 0,8 \cdot Qk4 + 0,8 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 0,6 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$

Figura 32 - Tipologie di combinazioni di carico

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>100</b>

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-G2,2 (arredi vani)	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3a-Traffico 4	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk3f-Traffico 4	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk4-Traffico 4	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk5-Traffico 4	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk1-Traffico 4	Gk2g attrito-Q8 Fa,G (attrito)	Gk2q-Traffico 1	Gk2q-Traffico 2	Gk2q-Traffico 3	Gk2q-Traffico 4		
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00		
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00		
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	2	8	SLU8	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	13	SLU13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	4	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	4	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	5	17	SLU17	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	19	SLU19	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	20	SLU20	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	21	SLU21	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	22	SLU22	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	23	SLU23	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	24	SLU24	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	25	SLU25	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	26	SLU26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	27	SLU27	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	28	SLU28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	29	SLU29	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	30	SLU30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	31	SLU31	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	32	SLU32	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	33	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	10	34	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	35	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	10	36	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	37	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00											

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	101

## 9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

### 9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

#### 9.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

Come riportato al §2.3 delle NTC 2008, per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$E_d \leq R_d$	
$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$	Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
$R_d = R(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$	Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico
$Y_F \cdot F_k$	Azioni di progetto
$X_k / Y_M$	Proprietà del materiale di progetto
$a_d$	Geometria di progetto
$Y_M$	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

##### 9.1.1.0 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle [25] con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$	
$M_{Rd}$	Valore di calcolo del momento resistente corrispondente a $N_{Ed}$
$N_{Ed}$	Valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale)
$M_{Ed}$	Valore di calcolo della componente flettente dell'azione

##### 9.1.1.1 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle [25], indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica in generale che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

*Elementi senza armature resistenti a taglio*

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left( 0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\} \quad \text{Resistenza di calcolo a taglio}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02 \quad \text{Rapporto percentuale armatura in zona tesa } A_{sl}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{Tensione media di compressione nella sezione}$$

$d$  Altezza utile della sezione (mm)

$b_w$  Larghezza minima della sezione (mm)

*Elementi provvisti di armature resistenti a taglio*

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	102

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})$$

Resistenza di calcolo a taglio

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

Resistenza a taglio-trazione

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{1 + \cot^2 \theta}$$

Resistenza a taglio-compresione

$\theta$

Inclinazione puntoni di cls rispetto asse elemento ( $1 \leq \cot \theta \leq 2.5$ )

$\alpha$

Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto asse elemento

$A_{sw}$

Area dell'armatura trasversale

$s$

Interasse tra due armature trasversali consecutive

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

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$

Coefficienti maggiorativi pari a:

1 per membrane non compresse

$1 + \sigma_{cp} / f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$

1.25 per  $0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < 0.50 \cdot f_{cd}$

$2.5 \cdot (1 - \sigma_{cp} / f_{cd})$  per  $0.50 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} < f_{cd}$

### 9.1.1.2 Verifica a punzonamento

In corrispondenza del collegamento tra setti, pilastri o pali di fondazione ed elementi piani (plinti, solette) si hanno sollecitazioni concentrate, con meccanismo resistente a taglio in condizioni di rottura SLU dipendente dalla geometria locale tra i due elementi e le loro condizioni al contorno.

Le verifiche a taglio-punzonamento vengono eseguite in accordo con le UNI EN 1992-1-1: 2005, dove il taglio sollecitante unitario  $v_{Ed}$  si assume distribuito sul perimetro  $u_i$  del cono di rottura:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$$

$\beta$  coeff. posizioni reciproche tra aree di carico (pilastro interno 1.15, spigolo 1.50, bordo 1.40)

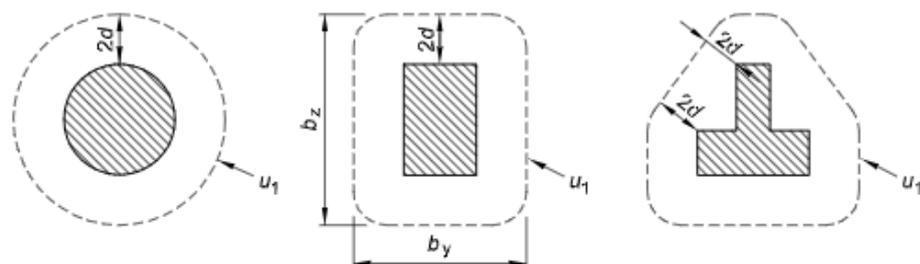
$V_{Ed}$  azione sollecitante di progetto

$u_i$  perimetro della sezione di verifica

$d = \frac{d_y + d_z}{2}$  altezza utile della sezione

$d_y, d_z$  altezze utili delle armature disposte nelle due direzioni principali

figura 6.13 Perimetri di verifica di base tipici intorno ad aree caricate



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	103

figura 6.15 Perimetro di verifica di base per aree caricate in prossimità di bordi o di angoli

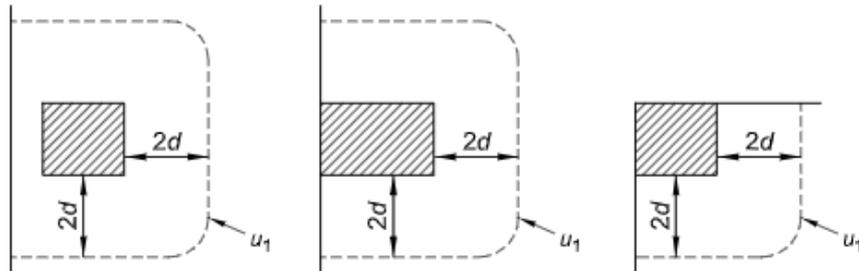


Figura 33 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

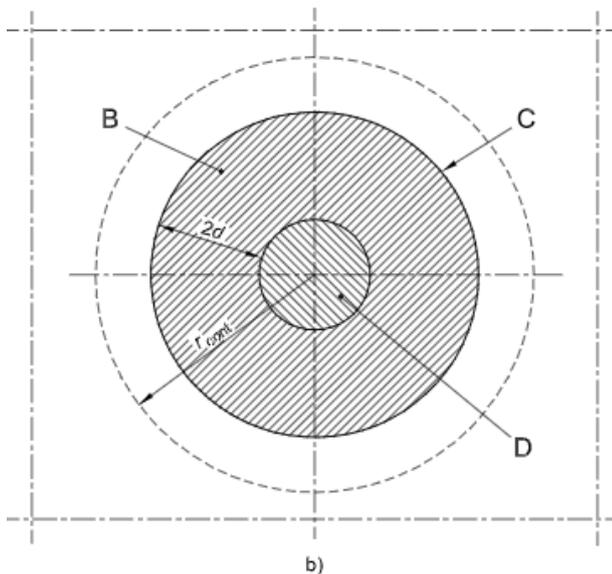
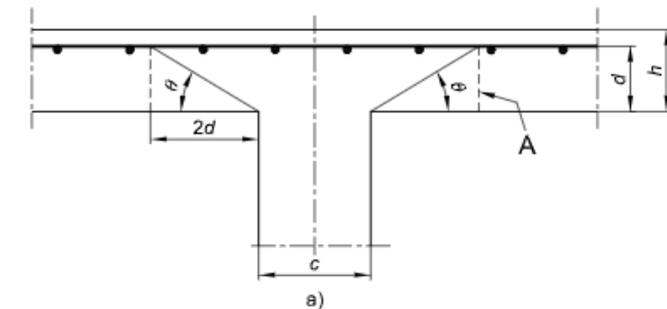


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

Legenda

- a) Sezione
- b) Pianta
- A Sezione di base per la verifica
- B Area di verifica di base  $A_{cont}$
- C Perimetro di verifica di base,  $u_1$
- D Area caricata  $A_{load}$
- $r_{cont}$  Ulteriore perimetro di verifica
- $\theta = \arctan(1/2)$   
 $= 26,6^\circ$

Figura 34 – Modello di verifica a punzonamento SLU

Per un elemento a piastra e lungo le sezioni di verifica considerate, si definiscono le seguenti resistenze di progetto a taglio-punzonamento:

$$V_{Rd,c} = \max \left( C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}; v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \quad \text{per piastra senza armature a punzonamento}$$

$$V_{Rd,cs} = 0.75 \cdot V_{Rd,c} + 1.5 \cdot \left( \frac{d}{s_r} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha \quad \text{per piastra con armature a punzonamento}$$

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \quad \text{valore massimo assoluto}$$

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	104

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$$

$$k = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; 2\right)$$

$$\rho_1 = \min\left(\sqrt{\rho_{1y} \cdot \rho_{1z}}; 0.02\right)$$

$\rho_{1y}, \rho_{1z}$

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cy} + \sigma_{cz}}{2}$$

$$\sigma_{c,y} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}}, \quad \sigma_{c,z} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

$N_{Ed,y}, N_{Ed,z}$

$A_{cy}, A_{cz}$

$$v_{min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}}$$

$$k_1 = 0.1$$

$s_r$

$A_{sw}$

$$f_{ywd,ef} = \min(f_{ywd}; 250 + 0.25 \cdot d)$$

$\alpha$

percentuale di armatura longitudinale nelle due direzioni principali

tensioni normali nelle due direzioni principali

azioni normali nelle due direzioni principali  
aree delle due direzioni principali

(annesso italiano all'Eurocodice)

passo radiale perimetri di armatura a taglio-punzonamento

area armatura a taglio-punzonamento all'interno del perimetro di verifica

resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento

angolo compreso tra l'armatura a taglio e il piano della piastra

La verifica da effettuare lungo il perimetro del pilastro  $u_0$ , descritto dall'area caricata  $A_{load}$ , è la seguente:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$u_0$  = sviluppo del perimetro pilastro      pilastro interno  
=  $c_2 + 3d \leq c_2 + 2 \cdot c_1$       pilastro di bordo  
=  $3d \leq c_1 + c_2$       pilastro d'angolo

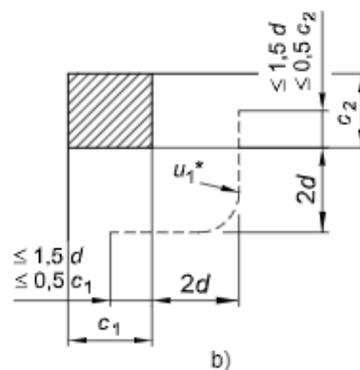
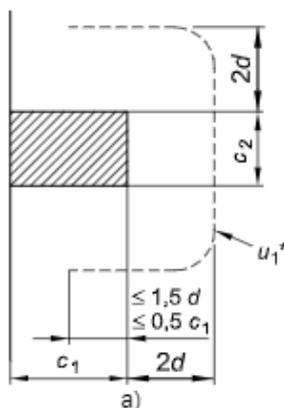


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente  $u_1$ .  
Legenda  
a) Pilastro di bordo  
b) Pilastro d'angolo

Figura 35 – Geometria dei perimetri pilastri per elementi d'angolo e di bordo

Le verifiche da effettuare lungo il perimetro di base  $u_1$  sono le seguenti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad \text{piastra senza armature a taglio-punzonamento}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cs} \quad \text{piastra con armature a taglio-punzonamento}$$

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	105

## 9.1.2 Stati Limite Ultimi di esercizio (SLE STR, SLD)

### 9.1.2.9 Limiti tensionali in esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 delle NTC 2008, la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d) \quad \text{Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione}$$

$$C_d = C(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d) \quad \text{Valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate}$$

Le verifiche si risolvono nel controllare che i valori di tensione nei materiali siano inferiori ai limiti di normativa:

Calcestruzzo compresso	Combinazione rara	$\sigma_c < 0.55 \cdot f_{ck}$
	Combinazione quasi permanente	$\sigma_c < 0.40 \cdot f_{ck}$
Acciaio teso	Combinazione rara	$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk}$

### 9.1.2.10 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

Viene eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure con riferimento al §4.1.2.2.4 delle NTC 2008. Prima di procedere alle verifiche a fessurazione è necessario definire delle apposite combinazioni di carico ed effettuare una valutazione relativa al grado di protezione delle armature metalliche contro la corrosione (in termini di condizioni ambientali e sensibilità delle armature stesse alla corrosione). Si distinguono i seguenti casi:

Combinazioni di azioni	Rara (RA) Quasi Permanente (QP)
Condizioni ambientali	Ordinarie (Gruppo A) Aggressive (Gruppo B) Molto aggressive (Gruppo C)
Sensibilità delle armature alla corrosione	Sensibili (acciai da precompresso) Poco sensibili (acciai ordinari)
Stato limite	Apertura fessure (AF) Formazione fessure (FF) Decompressione (D)
Apertura delle fessure	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$ $w_3 = 0.40 \text{ mm}$

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 26 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO	
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	106	

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

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

Tabella 27 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [28], prevede i seguenti passaggi:

- Valutazione della distanza media tra le fessure ( $\Delta_{sm}$ );
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura ( $\varepsilon_{sm}$ );
- Valutazione dell'ampiezza delle fessure (valore medio  $w_m$  e valore di calcolo  $w_k$ ).

Come riportato al paragrafo 2.5.1.8.3.2.4 del MdP ITF, la verifica allo stato limite di apertura delle fessure viene calcolata con la combinazione caratteristica (rara) nei riguardi dello stato limite di esercizio. I limiti per l'apertura convenzionale delle fessure vengono valutati secondo le condizioni ambientali della struttura.

La verifica dell'ampiezza di fessurazione può anche essere condotta senza calcolo diretto, limitando la tensione di trazione nell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, ad un massimo correlato al diametro delle barre ed alla loro spaziatura. Si distinguono i seguenti casi:

Elemento strutturale	Classi di esposizione	Gruppo di esigenza	Condizioni ambientali	Combinaz. di azioni	Stato limite	$w_k$
Elevazioni	XC4	B	Aggressive	RA	AF	$\leq w_1 = 0.20 \text{ mm}$
Fondazioni	XC2	A	Ordinarie	RA	AF	$\leq w_2 = 0.30 \text{ mm}$

Tabella 28 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	107

## 10. ANALISI PILA DI TRANSIZIONE P7 H=12.50M

### 10.1 ANALISI STATICA

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcato alla quota degli apparecchi di appoggio.

Le sollecitazioni a base pila sono quindi state ricavate adottando uno schema a mensola. Le azioni derivanti dall'impalcato sono state applicate in corrispondenza dell'estremo superiore della mensola per le singole condizioni di carico e successivamente combinate in funzione delle combinazioni prescritte dalla normativa attraverso un apposito foglio di calcolo.

### 10.2 ANALISI SISMICA

In accordo con la normativa, per ponti a travate semplicemente appoggiate è possibile applicare l'analisi statica lineare per entrambe le direzioni longitudinale e trasversale quando la massa efficace di ciascuna pila non risulta superiore ad 1/5 della massa dell'impalcato da essa portata, in accordo con quanto prescritto al §7.9.4.1 delle NTC2008 e delle successive NTC2018.

Lo schema statico adottato permette di analizzare la pila da un punto di vista sismico schematizzandola come un oscillatore semplice con incastro alla base ad estradosso plinto.

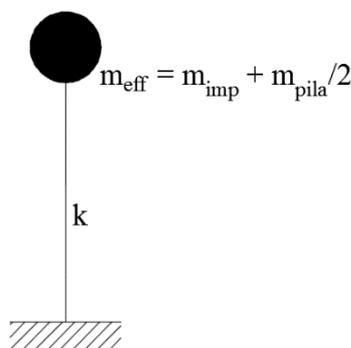


Figura 36 - Modello ad oscillatore semplice

Il periodo fondamentale  $T_1$  in corrispondenza del quale valutare la risposta spettrale in accelerazione  $S_d$  ( $T_1$ ) è dato in entrambi i casi dall'espressione:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{m/k}$$

dove  $m$  è la massa efficace di impalcato e pila e  $k$  è la rigidezza laterale della pila.

Secondo NTC2008, la determinazione della forza statica equivalente sismica avviene considerando una massa efficace in testa pila pari ad 1/2 della massa fusto pila più la massa del pulvino. Secondo NTC2018, la determinazione della forza statica equivalente sismica avviene considerando una massa efficace in testa pila pari ad 1/3 della massa fusto pila più la massa del pulvino.

Nel caso della pila in oggetto, è possibile ricondursi all'analisi statica lineare se sono valide le seguenti condizioni.

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	108

VERIFICA CONDIZIONI APPLICABILITA' ANALISI LINEARE (NTC2008-NTC2018)

$W_{imp}$ (kN)	14425	Peso impalcati	$W_{fusto}$ (kN)	3842	Peso fusto pila
$1/5 W_{imp}$ (kN)	2885	$1/5$ Peso impalcati (NTC2008-NTC2018)	$W_{pulvino}$ (kN)	1918	Peso pulvino+ritegni
			$W_{eff,pila}$ (kN)	3839	Peso efficace pila (NTC2008)
$W_{eff,pila} < 1/5 W_{imp}$	<b>NON VERIFICATO</b>		$W_{eff,pila}$ (kN)	3199	Peso efficace pila (NTC2018)

Per la pila in esame, il criterio di applicabilità dell'analisi statica lineare non risulta soddisfatto. Pertanto, è stata eseguita un'analisi sismica con spettro di risposta nell'ambito di un modello agli elementi finiti implementato per la pila.

Per tener conto dell'influenza della fessurazione sulla rigidità, in accordo con il §7.2.6 del D.M. 14/01/2008, si è considerato sia il caso di sezione fessurata con un abbattimento del modulo elastico pari al 50% rispetto al valore iniziale  $E=E_{cm}$ , sia il caso di sezione non fessurata con  $E=E_{cm}$ .

La valutazione degli effetti dell'azione sismica viene effettuata considerando lo spettro di progetto, ossia riducendo lo spettro elastico mediante un fattore di struttura pari a  $q$  in modo da tener conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Ai fini della scelta delle azioni da utilizzare per il dimensionamento delle opere di fondazione, adottando il criterio di gerarchia delle resistenze (GR), vedi quanto descritto nel capitolo precedente di analisi dei carichi per la quantificazione dell'azione sismica  $E$ , le sollecitazioni derivanti dall'analisi sismica con gli spettri elastici ( $q=1.00$ ) verranno utilizzati solo nel caso in cui le sollecitazioni delle elevazioni, amplificate secondo i coefficienti di sovrarresistenza,  $\gamma_{Rd}$ , risultino superiori alle prime.

Nel paragrafo dedicato alla verifica delle pile sono riportati tutti i calcoli effettuati per studiare il comportamento strutturale in condizioni sismiche, con riferimento allo spettro elastico ( $q=1.00$ ) o di progetto ( $q>1.00$ ) e sezione elastica  $E=E_{cm}$  o fessurata  $E=0.50 \cdot E_{cm}$ .

In accordo con il D.M. 14/01/2008 §3.2.4, per la valutazione delle masse sismiche nel caso di ponti, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata anche un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei mezzi ferroviari nelle combinazioni di carico associata alla direzione di analisi in esame.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	109

### 10.3 MODELLO DI CALCOLO

Per le motivazioni sopra riportate, sono stati sviluppati due modelli agli elementi finiti per la pila da 12.5m: uno per la pila in non fessurata, l'altro per la pila fessurata.

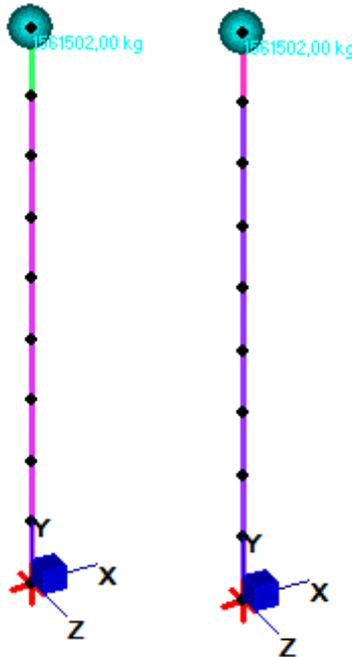


Figura 37 - Modello pila P7 H=12.5m - Pila e pila fessurata

Si riportano nel seguito i risultati dell'analisi modale, con particolare riferimento ai modi principali, e i risultati dell'analisi spettrale condotta su entrambi i modelli.

FREQUENZE E PERIODI NATURALI					
N. modo	Direzione	Pila non fess.	Pila fess.	f [Hz]	T [s]
1	x		X	2,6657	0,3751
1	x	X		3,7699	0,2653
2	z		X	6,0276	0,1659
2	z	X		8,5243	0,1173
3	y		X	16,7300	0,0598
3	y	X		23,6597	0,0423

SPETTRO ELASTICO	Pila non fessurata			Pila fessurata			
	Direzione	x	z	y	x	z	y
Med (kNm)		157648,86	-123676,29	-	157649,24	-149390,39	-
Ved (kN)		13020,70	10251,06	5133,81	13021,65	12380,60	5663,60
SPETTRO PROGETTO	Pila non fessurata			Pila fessurata			
	Direzione	x	z	y	x	z	y
Med (kNm)		105108,24	-89783,45	-	105108,46	-101337,89	-
Ved (kN)		8684,79	7444,72	-	8685,35	8401,33	-

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	110

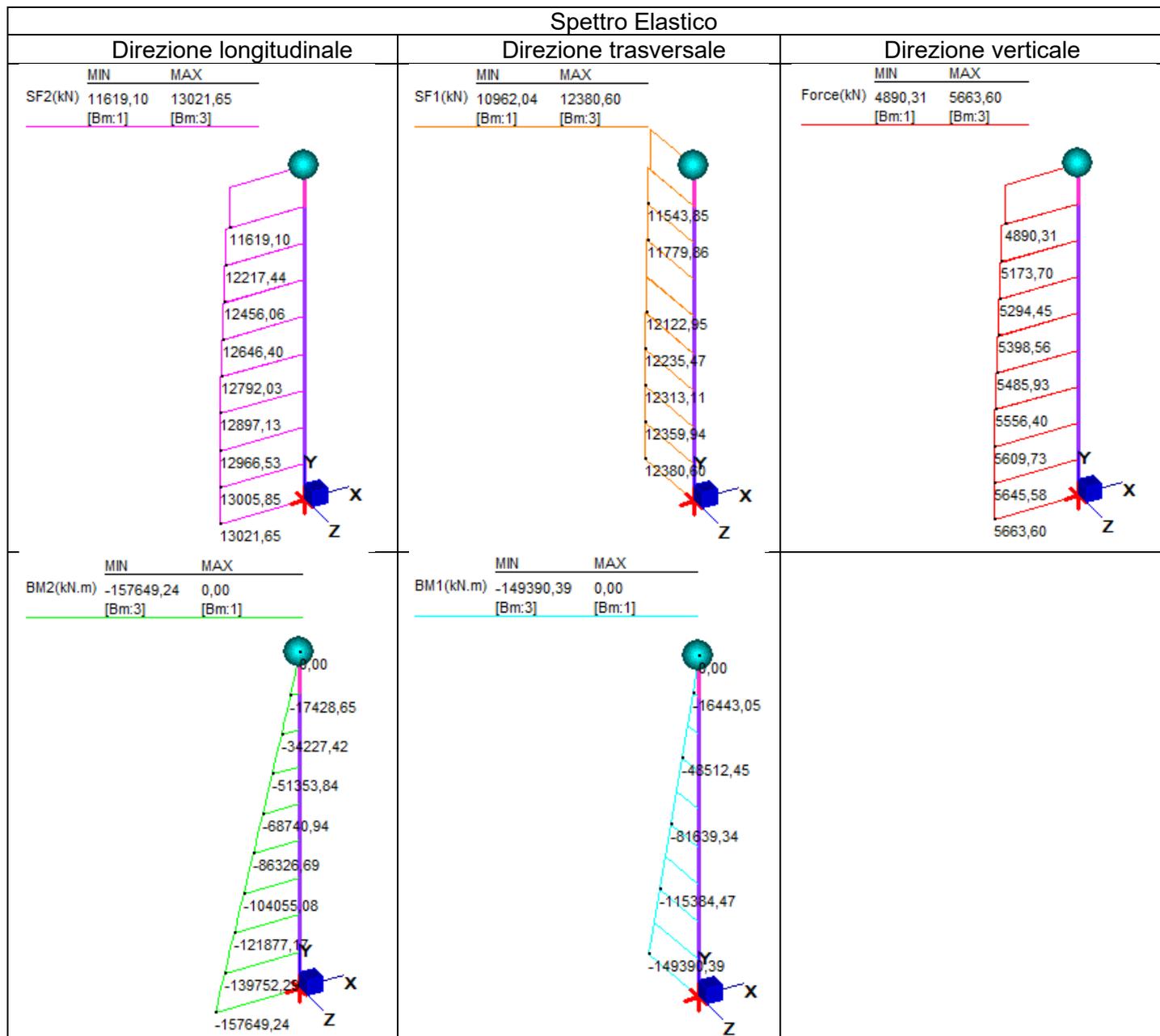


Tabella 29 - Pila fessurata - Riepilogo Taglio e Momento da analisi con spettro elastico

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	111

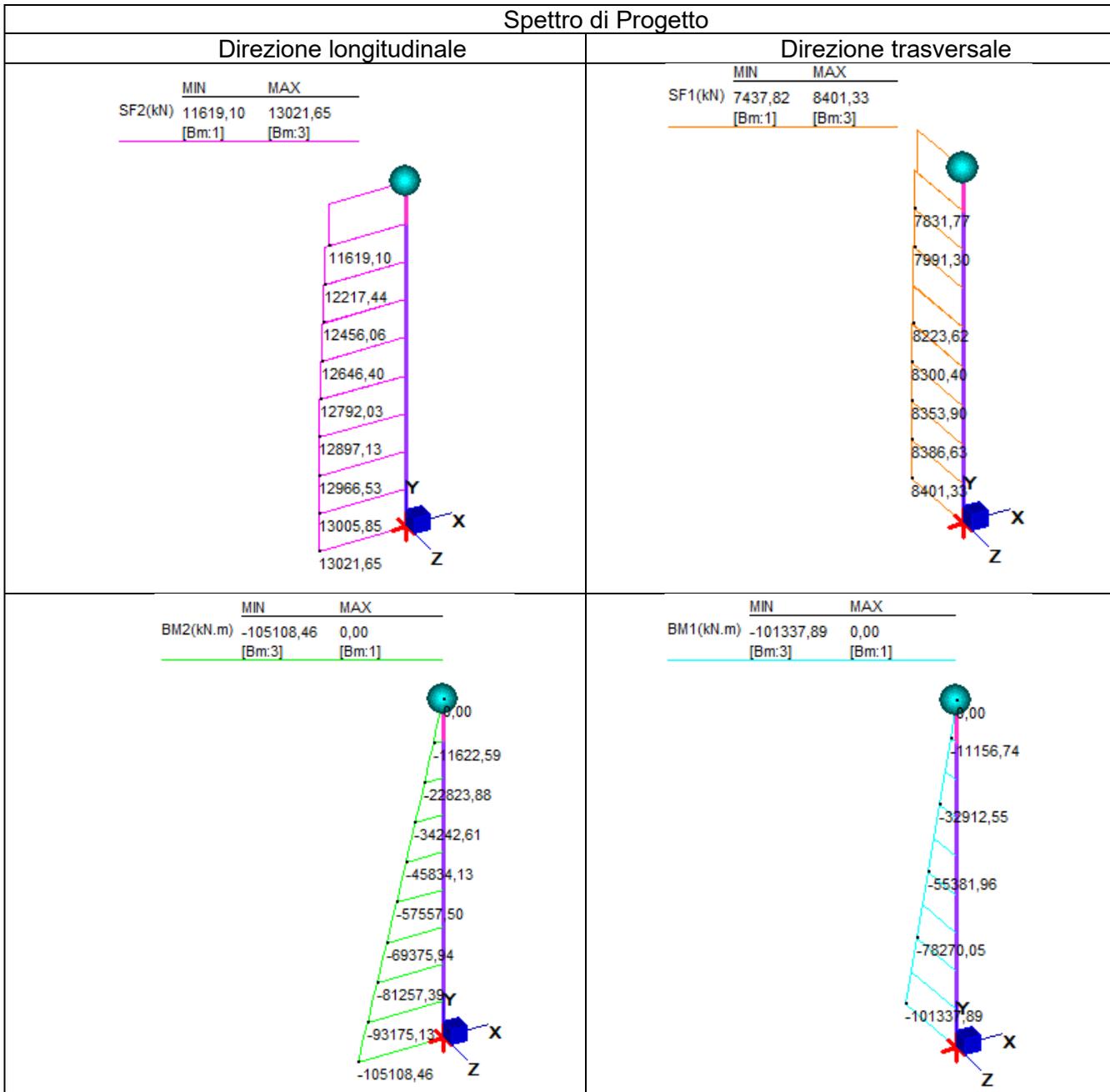


Tabella 30 - Pila fessurata - Riepilogo Taglio e Momento analisi con spettro di progetto

Le azioni sollecitanti considerate ai fini della verifica fanno riferimento alla condizione più gravosa per la pila in esame, coincidenti con le sollecitazioni di taglio e momento associate alla condizione di pila fessurata.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	112

#### 10.4 AZIONI IMPALCATI

Mediante l'ausilio di un foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali ( $G_{k1}$ ), non strutturali ( $G_{k2}$ ) e accidentali ( $Q_{ki}$ ) derivanti dagli scarichi degli impalcati in appoggio, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

Tutte le azioni elementari caratteristiche, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze  $F_x$  (trasversali),  $F_y$  (longitudinali),  $F_z$  (verticali) e momenti  $M_x$  (longitudinali),  $M_y$  (trasversali),  $M_z$  (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso pulvino, e i rispettivi assi  $x, y, z$  come riportato nella figura seguente.

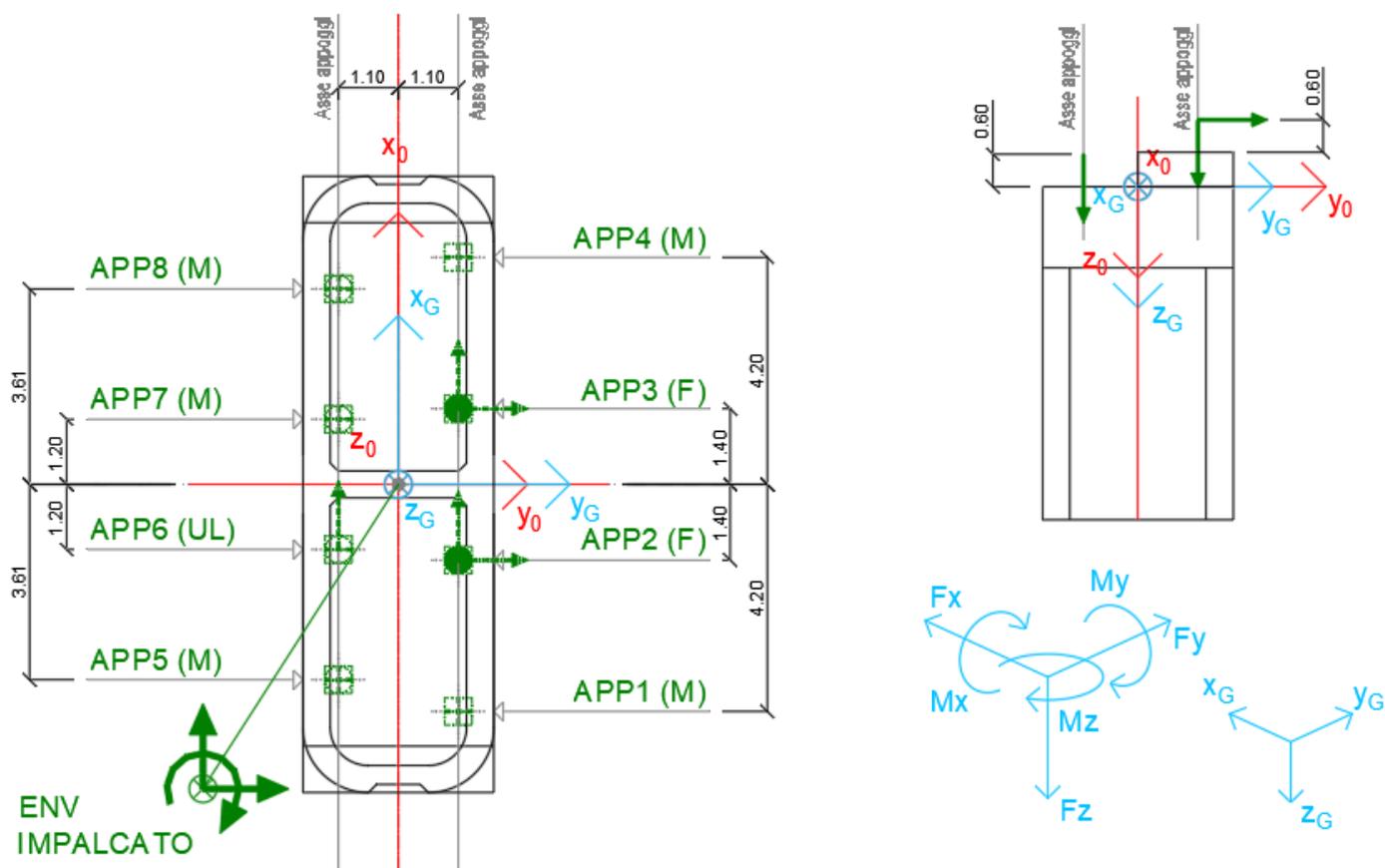


Figura 38 – Sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate sulla sottostruttura

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>113</b>

NOME: <b>PILA P7 CAP-ACC H=12.5m</b>		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (IMPALCATO ACCIAIO L=40m)															
APPOGGIO 5 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1310	-4,20	1,10	-0,60	1441	5501	0	0	0	1310	1441	5501	0
G2,1 (ballast)	0	0	320	-4,20	1,10	-0,60	352	1344	0	0	0	320	352	1344	0
G2,2 (velette)	0	0	280	-4,20	1,10	-0,60	308	1176	0	0	0	280	308	1176	0
G2,3 (arredi)	0	0	540	-4,20	1,10	-0,60	594	2268	0	0	0	540	594	2268	0
G2,4 (barriere)	0	0	700	-4,20	1,10	-0,60	770	2940	0	0	0	700	770	2940	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	4	-4,20	1,10	-0,60	4	15	0	0	0	4	4	15	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	4	-4,20	1,10	-0,60	4	17	0	0	0	4	4	17	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	51	-4,20	1,10	-0,60	56	214	0	0	0	51	56	214	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	5	-4,20	1,10	-0,60	6	21	0	0	0	5	6	21	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	3	-4,20	1,10	-0,60	3	13	0	0	0	3	3	13	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	41	-4,20	1,10	-0,60	45	172	0	0	0	41	45	172	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-17	-4,20	1,10	-0,60	-18	-70	0	0	0	-17	-18	-70	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-37	-4,20	1,10	-0,60	-41	-156	0	0	0	-37	-41	-156	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-37	-4,20	1,10	-0,60	-41	-156	0	0	0	-37	-41	-156	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-4,20	1,10	-0,60	-45	-171	0	0	0	-41	-45	-171	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-4,20	1,10	-0,60	-49	-188	0	0	0	-45	-49	-188	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-4,20	1,10	-0,60	-49	-188	0	0	0	-45	-49	-188	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-4,20	1,10	-0,60	-32	-123	0	0	0	-29	-32	-123	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	61	-4,20	1,10	-0,60	67	256	0	0	0	61	67	256	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1062	-4,20	1,10	-0,60	1168	4460	0	0	0	1062	1168	4460	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	92	-4,20	1,10	-0,60	102	388	0	0	0	92	102	388	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	94	0	-4,20	1,10	-0,60	57	0	-397	0	94	0	57	0	-397
Q8 Fa,Q (attrito)	0	32	0	-4,20	1,10	-0,60	19	0	-134	0	32	0	19	0	-134
APPOGGIO 6 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	670	-1,40	1,10	-0,60	737	938	0	0	0	670	737	938	0
G2,1 (ballast)	0	0	980	-1,40	1,10	-0,60	1078	1372	0	0	0	980	1078	1372	0
G2,2 (velette)	0	0	-140	-1,40	1,10	-0,60	-154	-196	0	0	0	-140	-154	-196	0
G2,3 (arredi)	0	0	-60	-1,40	1,10	-0,60	-66	-84	0	0	0	-60	-66	-84	0
G2,4 (barriere)	0	0	-300	-1,40	1,10	-0,60	-330	-420	0	0	0	-300	-330	-420	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	18	-1,40	1,10	-0,60	20	25	0	0	0	18	20	25	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	20	-1,40	1,10	-0,60	22	27	0	0	0	20	22	27	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	35	-1,40	1,10	-0,60	39	50	0	0	0	35	39	50	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	25	-1,40	1,10	-0,60	28	35	0	0	0	25	28	35	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	16	-1,40	1,10	-0,60	17	22	0	0	0	16	17	22	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	28	-1,40	1,10	-0,60	31	40	0	0	0	28	31	40	0
Q4 B1-SW2 (centr)	41	0	-6	-1,40	1,10	-0,60	-6	-32	-45	41	0	-6	-6	-32	-45
Q4 B1-LM71 (centr)	91	0	-12	-1,40	1,10	-0,60	-14	-72	-101	91	0	-12	-14	-72	-101
Q4 B2-LM71 (centr)	91	0	-12	-1,40	1,10	-0,60	-14	-72	-101	91	0	-12	-14	-72	-101
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-14	-1,40	1,10	-0,60	-15	-79	-110	100	0	-14	-15	-79	-110
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,40	1,10	-0,60	-16	-87	-121	110	0	-15	-16	-87	-121
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,40	1,10	-0,60	-16	-87	-121	110	0	-15	-16	-87	-121
Q6 (vento)	410	0	45	-1,40	1,10	-0,60	49	-183	-450	410	0	45	49	-183	-450
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	395	-1,40	1,10	-0,60	434	553	0	0	0	395	434	553	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	728	-1,40	1,10	-0,60	801	1020	0	0	0	728	801	1020	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	462	-1,40	1,10	-0,60	508	647	0	0	0	462	508	647	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	34	0	-1,40	1,10	-0,60	21	0	-48	0	34	0	21	0	-48
Q8 Fa,Q (attrito)	0	22	0	-1,40	1,10	-0,60	13	0	-31	0	22	0	13	0	-31
APPOGGIO 7 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	670	1,40	1,10	-0,60	737	-938	0	0	0	670	737	-938	0
G2,1 (ballast)	0	0	980	1,40	1,10	-0,60	1078	-1372	0	0	0	980	1078	-1372	0
G2,2 (velette)	0	0	-140	1,40	1,10	-0,60	-154	196	0	0	0	-140	-154	196	0
G2,3 (arredi)	0	0	-60	1,40	1,10	-0,60	-66	84	0	0	0	-60	-66	84	0
G2,4 (barriere)	0	0	-300	1,40	1,10	-0,60	-330	420	0	0	0	-300	-330	420	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	32	1,40	1,10	-0,60	35	-45	0	0	0	32	35	-45	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	35	1,40	1,10	-0,60	39	-50	0	0	0	35	39	-50	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	20	1,40	1,10	-0,60	22	-27	0	0	0	20	22	-27	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	45	1,40	1,10	-0,60	50	-63	0	0	0	45	50	-63	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	28	1,40	1,10	-0,60	31	-40	0	0	0	28	31	-40	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	16	1,40	1,10	-0,60	17	-22	0	0	0	16	17	-22	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	6	1,40	1,10	-0,60	6	-8	0	0	0	6	6	-8	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	12	1,40	1,10	-0,60	14	-17	0	0	0	12	14	-17	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	12	1,40	1,10	-0,60	14	-17	0	0	0	12	14	-17	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	14	1,40	1,10	-0,60	15	-19	0	0	0	14	15	-19	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	15	1,40	1,10	-0,60	16	-21	0	0	0	15	16	-21	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	15	1,40	1,10	-0,60	16	-21	0	0	0	15	16	-21	0
Q6 (vento)	0	0	118	1,40	1,10	-0,60	130	-166	0	0	0	118	130	-166	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	728	1,40	1,10	-0,60	801	-1020	0	0	0	728	801	-1020	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	395	1,40	1,10	-0,60	434	-553	0	0	0	395	434	-553	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	832	1,40	1,10	-0,60	915	-1164	0	0	0	832	915	-1164	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	34	0	1,40	1,10	-0,60	21	0	48	0	34	0	21	0	48
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	1,40	1,10	-0,60	15	0	35	0	25	0	15	0	35

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>114</b>

APPOGGIO 8 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1310	4,20	1,10	-0,60	1441	-5501	0	0	0	1310	1441	-5501	0
G2,1 (ballast)	0	0	320	4,20	1,10	-0,60	352	-1344	0	0	0	320	352	-1344	0
G2,2 (velette)	0	0	280	4,20	1,10	-0,60	308	-1176	0	0	0	280	308	-1176	0
G2,3 (arredi)	0	0	540	4,20	1,10	-0,60	594	-2268	0	0	0	540	594	-2268	0
G2,4 (barriere)	0	0	700	4,20	1,10	-0,60	770	-2940	0	0	0	700	770	-2940	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	46	4,20	1,10	-0,60	51	-195	0	0	0	46	51	-195	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	51	4,20	1,10	-0,60	56	-214	0	0	0	51	56	-214	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	4	4,20	1,10	-0,60	4	-17	0	0	0	4	4	-17	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	65	4,20	1,10	-0,60	72	-273	0	0	0	65	72	-273	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	41	4,20	1,10	-0,60	45	-172	0	0	0	41	45	-172	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	3	4,20	1,10	-0,60	3	-13	0	0	0	3	3	-13	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	17	4,20	1,10	-0,60	18	-70	0	0	0	17	18	-70	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	37	4,20	1,10	-0,60	41	-156	0	0	0	37	41	-156	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	37	4,20	1,10	-0,60	41	-156	0	0	0	37	41	-156	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	4,20	1,10	-0,60	45	-171	0	0	0	41	45	-171	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	4,20	1,10	-0,60	49	-188	0	0	0	45	49	-188	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	4,20	1,10	-0,60	49	-188	0	0	0	45	49	-188	0
Q6 (vento)	0	0	192	4,20	1,10	-0,60	211	-807	0	0	0	192	211	-807	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1062	4,20	1,10	-0,60	1168	-4460	0	0	0	1062	1168	-4460	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	61	4,20	1,10	-0,60	67	-256	0	0	0	61	67	-256	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1201	4,20	1,10	-0,60	1321	-5046	0	0	0	1201	1321	-5046	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	94	0	4,20	1,10	-0,60	57	0	397	0	94	0	57	0	397
Q8 Fa,Q (attrito)	0	36	0	4,20	1,10	-0,60	22	0	151	0	36	0	22	0	151

LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO CAP L=25m)

APPOGGIO 1 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	-3,62	-1,10	-1,20	-1183	3887	0	0	0	1075	-1183	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	-1,10	-1,20	-358	1175	0	0	0	325	-358	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	-1,10	-1,20	-248	813	0	0	0	225	-248	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	-1,10	-1,20	-468	1536	0	0	0	425	-468	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	-1,10	-1,20	-633	2079	0	0	0	575	-633	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-66	-3,62	-1,10	-1,20	72	-237	0	0	0	-66	72	-237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	-3,62	-1,10	-1,20	44	-144	0	0	0	-40	44	-144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	-3,62	-1,10	-1,20	12	-40	0	0	0	-11	12	-40	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	-3,62	-1,10	-1,20	30	-100	0	0	0	-28	30	-100	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	-3,62	-1,10	-1,20	30	-100	0	0	0	-28	30	-100	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	-1,10	-1,20	45	-149	0	0	0	-41	45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-1,20	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-1,20	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	-1,10	-1,20	32	-106	0	0	0	-29	32	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	-1,10	-1,20	17	-56	0	0	0	-15	17	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	-1,10	-1,20	-867	2850	0	0	0	788	-867	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	-1,10	-1,20	95	0	-285	0	79	0	95	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	-1,10	-1,20	28	0	-85	0	24	0	28	0	-85

APPOGGIO 2 (F)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	-1,21	-1,10	-1,20	-523	573	0	0	0	475	-523	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	-1,10	-1,20	-550	603	0	0	0	500	-550	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	-1,10	-1,20	151	-166	0	0	0	-138	151	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	-1,10	-1,20	248	-271	0	0	0	-225	248	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	-1,10	-1,20	358	-392	0	0	0	-325	358	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	-275	-20	-1,21	-1,10	-1,20	-308	-24	331	0	-275	-20	-308	-24	331
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-303	-22	-1,21	-1,10	-1,20	-339	-26	365	0	-303	-22	-339	-26	365
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1210	-44	-1,21	-1,10	-1,20	1500	-53	-1458	0	1210	-44	1500	-53	-1458
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-292	-21	-1,21	-1,10	-1,20	-327	-25	351	0	-292	-21	-327	-25	351
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-183	-13	-1,21	-1,10	-1,20	-205	-16	221	0	-183	-13	-205	-16	221
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	733	-27	-1,21	-1,10	-1,20	909	-32	-884	0	733	-27	909	-32	-884
Q4 B1-SW2 (centr)	13	0	-4	-1,21	-1,10	-1,20	4	-20	15	13	0	-4	4	-20	15
Q4 B1-LM71 (centr)	34	0	-9	-1,21	-1,10	-1,20	10	-51	37	34	0	-9	10	-51	37
Q4 B2-LM71 (centr)	34	0	-9	-1,21	-1,10	-1,20	10	-51	37	34	0	-9	10	-51	37
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,21	-1,10	-1,20	15	-77	55	50	0	-14	15	-77	55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	-1,10	-1,20	17	-84	61	55	0	-15	17	-84	61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	-1,10	-1,20	17	-84	61	55	0	-15	17	-84	61
Q6 (vento)	117	0	25	-1,21	-1,10	-1,20	-27	-111	129	117	0	25	-27	-111	129
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	-1,10	-1,20	-278	304	0	0	0	253	-278	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	-1,10	-1,20	-572	627	0	0	0	520	-572	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	-1,10	-1,20	-311	340	0	0	0	283	-311	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	-1,10	-1,20	10	0	-10	0	9	0	10	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	-1,10	-1,20	19	0	-19	0	16	0	19	0	-19

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>115</b>

APPOGGIO 3 (F)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	1,21	-1,10	-1,20	-523	-573	0	0	0	475	-523	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	-1,10	-1,20	-550	-603	0	0	0	500	-550	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	-1,10	-1,20	151	166	0	0	0	-138	151	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	-1,10	-1,20	248	271	0	0	0	-225	248	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	-1,10	-1,20	358	392	0	0	0	-325	358	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	1100	-40	1,21	-1,10	-1,20	1364	48	1326	0	1100	-40	1364	48	1326
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1210	-44	1,21	-1,10	-1,20	1500	53	1458	0	1210	-44	1500	53	1458
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-303	-22	1,21	-1,10	-1,20	-339	26	-365	0	-303	-22	-339	26	-365
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1167	-42	1,21	-1,10	-1,20	1446	51	1406	0	1167	-42	1446	51	1406
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	733	-27	1,21	-1,10	-1,20	909	32	884	0	733	-27	909	32	884
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-183	-13	1,21	-1,10	-1,20	-205	16	-221	0	-183	-13	-205	16	-221
Q4 B1-SW2 (centr)	13	0	4	1,21	-1,10	-1,20	-4	-20	15	13	0	4	-4	-20	15
Q4 B1-LM71 (centr)	34	0	9	1,21	-1,10	-1,20	-10	-51	37	34	0	9	-10	-51	37
Q4 B2-LM71 (centr)	34	0	9	1,21	-1,10	-1,20	-10	-51	37	34	0	9	-10	-51	37
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,21	-1,10	-1,20	-15	-77	55	50	0	14	-15	-77	55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	-1,10	-1,20	-17	-84	61	55	0	15	-17	-84	61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	-1,10	-1,20	-17	-84	61	55	0	15	-17	-84	61
Q6 (vento)	117	0	78	1,21	-1,10	-1,20	-86	-235	129	117	0	78	-86	-235	129
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	-1,10	-1,20	-572	-627	0	0	0	520	-572	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	-1,10	-1,20	-278	-304	0	0	0	253	-278	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	-1,10	-1,20	-622	-681	0	0	0	565	-622	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	-1,10	-1,20	10	0	10	0	9	0	10	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	-1,10	-1,20	20	0	20	0	17	0	20	0	20
APPOGGIO 4 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	3,62	-1,10	-1,20	-1183	-3887	0	0	0	1075	-1183	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	-1,10	-1,20	-358	-1175	0	0	0	325	-358	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	-1,10	-1,20	-248	-813	0	0	0	225	-248	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	-1,10	-1,20	-468	-1536	0	0	0	425	-468	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	-1,10	-1,20	-633	-2079	0	0	0	575	-633	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-60	3,62	-1,10	-1,20	66	216	0	0	0	-60	66	216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-66	3,62	-1,10	-1,20	72	237	0	0	0	-66	72	237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-63	3,62	-1,10	-1,20	70	229	0	0	0	-63	70	229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-40	3,62	-1,10	-1,20	44	144	0	0	0	-40	44	144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	11	3,62	-1,10	-1,20	-12	-40	0	0	0	11	-12	-40	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	28	3,62	-1,10	-1,20	-30	-100	0	0	0	28	-30	-100	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	28	3,62	-1,10	-1,20	-30	-100	0	0	0	28	-30	-100	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	-1,10	-1,20	-45	-149	0	0	0	41	-45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-1,20	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-1,20	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	-1,10	-1,20	-146	-478	0	0	0	132	-146	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	-1,10	-1,20	-867	-2850	0	0	0	788	-867	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	-1,10	-1,20	17	56	0	0	0	-15	17	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	-1,10	-1,20	-932	-3064	0	0	0	848	-932	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	-1,10	-1,20	95	0	285	0	79	0	95	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	-1,10	-1,20	31	0	92	0	25	0	31	0	92

*Tabella 31 – Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati*

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	116

Tipo azione	Descrizione azione	$V_{trasv}$		$V_{long}$		$N_{vert}$		$M_{long}$		$M_{trasv}$		$M_{torc}$	
		$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	$F_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]						
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	7060	944	0	0						
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	4250	1045	0	0						
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	3115	1062	0	0						
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	0	110	121	-220	0						
	Traffico 2	0	0	100	110	-200	0						
	Traffico 3	0	908	-21	1354	44	1823						
	Traffico 4	0	825	-19	1231	40	1657						
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	0	88	97	176	0						
	Traffico 2	0	0	88	97	176	0						
	Traffico 3	0	550	8	844	-16	1105						
	Traffico 4	0	875	13	1343	-26	1757						
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	183	0	0	0	-805	-201						
	Traffico 2	132	0	0	0	-582	-145						
	Traffico 3	159	0	0	0	-705	-27						
	Traffico 4	67	0	0	0	-300	-15						
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	-968	-242						
	Traffico 2	210	0	0	0	-924	-231						
	Traffico 3	220	0	0	0	-981	0						
	Traffico 4	200	0	0	0	-891	0						
Qk6 vento	Q6 (vento)	644	0	532	132	-2208	-193						
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	4492	4941	0	0						
	Traffico 2	0	0	4834	5317	-504	0						
	Traffico 3	0	0	3792	770	-7899	0						
	Traffico 4	0	0	4283	982	-8579	0						
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	258	0	155	0	0						
Qk2q Attrito	Traffico 1	0	115	0	69	0	22						
	Traffico 2	0	115	0	69	0	22						
	Traffico 3	0	93	0	79	0	-269						
	Traffico 4	0	93	0	79	0	-269						

Tabella 32 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>117</b>

NomeEnv:	TipoComb:	Num Comb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-G2,2 (arredi vani)	Qk3a-Traffico 1	Qk3a-Traffico 2	Qk3a-Traffico 3	Qk3a-Traffico 4	Qk3f-Traffico 1	Qk3f-Traffico 2	Qk3f-Traffico 3	Qk3f-Traffico 4	Qk4-Traffico 1	Qk4-Traffico 2	Qk4-Traffico 3	Qk4-Traffico 4	Qk5-Traffico 1	Qk5-Traffico 2	Qk5-Traffico 3	Qk5-Traffico 4	Qk6 vento-Q6 (vento)	Qk1-Traffico 1	Qk1-Traffico 2	Qk1-Traffico 3	Qk1-Traffico 4	Qk2g attrito-Q8 Fa, G (attrito)	Qk2q-Traffico 1	Qk2q-Traffico 2	Qk2q-Traffico 3	Qk2q-Traffico 4			
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00			
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00			
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00			
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	8	SLU8	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	13	SLU13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	4	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	5	17	SLU17	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	19	SLU19	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	20	SLU20	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	21	SLU21	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	22	SLU22	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	23	SLU23	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	24	SLU24	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	25	SLU25	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	26	SLU26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	27	SLU27	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	28	SLU28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	29	SLU29	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	30	SLU30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	31	SLU31	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	32	SLU32	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	33	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	34	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	35	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	36	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	37	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00																											

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	118

NVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU4	27872	827	-3845	515	12712	-415
N <sub>vert</sub> Min	SLU20	13627	-965	3313	258	3007	289
V <sub>trasv</sub> Max	SLU9	21561	1164	-4590	515	10801	-785
V <sub>trasv</sub> Min	SLU23	19313	-965	3313	348	4286	289
M <sub>trasv</sub> Max	SLU19	13627	-965	3313	258	3007	289
M <sub>trasv</sub> Min	SLU7	26796	967	-16144	1716	8008	1890
V <sub>long</sub> Max	SLU16	21105	773	-15270	2948	8650	4376
V <sub>long</sub> Min	SLU32	13946	-579	1988	258	3087	174
M <sub>long</sub> Max	SLU4	27872	827	-3845	515	12712	-415
M <sub>long</sub> Min	SLU19	13627	-965	3313	258	3007	289
M <sub>torc</sub> Max	SLU16	21105	773	-15270	2948	8650	4376
M <sub>torc</sub> Min	SLU9	21561	1164	-4590	515	10801	-785

Tabella 34 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA4	19447	274	-1732	373	8798	-279
N <sub>vert</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
V <sub>trasv</sub> Max	RA1	19395	789	-3133	373	8469	-537
V <sub>trasv</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>trasv</sub> Max	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>trasv</sub> Min	RA7	18703	267	-9759	1733	6315	2738
V <sub>long</sub> Max	RA8	18702	214	-9518	2073	6830	3424
V <sub>long</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>long</sub> Max	RA4	19447	274	-1732	373	8798	-279
M <sub>long</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>torc</sub> Max	RA8	18702	214	-9518	2073	6830	3424
M <sub>torc</sub> Min	RA1	19395	789	-3133	373	8469	-537
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
N <sub>vert</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	119

V <sub>long</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
V <sub>long</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M <sub>long</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M <sub>long</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M <sub>torc</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M <sub>torc</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0

*Tabella 35 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo*

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	120

### 10.5 SOLLECITAZIONI ELEVAZIONE

In analogia con quanto svolto per gli scarichi di impalcato, sempre mediante foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali ( $G_{k1}$ ), non strutturali ( $G_{k2}$ ) e accidentali ( $Q_{ki}$ ) applicate all'elevazione del fusto pila, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuipi di azioni totali ricavate a testa pulvino.

Tutte le azioni elementari caratteristiche sopra descritte, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze  $F_x$  (trasversali),  $F_y$  (longitudinali),  $F_z$  (verticali) e momenti  $M_x$  (longitudinali),  $M_y$  (trasversali),  $M_z$  (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso fondazione, e i rispettivi assi  $x, y, z$  come riportato nella figura seguente.

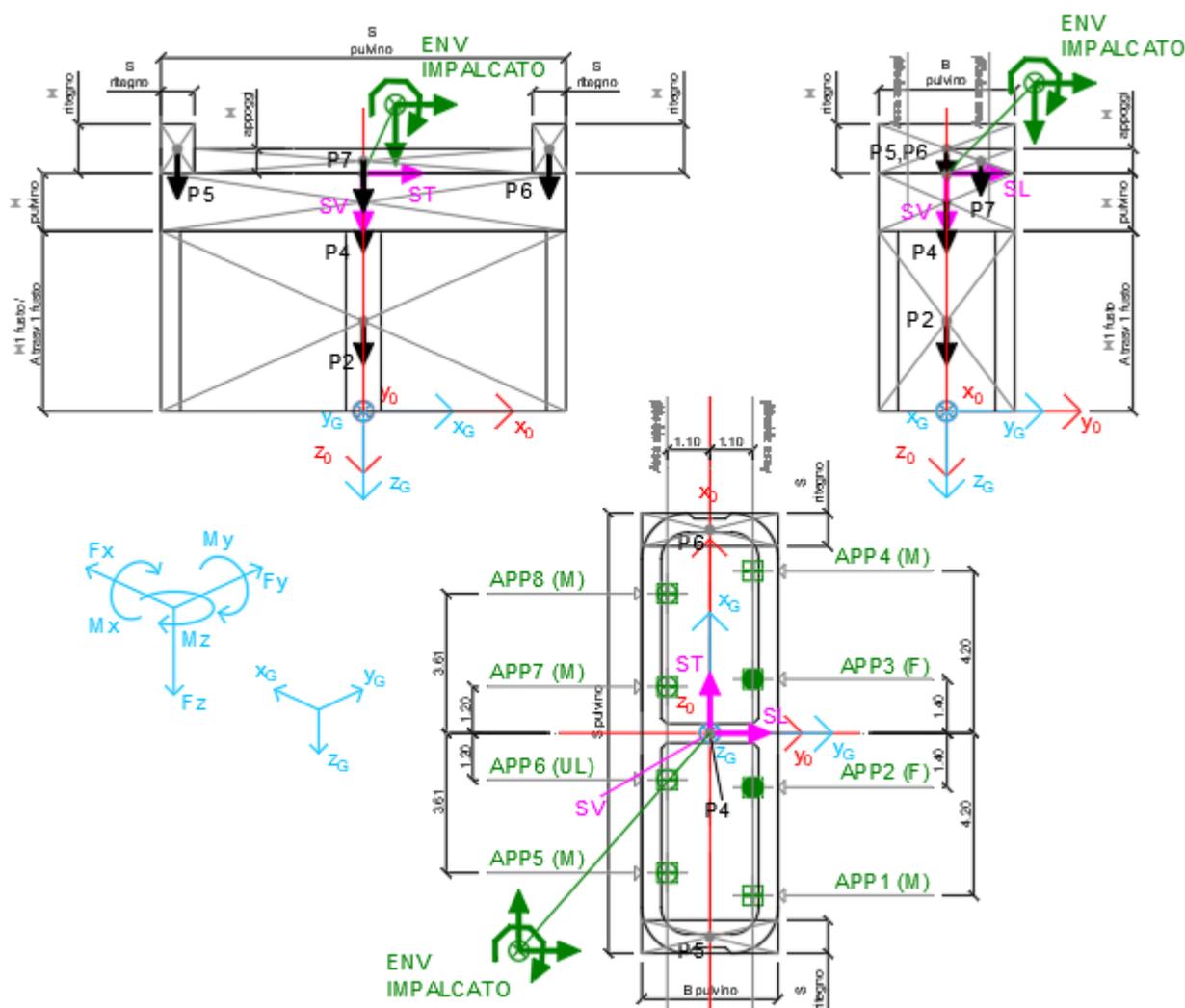


Figura 23 – Sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate ad intradosso pila

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	121

### 10.5.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti.

Il calcolo dei periodi fondamentali di vibrazione, in condizione fessurata e non fessurata come descritto all'inizio del capitolo, dei coefficienti di sovreresistenza  $\gamma_{Rd}$  e i fattori di struttura  $q$ , utili a valutare gli spettri di risposta di progetto  $S_d$  in direzione longitudinale, trasversale e verticale, sono riportati nel seguito.

NOME: ELEVAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO (ANALISI DINAMICA LINEARE)											
CARATTERISTICHE PILA															
$H_{pila}$ (m)	12,50	Altezza pila													
$E$ (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata ( $E=Em$ )													
$E_f$ (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata ( $E=0.50*Em$ )													
DIREZIONE LONGITUDINALE				DIREZIONE TRASVERSALE				DIREZIONE VERTICALE							
(campata fissa: peso impalcato + Traffico 2)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				(campata fissa + mobile: peso imp. + Traffico 4)							
$W_{imp,long}$ (kN)	14425	Peso impalcato		$W_{imp,trasv}$ (kN)	14425			$W_{imp,vert}$ (kN)	14425						
$W_{treno,long}$ (kN)	4834	Traffico 2		$W_{treno,trasv}$ (kN)	4283	Traffico 4		$W_{vert}$ (kg)	4283	Traffico 4					
$W_{eff,long}$ (kN)	15392	Peso eff. impalcato + 20% Traffico		$W_{eff,trasv}$ (kN)	15282			$W_{eff,vert}$ (kN)	15282						
$m_{long}$ (kg)	1568992	Massa efficace portata		$m_{trasv}$ (kg)	1557757			$m_{vert}$ (kg)	1557757						
$T_{1,long}$ (s)	0,265	Periodo di vibrazione (da calcolo FEM)		$T_{1,trasv}$ (s)	0,117			$T_{1,vert}$ (s)	0,042						
$T_{1f,long}$ (s)	0,375	Periodo di vibrazione fessurata (da calcolo FEM)		$T_{1f,trasv}$ (s)	0,166			$T_{1f,vert}$ (s)	0,060						
$T_B$ (s)	0,181			$q$ (-)	1,50			$a_g$ (g)	0,116	PGA verticale					
$T_C$ (s)	0,547							S	1,000						
$a_g$ (g)	0,195	PGA orizzontale						$F_v$	1,509						
S	1,404							$q$ (-)	1,00						
$F_0$	2,532														
$q$ (-)	1,50														
NOME: ELEVAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA											
	$F_{x0}$ (kN)	$F_{y0}$ (kN)	$F_{z0}$ (kN)	$x_0$ (m)	$y_0$ (m)	$z_0$ (m)	$M_{x0}$ (kNm)	$M_{y0}$ (kNm)	$M_{z0}$ (kNm)	$F_{xG}$ (m)	$F_{yG}$ (m)	$F_{zG}$ (m)	$M_{xG}$ (kNm)	$M_{yG}$ (kNm)	$M_{zG}$ (kNm)
Sisma	0	8685	0	0,00	0,00	0,00	105108	0	0						
masse	0	8685	0				105108	0	0	0	8685	0	105108	0	0
efficaci	8401	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-101338	0						
	8401	0	0				0	-101338	0	8401	0	0	0	-101338	0
SV	0	0	5664	0,00	0,00	0,00	0	0	0						
	0	0	5664				0	0	0	0	0	5664	0	0	0

Tabella 36 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>122</b>

NOME: ELEVAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE															
H1 fusto (m)	11,00	Area trasv 2 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	B pulvino (m)	3,50	H piano appoggi (m)	0,60	X <sub>G</sub> elevazione	0,00										
H2 fusto (m)	0,00	H pulvino (m)	1,50	H ritegno (m)	0,84	S piano appoggi (m)	8,80	Y <sub>G</sub> elevazione	0,00										
Area trasv 1 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	S pulvino (m)	11,40	S ritegno (m)	1,30	Z <sub>G</sub> elevazione	0,00												
NOME: ELEVAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA															
				F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
Peso proprio	P2	0	0	3842	0,00	0,00	-5,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-11,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	1496	0,00	0,00	-11,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5	0	0	96	5,05	0,00	-12,92	0	-483	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P6	0	0	96	-5,05	0,00	-12,92	0	483	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P7	0	0	231	0,00	1,75	-12,80	404	0	0	0	0	0	0	0	5760	404	0	0
		0	0	5760						404	0	0	0	0	0	5760	404	0	0
NOME: ELEVAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO															
				F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
ENV SLU	Nvert Max	827	515	27872	0,00	0,00	-12,50	12712	-3845	-415	827	515	27872	19144	-14187	-415			
	Nvert Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-12,50	3007	3313	289	-965	258	13627	6232	15381	289			
	Vtrasv Max	1164	515	21561	0,00	0,00	-12,50	10801	-4590	-785	1164	515	21561	17233	-19134	-785			
	Vtrasv Min	-965	348	19313	0,00	0,00	-12,50	4286	3313	289	-965	348	19313	8639	15381	289			
	Mtrasv Max	-965	258	13627	0,00	0,00	-12,50	3007	3313	289	-965	258	13627	6232	15381	289			
	Mtrasv Min	967	1716	26796	0,00	0,00	-12,50	8008	-16144	1890	967	1716	26796	29452	-28233	1890			
	Vlong Max	773	2948	21105	0,00	0,00	-12,50	8650	-15270	4376	773	2948	21105	45501	-24935	4376			
	Vlong Min	-579	258	13946	0,00	0,00	-12,50	3087	1988	174	-579	258	13946	6311	9228	174			
	Mlong Max	827	515	27872	0,00	0,00	-12,50	12712	-3845	-415	827	515	27872	19144	-14187	-415			
	Mlong Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-12,50	3007	3313	289	-965	258	13627	6232	15381	289			
	Mtorc Max	773	2948	21105	0,00	0,00	-12,50	8650	-15270	4376	773	2948	21105	45501	-24935	4376			
	Mtorc Min	1164	515	21561	0,00	0,00	-12,50	10801	-4590	-785	1164	515	21561	17233	-19134	-785			
				F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
ENV SLE RA	Nvert Max	274	373	19447	0,00	0,00	-12,50	8798	-1732	-279	274	373	19447	13456	-5155	-279			
	Nvert Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6298	10254	193			
	Vtrasv Max	789	373	19395	0,00	0,00	-12,50	8469	-3133	-537	789	373	19395	13127	-12997	-537			
	Vtrasv Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6298	10254	193			
	Mtrasv Max	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6298	10254	193			
	Mtrasv Min	267	1733	18703	0,00	0,00	-12,50	6315	-9759	2738	267	1733	18703	27974	-13102	2738			
	Vlong Max	214	2073	18702	0,00	0,00	-12,50	6830	-9518	3424	214	2073	18702	32739	-12193	3424			
	Vlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6298	10254	193			
	Mlong Max	274	373	19447	0,00	0,00	-12,50	8798	-1732	-279	274	373	19447	13456	-5155	-279			
	Mlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6298	10254	193			
	Mtorc Max	214	2073	18702	0,00	0,00	-12,50	6830	-9518	3424	214	2073	18702	32739	-12193	3424			
	Mtorc Min	789	373	19395	0,00	0,00	-12,50	8469	-3133	-537	789	373	19395	13127	-12997	-537			
				F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
ENV SLE QP	Nvert Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,50	3205	0	0	0	258	14425	6430	0	0			
	Nvert Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0			
	Vtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,50	3205	0	0	0	258	14425	6430	0	0			
	Vtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0			
	Mtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,50	3205	0	0	0	258	14425	6430	0	0			
	Mtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0			
	Vlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,50	3205	0	0	0	258	14425	6430	0	0			
	Vlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0			
	Mlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,50	3205	0	0	0	258	14425	6430	0	0			
	Mlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0			
	Mtorc Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,50	3205	0	0	0	258	14425	6430	0	0			
	Mtorc Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0			

Tabella 37 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	123

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	5760	404	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	827	515	27872	19144	-14187	-415
	Nvert Min	-965	258	13627	6232	15381	289
	Vtrasv Max	1164	515	21561	17233	-19134	-785
	Vtrasv Min	-965	348	19313	8639	15381	289
	Mtrasv Max	-965	258	13627	6232	15381	289
	Mtrasv Min	967	1716	26796	29452	-28233	1890
	Vlong Max	773	2948	21105	45501	-24935	4376
	Vlong Min	-579	258	13946	6311	9228	174
	Mlong Max	827	515	27872	19144	-14187	-415
	Mlong Min	-965	258	13627	6232	15381	289
	Mtorc Max	773	2948	21105	45501	-24935	4376
	Mtorc Min	1164	515	21561	17233	-19134	-785
SLE RA Impalcato	Nvert Max	274	373	19447	13456	-5155	-279
	Nvert Min	-644	258	13893	6298	10254	193
	Vtrasv Max	789	373	19395	13127	-12997	-537
	Vtrasv Min	-644	258	13893	6298	10254	193
	Mtrasv Max	-644	258	13893	6298	10254	193
	Mtrasv Min	267	1733	18703	27974	-13102	2738
	Vlong Max	214	2073	18702	32739	-12193	3424
	Vlong Min	-644	258	13893	6298	10254	193
	Mlong Max	274	373	19447	13456	-5155	-279
	Mlong Min	-644	258	13893	6298	10254	193
	Mtorc Max	214	2073	18702	32739	-12193	3424
	Mtorc Min	789	373	19395	13127	-12997	-537
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	258	14425	6430	0	0
	Nvert Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	6430	0	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	6430	0	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vlong Max	0	258	14425	6430	0	0
	Vlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mlong Max	0	258	14425	6430	0	0
	Mlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtorc Max	0	258	14425	6430	0	0
	Mtorc Min	0	0	14425	3050	0	0



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	125

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU9	35648	827	-14187	515	19690	-415
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	19387	-965	15381	258	6636	289
V <sub>trasv</sub> Max	SLU3	29337	1164	-19134	515	17779	-785
V <sub>trasv</sub> Min	SLU17	19387	-965	15381	258	6636	289
M <sub>trasv</sub> Max	SLU2	21403	-965	15381	258	6778	289
M <sub>trasv</sub> Min	SLU18	32556	967	-28233	1716	29856	1890
V <sub>long</sub> Max	SLU7	28881	773	-24935	2948	46046	4376
V <sub>long</sub> Min	SLU22	19387	-965	15381	258	6636	289
M <sub>long</sub> Max	SLU7	28881	773	-24935	2948	46046	4376
M <sub>long</sub> Min	SLU14	19387	-965	15381	258	6636	289
M <sub>torc</sub> Max	SLU7	28881	773	-24935	2948	46046	4376
M <sub>torc</sub> Min	SLU24	27321	1164	-19134	515	17637	-785
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	25849	2520	-30401	2864	38367	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	14522	2520	-30401	2864	38367	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	21884	8401	-101338	2864	38367	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	14522	2520	-30401	2864	38367	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	21884	2520	-30401	8943	111943	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV3	21884	8401	-101338	2864	38367	0
V <sub>long</sub> Max	SLV1	21884	2520	-30401	8943	111943	0
V <sub>long</sub> Min	SLV5	25849	2520	-30401	2864	38367	0
M <sub>long</sub> Max	SLV1	21884	2520	-30401	8943	111943	0
M <sub>long</sub> Min	SLV5	25849	2520	-30401	2864	38367	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	25849	2520	-30401	2864	38367	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	14522	2520	-30401	2864	38367	0

Tabella 40 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	126

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	25207	274	-5155	373	13860	-279
N <sub>vert</sub> Min	RA10	19653	-644	10254	258	6702	193
V <sub>trasv</sub> Max	RA12	25155	789	-12997	373	13531	-537
V <sub>trasv</sub> Min	RA2	19653	-644	10254	258	6702	193
M <sub>trasv</sub> Max	RA2	19653	-644	10254	258	6702	193
M <sub>trasv</sub> Min	RA6	24463	267	-13102	1733	28378	2738
V <sub>long</sub> Max	RA7	24462	214	-12193	2073	33143	3424
V <sub>long</sub> Min	RA2	19653	-644	10254	258	6702	193
M <sub>long</sub> Max	RA7	24462	214	-12193	2073	33143	3424
M <sub>long</sub> Min	RA2	19653	-644	10254	258	6702	193
M <sub>torc</sub> Max	RA7	24462	214	-12193	2073	33143	3424
M <sub>torc</sub> Min	RA12	25155	789	-12997	373	13531	-537
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP1	20185	0	0	258	6834	0
N <sub>vert</sub> Min	QP12	20185	0	0	0	3455	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP1	20185	0	0	258	6834	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP12	20185	0	0	0	3455	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP1	20185	0	0	258	6834	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP12	20185	0	0	0	3455	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	20185	0	0	258	6834	0
V <sub>long</sub> Min	QP12	20185	0	0	0	3455	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	20185	0	0	258	6834	0
M <sub>long</sub> Min	QP12	20185	0	0	0	3455	0
M <sub>torc</sub> Max	QP1	20185	0	0	258	6834	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	20185	0	0	0	3455	0

Tabella 41 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	127

### 10.6 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

In analogia con quanto svolto per le elevazioni, sempre mediante foglio di calcolo si sono valutate le azioni risultanti rispetto al punto G posto al centro palificata a quota testa pali.

Il calcolo è stato suddiviso per le azioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, queste ultime adottando uno spettro di progetto elastico con  $q=1.00$  per tutte le direzioni, e sismiche SLV GR, adottando uno spettro di progetto con  $q>1.00$ , secondo le valutazioni sulle sezioni strutturali come descritto nell'analisi dei carichi per le azioni sismiche e nell'analisi delle elevazioni.

Le SLV EL, rappresentando il limite superiore delle azioni sismiche che le soprastrutture possono trasmettere alle fondazioni secondo le norme tecniche, sono valutate nell'ipotesi di spettri elastici  $q=1.00$ .

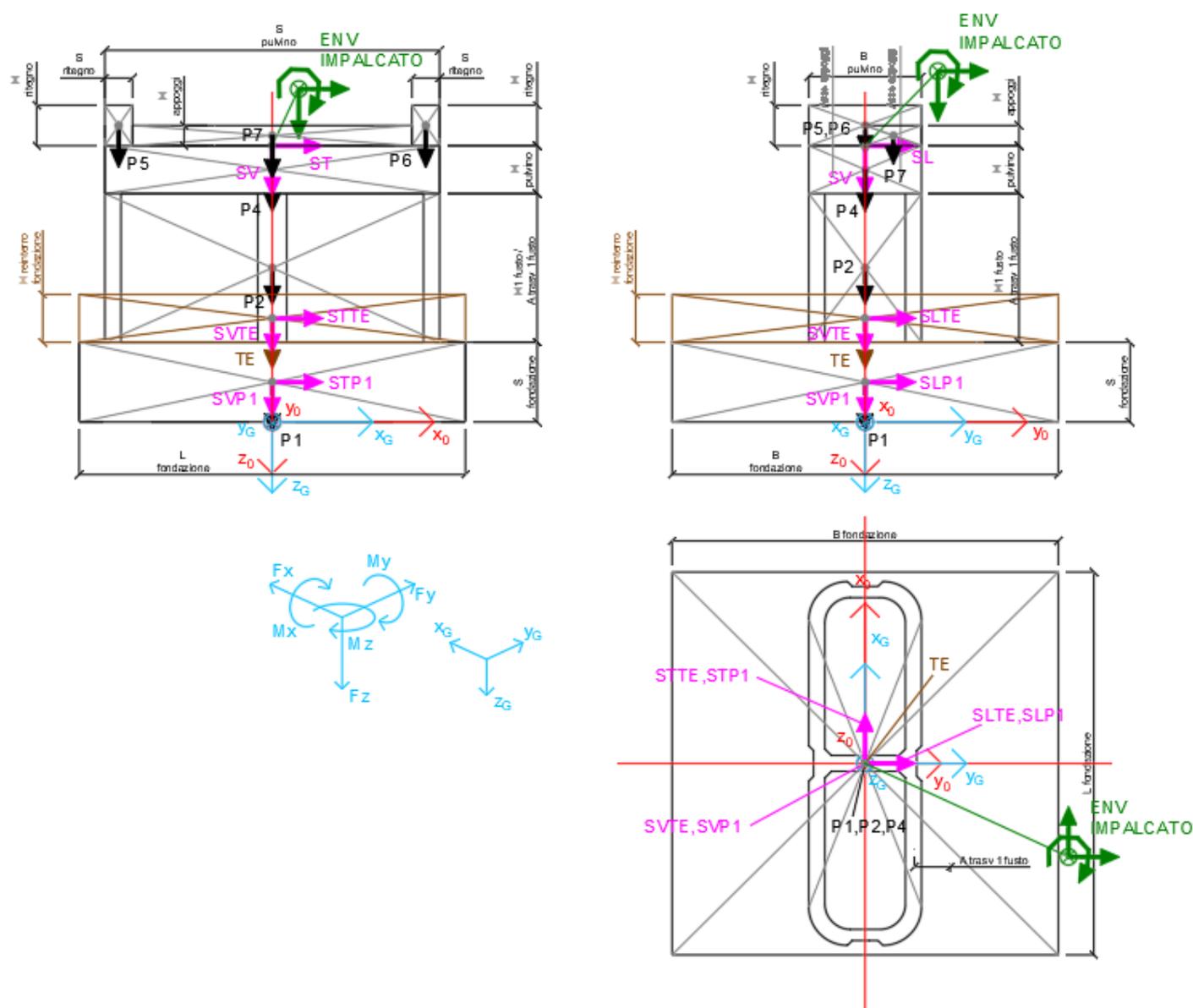


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	128

### 10.6.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV EL)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti, considerando gli involucri totali delle azioni derivanti dal calcolo delle elevazioni.

Il calcolo dei periodi fondamentali di vibrazione, in condizione fessurata e non fessurata come descritto all'inizio del capitolo, sono riportati nel seguito.

NOME: FONDAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO (ANALISI DINAMICA LINEARE)												
CARATTERISTICHE PILA																
H <sub>pila</sub> (m)	12,50	Altezza pila														
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em)														
E <sub>f</sub> (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)														
DIREZIONE LONGITUDINALE				DIREZIONE TRASVERSALE				DIREZIONE VERTICALE								
(campata fissa: peso impalcato + Traffico 2)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				(campata fissa + mobile: peso imp. + Traffico 4)								
W <sub>imp,long</sub> (kN)	14425	Peso impalcato		W <sub>imp,trasv</sub> (kN)	14425			W <sub>imp,vert</sub> (kN)	14425							
W <sub>treno,long</sub> (kN)	4834	Traffico 2		W <sub>treno,trasv</sub> (kN)	4283	Traffico 4		W <sub>vert</sub> (kg)	4283	Traffico 4						
W <sub>eff,long</sub> (kN)	15392	Peso eff. impalcato + 20% Traffico		W <sub>eff,trasv</sub> (kN)	15282			W <sub>eff,vert</sub> (kN)	15282							
m <sub>long</sub> (kg)	1568992	Massa efficace portata		m <sub>trasv</sub> (kg)	1557757			m <sub>vert</sub> (kg)	1557757							
T <sub>1,long</sub> (s)	0,265	Periodo di vibrazione (da calcolo FEM)		T <sub>1,trasv</sub> (s)	0,117			T <sub>1,vert</sub> (s)	0,042							
T <sub>1f,long</sub> (s)	0,375	Periodo di vibrazione fessurata (da calcolo FEM)		T <sub>1f,trasv</sub> (s)	0,166			T <sub>1f,vert</sub> (s)	0,060							
T <sub>B</sub> (s)	0,181			q (-)	1,00			a <sub>g</sub> (g)	0,116	PGA verticale						
T <sub>C</sub> (s)	0,547							S	1,000							
a <sub>g</sub> (g)	0,195	PGA orizzontale						F <sub>v</sub>	1,509							
S	1,404							q (-)	1,00							
F <sub>0</sub>	2,532															
q (-)	1,00															
NOME: FONDAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA												
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
Sisma masse efficaci	SL	0	13022	0	0,00	0,00	-2,50	190203	0	0	0	0	13022	0	190203	0
	ST	12381	0	0	0,00	0,00	-2,50	0	-180342	0	12381	0	0	0	-180342	0
	SV	0	0	5664	0,00	0,00	-2,50	0	0	0	0	0	5664	0	0	0
Sisma long	SLP1	0	6239	0	0,00	0,00	-1,25	7799	0	0	0	0	9234	0	17531	0
	SLTE	0	2995	0	0,00	0,00	-3,25	9733	0	0	0	0	9234	0	17531	0
Sisma trasv	STP1	5270	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-6587	0	7799	0	0	0	-14808	0
	STTE	2530	0	0	0,00	0,00	-3,25	0	-8221	0	7799	0	0	0	-14808	0
Sisma vert	SVP1	0	0	1575	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	2332	0	0	0
	SVTE	0	0	756	0,00	0,00	-3,25	0	0	0	0	0	2332	0	0	0

Tabella 42 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	129

NOME: FONDAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE																																	
S fondazione (m)	2,50	H2 fusto (m)	0,00	S pulvino (m)	11,40	H piano appoggi (m)	0,60	X <sub>G</sub> fondazione	0,00	L fondazione (m)	12,00	Area trasv 1 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	B pulvino (m)	3,50	B piano appoggi (m)	8,80	Y <sub>G</sub> fondazione	0,00	B fondazione (m)	12,00	Area trasv 2 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	H ritegno (m)	0,84	Peso terreno (kN/m <sup>3</sup> )	20,00	Z <sub>G</sub> fondazione	0,00	H1 fusto (m)	11,00	H pulvino (m)	1,50	S ritegno (m)	1,30	H reinterro fondazione (m)	1,50
NOME: FONDAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA																																	
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)																						
Peso proprio	P1	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0																											
	P2	0	0	3842	0,00	0,00	-8,00	0	0	0																											
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-13,50	0	0	0																											
	P4	0	0	1496	0,00	0,00	-14,25	0	0	0																											
	P5	0	0	96	5,05	0,00	-15,42	0	-483	0																											
	P6	0	0	96	-5,05	0,00	-15,42	0	483	0																											
	P7	0	0	231	0,00	1,75	-15,30	404	0	0																											
		0	0	14760				404	0	0	0	0	14760	404	0																						
Peso terreno	TE	0	0	4320	0,00	0,00	-3,25	0	0	0																											
		0	0	4320				0	0	0	0	0	4320	0	0																						
NOME: FONDAZIONE PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO																																	
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)																						
ENV SLU	Nvert Max	827	515	27872	0,00	0,00	-15,00	12712	-3845	-415	827	515	27872	20430	-16255	-415																					
	Nvert Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-15,00	3007	3313	289	-965	258	13627	6877	17794	289																					
	Vtrasv Max	1164	515	21561	0,00	0,00	-15,00	10801	-4590	-785	1164	515	21561	18519	-22043	-785																					
	Vtrasv Min	-965	348	19313	0,00	0,00	-15,00	4286	3313	289	-965	348	19313	9510	17794	289																					
	Mtrasv Max	-965	258	13627	0,00	0,00	-15,00	3007	3313	289	-965	258	13627	6877	17794	289																					
	Mtrasv Min	967	1716	26796	0,00	0,00	-15,00	8008	-16144	1890	967	1716	26796	33741	-30651	1890																					
	Vlong Max	773	2948	21105	0,00	0,00	-15,00	8650	-15270	4376	773	2948	21105	52871	-26868	4376																					
	Vlong Min	-579	258	13946	0,00	0,00	-15,00	3087	1988	174	-579	258	13946	6956	10677	174																					
	Mlong Max	827	515	27872	0,00	0,00	-15,00	12712	-3845	-415	827	515	27872	20430	-16255	-415																					
	Mlong Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-15,00	3007	3313	289	-965	258	13627	6877	17794	289																					
	Mtorc Max	773	2948	21105	0,00	0,00	-15,00	8650	-15270	4376	773	2948	21105	52871	-26868	4376																					
	Mtorc Min	1164	515	21561	0,00	0,00	-15,00	10801	-4590	-785	1164	515	21561	18519	-22043	-785																					
ENV SLE RA	Nvert Max	274	373	19447	0,00	0,00	-15,00	8798	-1732	-279	274	373	19447	14388	-5839	-279																					
	Nvert Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-15,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6943	11863	193																					
	Vtrasv Max	789	373	19395	0,00	0,00	-15,00	8469	-3133	-537	789	373	19395	14059	-14970	-537																					
	Vtrasv Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-15,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6943	11863	193																					
	Mtrasv Max	-644	258	13893	0,00	0,00	-15,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6943	11863	193																					
	Mtrasv Min	267	1733	18703	0,00	0,00	-15,00	6315	-9759	2738	267	1733	18703	32306	-13771	2738																					
	Vlong Max	214	2073	18702	0,00	0,00	-15,00	6830	-9518	3424	214	2073	18702	37920	-12727	3424																					
	Vlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-15,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6943	11863	193																					
	Mlong Max	274	373	19447	0,00	0,00	-15,00	8798	-1732	-279	274	373	19447	14388	-5839	-279																					
	Mlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-15,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6943	11863	193																					
	Mtorc Max	214	2073	18702	0,00	0,00	-15,00	6830	-9518	3424	214	2073	18702	37920	-12727	3424																					
	Mtorc Min	789	373	19395	0,00	0,00	-15,00	8469	-3133	-537	789	373	19395	14059	-14970	-537																					
ENV SLE QP	Nvert Max	0	258	14425	0,00	0,00	-15,00	3205	0	0	0	258	14425	7075	0	0																					
	Nvert Min	0	0	14425	0,00	0,00	-15,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0																					
	Vtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-15,00	3205	0	0	0	258	14425	7075	0	0																					
	Vtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-15,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0																					
	Mtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-15,00	3205	0	0	0	258	14425	7075	0	0																					
	Mtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-15,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0																					
	Vlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-15,00	3205	0	0	0	258	14425	7075	0	0																					
	Vlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-15,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0																					
	Mlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-15,00	3205	0	0	0	258	14425	7075	0	0																					
	Mlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-15,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0																					
	Mtorc Max	0	258	14425	0,00	0,00	-15,00	3205	0	0	0	258	14425	7075	0	0																					
	Mtorc Min	0	0	14425	0,00	0,00	-15,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0																					

Tabella 43 – Riepilogo azioni elementari statiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	130

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	14760	404	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	4320	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	827	515	27872	20430	-16255	-415
	Nvert Min	-965	258	13627	6877	17794	289
	Vtrasv Max	1164	515	21561	18519	-22043	-785
	Vtrasv Min	-965	348	19313	9510	17794	289
	Mtrasv Max	-965	258	13627	6877	17794	289
	Mtrasv Min	967	1716	26796	33741	-30651	1890
	Vlong Max	773	2948	21105	52871	-26868	4376
	Vlong Min	-579	258	13946	6956	10677	174
	Mlong Max	827	515	27872	20430	-16255	-415
	Mlong Min	-965	258	13627	6877	17794	289
	Mtorc Max	773	2948	21105	52871	-26868	4376
	Mtorc Min	1164	515	21561	18519	-22043	-785
SLE RA Impalcato	Nvert Max	274	373	19447	14388	-5839	-279
	Nvert Min	-644	258	13893	6943	11863	193
	Vtrasv Max	789	373	19395	14059	-14970	-537
	Vtrasv Min	-644	258	13893	6943	11863	193
	Mtrasv Max	-644	258	13893	6943	11863	193
	Mtrasv Min	267	1733	18703	32306	-13771	2738
	Vlong Max	214	2073	18702	37920	-12727	3424
	Vlong Min	-644	258	13893	6943	11863	193
	Mlong Max	274	373	19447	14388	-5839	-279
	Mlong Min	-644	258	13893	6943	11863	193
	Mtorc Max	214	2073	18702	37920	-12727	3424
	Mtorc Min	789	373	19395	14059	-14970	-537
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	258	14425	7075	0	0
	Nvert Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	7075	0	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	7075	0	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vlong Max	0	258	14425	7075	0	0
	Vlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mlong Max	0	258	14425	7075	0	0
	Mlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtorc Max	0	258	14425	7075	0	0
	Mtorc Min	0	0	14425	3050	0	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	131

E Sisma	Sisma long	0	22255	0	207735	0	0
	Sisma trasv	20180	0	0	0	-195150	0
	Sisma vert	0	0	7995	0	0	0

*Tabella 44 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)*



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	133

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU9	54278	827	-16255	515	20976	-415
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	32707	-965	17794	258	7281	289
V <sub>trasv</sub> Max	SLU3	47967	1164	-22043	515	19065	-785
V <sub>trasv</sub> Min	SLU17	32707	-965	17794	258	7281	289
M <sub>trasv</sub> Max	SLU2	40033	-965	17794	258	7423	289
M <sub>trasv</sub> Min	SLU18	45876	967	-30651	1716	34145	1890
V <sub>long</sub> Max	SLU7	47511	773	-26868	2948	53417	4376
V <sub>long</sub> Min	SLU22	32707	-965	17794	258	7281	289
M <sub>long</sub> Max	SLU7	47511	773	-26868	2948	53417	4376
M <sub>long</sub> Min	SLU14	32707	-965	17794	258	7281	289
M <sub>torc</sub> Max	SLU7	47511	773	-26868	2948	53417	4376
M <sub>torc</sub> Min	SLU24	40641	1164	-22043	515	18924	-785
INVILUPPO: SLV EL		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	41500	6054	-58545	6935	69799	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	25510	6054	-58545	6935	69799	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	35904	20180	-195150	6935	69799	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	25510	6054	-58545	6935	69799	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	35904	6054	-58545	22513	215214	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV3	35904	20180	-195150	6935	69799	0
V <sub>long</sub> Max	SLV1	35904	6054	-58545	22513	215214	0
V <sub>long</sub> Min	SLV5	41500	6054	-58545	6935	69799	0
M <sub>long</sub> Max	SLV1	35904	6054	-58545	22513	215214	0
M <sub>long</sub> Min	SLV5	41500	6054	-58545	6935	69799	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	41500	6054	-58545	6935	69799	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	25510	6054	-58545	6935	69799	0

Tabella 46 – ENV SLU, SLV EL - Azioni totali inviluppo

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	134

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	38527	274	-5839	373	14792	-279
N <sub>vert</sub> Min	RA10	32973	-644	11863	258	7347	193
V <sub>trasv</sub> Max	RA12	38475	789	-14970	373	14463	-537
V <sub>trasv</sub> Min	RA2	32973	-644	11863	258	7347	193
M <sub>trasv</sub> Max	RA2	32973	-644	11863	258	7347	193
M <sub>trasv</sub> Min	RA12	38475	789	-14970	373	14463	-537
V <sub>long</sub> Max	RA7	37782	214	-12727	2073	38325	3424
V <sub>long</sub> Min	RA2	32973	-644	11863	258	7347	193
M <sub>long</sub> Max	RA7	37782	214	-12727	2073	38325	3424
M <sub>long</sub> Min	RA2	32973	-644	11863	258	7347	193
M <sub>torc</sub> Max	RA7	37782	214	-12727	2073	38325	3424
M <sub>torc</sub> Min	RA12	38475	789	-14970	373	14463	-537
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP1	33505	0	0	258	7479	0
N <sub>vert</sub> Min	QP12	33505	0	0	0	3455	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP1	33505	0	0	258	7479	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP12	33505	0	0	0	3455	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP1	33505	0	0	258	7479	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP12	33505	0	0	0	3455	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	33505	0	0	258	7479	0
V <sub>long</sub> Min	QP12	33505	0	0	0	3455	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	33505	0	0	258	7479	0
M <sub>long</sub> Min	QP12	33505	0	0	0	3455	0
M <sub>torc</sub> Max	QP1	33505	0	0	258	7479	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	33505	0	0	0	3455	0

Tabella 47 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	135

### 10.6.2 Analisi sismica (SLV GR)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni sismiche SLV GR, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti. Le azioni risultanti sismiche SLV GR della sovrastruttura sono quelle ricavate dall'analisi sismica SLV delle elevazioni opportunamente amplificate per i coefficienti  $\gamma_{Rd}$ , secondo il Metodo della Gerarchia delle Resistenze descritto nei capitoli precedenti.

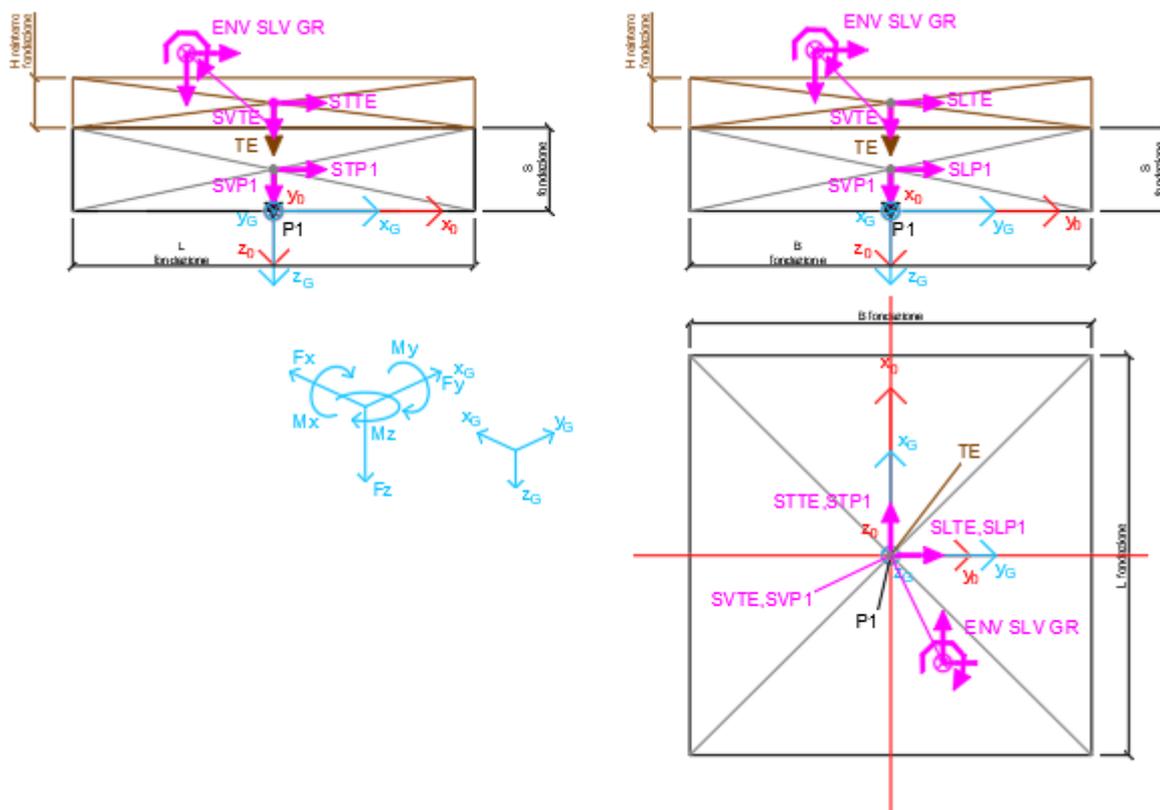


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>136</b>

NOME: FONDAZ. SISMA PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE												
S fondazione (m)	2,50	$V_{Rd}$ longitudinale	1,10	Peso terreno ( $kN/m^3$ )				20,00	$X_G$ fondazione				0,00			
L fondazione (m)	12,00	$V_{Rd}$ trasversale	1,10	H reinterro fondazione (m)				1,50	$Y_G$ fondazione				0,00			
B fondazione (m)	12,00								$Z_G$ fondazione				0,00			
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA												
	$F_{x0}$ (kN)	$F_{y0}$ (kN)	$F_{z0}$ (kN)	$x_0$ (m)	$y_0$ (m)	$z_0$ (m)	$M_{x0}$ (kNm)	$M_{y0}$ (kNm)	$M_{z0}$ (kNm)	$F_{xG}$ (m)	$F_{yG}$ (m)	$F_{zG}$ (m)	$M_{xG}$ (kNm)	$M_{yG}$ (kNm)	$M_{zG}$ (kNm)	
Peso proprio	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	9000	0	0	0	
Peso terreno	0	0	4320	0,00	0,00	-3,25	0	0	0	0	0	4320	0	0	0	
	0	0	4320				0	0	0	0	0	4320	0	0	0	
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE DA ELEVAZIONE (GR)												
	$F_{x0}$ (kN)	$F_{y0}$ (kN)	$F_{z0}$ (kN)	$x_0$ (m)	$y_0$ (m)	$z_0$ (m)	$M_{x0}$ (kNm)	$M_{y0}$ (kNm)	$M_{z0}$ (kNm)	$F_{xG}$ (m)	$F_{yG}$ (m)	$F_{zG}$ (m)	$M_{xG}$ (kNm)	$M_{yG}$ (kNm)	$M_{zG}$ (kNm)	
ENV	Nvert Max	2772	3150	25849	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	25849	50078	-40373	0
SLV	Nvert Min	2772	3150	14522	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	14522	50078	-40373	0
	Vtrasv Max	9241	3150	21884	0,00	0,00	-2,50	42203	-111472	0	9241	3150	21884	50078	-134575	0
	Vtrasv Min	2772	3150	14522	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	14522	50078	-40373	0
	Mtrasv Max	2772	9838	21884	0,00	0,00	-2,50	123137	-33442	0	2772	9838	21884	147731	-40373	0
	Mtrasv Min	9241	3150	21884	0,00	0,00	-2,50	42203	-111472	0	9241	3150	21884	50078	-134575	0
	Vlong Max	2772	9838	21884	0,00	0,00	-2,50	123137	-33442	0	2772	9838	21884	147731	-40373	0
	Vlong Min	2772	3150	25849	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Mlong Max	2772	9838	21884	0,00	0,00	-2,50	123137	-33442	0	2772	9838	21884	147731	-40373	0
	Mlong Min	2772	3150	25849	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Mtorc Max	2772	3150	25849	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Mtorc Min	2772	3150	14522	0,00	0,00	-2,50	42203	-33442	0	2772	3150	14522	50078	-40373	0
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO												
SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO																
$a_g$ (g) 0,195 PGA orizzontale				$a_g$ (g) 0,116 PGA verticale				S 1,404				S 1,000				
Longitudinale $S_{d,long}$ (g) 0,2738				Trasversale $S_{d,trasv}$ (g) 0,2738				Verticale $S_{d,vert}$ (g) 0,1160								
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P7 CAP-ACC H=12.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA												
Sisma long	SLP1	0	2464	0	0,00	0,00	-1,25	3080	0	0						
	SLTE	0	1183	0	0,00	0,00	-3,25	3844	0	0						
		0	3647	0				6924	0	0	0	3647	0	6924	0	
Sisma trasv	STP1	2464	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-3080	0						
	STTE	1183	0	0	0,00	0,00	-3,25	0	-3844	0						
		3647	0	0				0	-6924	0	3647	0	0	0	-6924	
Sisma vert	SVP1	0	0	1044	0,00	0,00	-1,25	0	0	0						
	SVTE	0	0	501	0,00	0,00	-3,25	0	0	0						
		0	0	1545				0	0	0	0	0	1545	0	0	

Tabella 48 – Riepilogo azioni elementari statiche e sismiche

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	137

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	9000	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	4320	0	0	0
E Sisma	Sisma long	0	3647	0	6924	0	0
	Sisma trasv	3647	0	0	0	-6924	0
	Sisma vert	0	0	1545	0	0	0
SLV Impalcato	Nvert Max	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Nvert Min	2772	3150	14522	50078	-40373	0
	Vtrasv Max	9241	3150	21884	50078	-134575	0
	Vtrasv Min	2772	3150	14522	50078	-40373	0
	Mtrasv Max	2772	9838	21884	147731	-40373	0
	Mtrasv Min	9241	3150	21884	50078	-134575	0
	Vlong Max	2772	9838	21884	147731	-40373	0
	Vlong Min	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Mlong Max	2772	9838	21884	147731	-40373	0
	Mlong Min	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Mtorc Max	2772	3150	25849	50078	-40373	0
	Mtorc Min	2772	3150	14522	50078	-40373	0

*Tabella 49 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)*

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>138</b>

NomeInv.	TipoComb.	NumComb.	Comb.	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2 Perm. Non Str.-G2 (terreno)	E-Sisma long	E-Sisma trasv	E-Sisma vert	SLV-Nvert Max	SLV-Nvert Min	SLV-Vtrasv Max	SLV-Vtrasv Min	SLV-Mtrasv Max	SLV-Mtrasv Min	SLV-Vlong Max	SLV-Vlong Min	SLV-Mlong Max	SLV-Mlong Min	SLV-Mtorc Max	SLV-Mtorc Min
SLV GR 1	1	1	SLV1	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	2	2	SLV2	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	3	3	SLV3	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	4	4	SLV4	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	5	5	SLV5	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	6	6	SLV6	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	7	7	SLV7	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	8	8	SLV8	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	9	9	SLV9	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	10	10	SLV10	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	11	11	SLV11	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	12	12	SLV12	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	13	13	SLV13	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	14	14	SLV14	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	15	15	SLV15	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	16	16	SLV16	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	17	17	SLV17	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	18	18	SLV18	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	19	19	SLV19	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	20	20	SLV20	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	21	21	SLV21	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	22	22	SLV22	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	23	23	SLV23	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	24	24	SLV24	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	25	25	SLV25	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	26	26	SLV26	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	27	27	SLV27	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	28	28	SLV28	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	29	29	SLV29	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	30	30	SLV30	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	31	31	SLV31	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	32	32	SLV32	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	33	33	SLV33	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	34	34	SLV34	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	35	35	SLV35	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	36	36	SLV36	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	37	37	SLV37	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	38	38	SLV38	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	39	39	SLV39	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	40	40	SLV40	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	41	41	SLV41	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	42	42	SLV42	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	43	43	SLV43	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	44	44	SLV44	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	45	45	SLV45	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	46	46	SLV46	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	47	47	SLV47	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	48	48	SLV48	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	49	49	SLV49	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	50	50	SLV50	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	51	51	SLV51	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	52	52	SLV52	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	53	53	SLV53	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	54	54	SLV54	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	55	55	SLV55	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	56	56	SLV56	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	57	57	SLV57	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	58	58	SLV58	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	59	59	SLV59	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	60	60	SLV60	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	61	61	SLV61	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0											

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	139

INVILUPPO: SLV GR		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	40714	3866	-42450	4244	52155	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV72	26296	3866	-42450	4244	52155	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV15	35668	12888	-141499	4244	52155	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV72	26296	3866	-42450	4244	52155	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV25	35668	3866	-42450	13484	154655	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV15	35668	12888	-141499	4244	52155	0
V <sub>long</sub> Max	SLV25	35668	3866	-42450	13484	154655	0
V <sub>long</sub> Min	SLV71	29387	3866	-42450	4244	52155	0
M <sub>long</sub> Max	SLV25	35668	3866	-42450	13484	154655	0
M <sub>long</sub> Min	SLV71	29387	3866	-42450	4244	52155	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV71	29387	3866	-42450	4244	52155	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV72	26296	3866	-42450	4244	52155	0

*Tabella 51 – ENV SLV GR - Azioni totali inviluppo*

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	140

## 10.7 VERIFICHE ELEVAZIONE

### 10.7.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

Nelle seguenti tabelle sono riportate le sollecitazioni a quota spiccato pila (estradosso plinto) per le combinazioni di carico allo SLU e la relativa verifica di resistenza a pressoflessione.

Il fusto è armato con un quantitativo di armatura longitudinale  $\Phi 28/15$  distribuito lungo il perimetro disposte sia lungo il lato interno-interno che interno-esterno, come rappresentato nella figura seguente per un totale di 380 ferri. La verifica risulta soddisfatta e porge i seguenti risultati. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

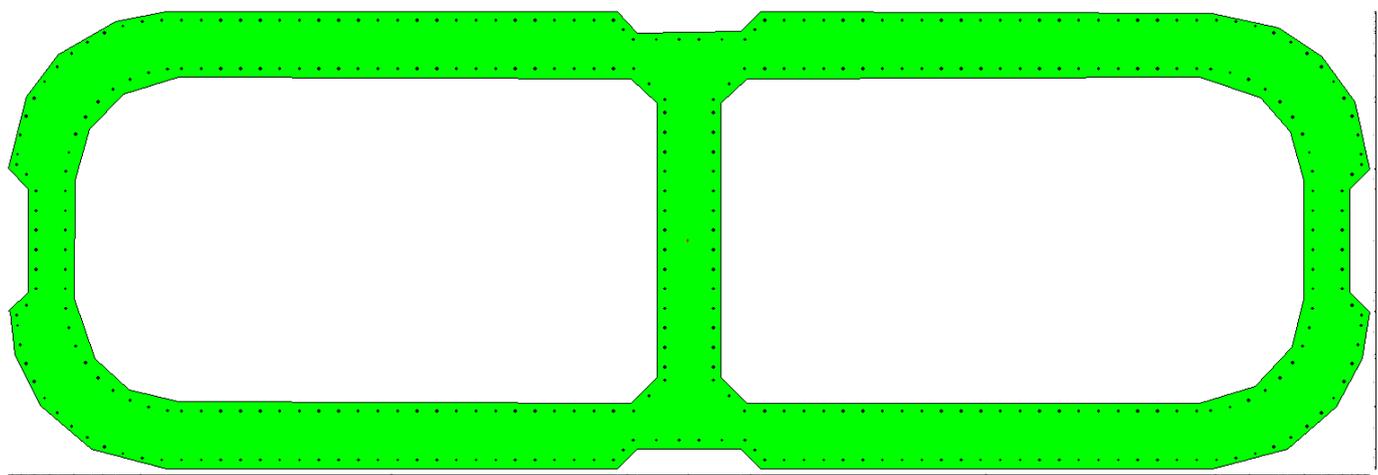


Figura 39 – Sezione trasversale base pila e relativa armatura

## Dati

Nome sezione: PILA 7 H=12.5m

Tipo sezione: Sezione generica  
 Dimensione massima direzione X: 1139,0 [cm]  
 Dimensione massima direzione Y: 350,0 [cm]

### Coordinate dei vertici :

Nr. poligono	Nr. vertici	X[cm]	Y[cm]
1	1	0,00	-160,00
1	2	39,00	-160,00
1	3	54,00	-175,00
1	4	449,00	-175,00
1	5	498,00	-164,00
1	6	540,00	-134,00
1	7	561,00	-98,00
1	8	569,00	-55,00
1	9	554,00	-40,00
1	10	554,00	39,00
1	11	569,00	55,00

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	141

1	12	559,00	104,00
1	13	535,00	139,00
1	14	504,00	161,00
1	15	449,00	174,00
1	16	54,00	174,00
1	17	39,00	159,00
1	18	0,00	160,00
1	19	-40,00	159,00
1	20	-55,00	175,00
1	21	-450,00	175,00
1	22	-504,00	161,00
1	23	-535,00	139,00
1	24	-559,00	104,00
1	25	-570,00	55,00
1	26	-555,00	39,00
1	27	-555,00	-40,00
1	28	-570,00	-54,00
1	29	-561,00	-98,00
1	30	-540,00	-134,00
1	31	-498,00	-164,00
1	32	-450,00	-175,00
1	33	-55,00	-175,00
1	34	-40,00	-160,00
2	1	-25,00	105,00
2	2	-45,00	124,00
2	3	-440,00	125,00
2	4	-486,00	109,00
2	5	-511,00	81,00
2	6	-519,00	46,00
2	7	-520,00	-45,00
2	8	-512,00	-78,00
2	9	-485,00	-110,00
2	10	-440,00	-125,00
2	11	-45,00	-125,00
2	12	-25,00	-105,00
3	1	24,00	105,00
3	2	24,00	-105,00
3	3	44,00	-125,00
3	4	439,00	-125,00
3	5	485,00	-110,00
3	6	512,00	-78,00
3	7	519,00	-45,00
3	8	519,00	46,00
3	9	511,00	81,00
3	10	486,00	109,00
3	11	439,00	124,00
3	12	44,00	124,00

**Caratteristiche geometriche**

Area sezione	139354,50 [cmq]	
Inerzia in direzione X	16475497216,8	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	2476335062,3	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	-11809109,3	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X <sub>G</sub> = -0,73 [cm]	
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = -0,04 [cm]	

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	142

**Elenco ferri**

*Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine  
X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]  
Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]  
d Diametro ferro espresso in [mm]  
ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	-563,51	57,56	28	6,16
2	-556,05	50,11	28	6,16
3	-42,65	153,60	28	6,16
4	-50,15	161,10	28	6,16
5	-7,50	153,60	28	6,16
6	-25,08	153,60	28	6,16
7	-42,35	131,40	28	6,16
8	-30,47	119,53	28	6,16
9	-18,60	107,65	28	6,16
10	-57,65	168,60	28	6,16
11	-137,65	168,60	28	6,16
12	-152,65	168,60	28	6,16
13	-167,65	168,60	28	6,16
14	-182,65	168,60	28	6,16
15	-197,65	168,60	28	6,16
16	-212,65	168,60	28	6,16
17	-227,65	168,60	28	6,16
18	-242,65	168,60	28	6,16
19	-257,65	168,60	28	6,16
20	-272,65	168,60	28	6,16
21	-287,65	168,60	28	6,16
22	-317,65	168,53	28	6,16
23	-332,65	168,53	28	6,16
24	-347,65	168,53	28	6,16
25	-362,65	168,53	28	6,16
26	-377,65	168,53	28	6,16
27	-392,65	168,53	28	6,16
28	-407,65	168,53	28	6,16
29	-422,65	168,53	28	6,16
30	-437,65	168,53	28	6,16
31	-452,65	168,53	28	6,16
32	-467,60	167,36	28	6,16
33	-302,65	168,60	28	6,16
34	-482,18	163,81	28	6,16
35	-496,29	158,73	28	6,16
36	-509,45	151,59	28	6,16
37	-521,66	142,92	28	6,16
38	-532,72	132,81	28	6,16
39	-542,17	121,19	28	6,16
40	-550,17	108,51	28	6,16
41	-556,25	94,82	28	6,16
42	-560,78	80,53	28	6,16
43	-562,98	65,69	28	6,16
44	-548,60	37,50	28	6,16
45	-548,60	22,50	28	6,16
46	-548,60	7,50	28	6,16
47	-18,60	97,50	28	6,16
48	-18,60	82,50	28	6,16
49	-18,60	67,50	28	6,16
50	-18,60	52,50	28	6,16
51	-18,60	37,50	28	6,16

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	143

52	-18,60	22,50	28	6,16
53	-18,60	7,50	28	6,16
54	-122,65	131,40	28	6,16
55	-137,65	131,40	28	6,16
56	-152,65	131,40	28	6,16
57	-167,65	131,40	28	6,16
58	-182,65	131,40	28	6,16
59	-197,65	131,40	28	6,16
60	-212,65	131,40	28	6,16
61	-227,65	131,40	28	6,16
62	-242,65	131,40	28	6,16
63	-257,65	131,40	28	6,16
64	-272,65	131,40	28	6,16
65	-287,65	131,40	28	6,16
66	-317,65	131,47	28	6,16
67	-332,65	131,47	28	6,16
68	-347,65	131,47	28	6,16
69	-362,65	131,47	28	6,16
70	-377,65	131,47	28	6,16
71	-392,65	131,47	28	6,16
72	-407,65	131,47	28	6,16
73	-422,65	131,47	28	6,16
74	-437,65	131,47	28	6,16
75	-448,20	130,97	28	6,16
76	-462,93	128,24	28	6,16
77	-302,65	131,40	28	6,16
78	-476,97	123,05	28	6,16
79	-489,91	115,51	28	6,16
80	-501,33	105,81	28	6,16
81	-510,92	94,31	28	6,16
82	-518,36	81,31	28	6,16
83	-523,48	67,23	28	6,16
84	-526,07	52,48	28	6,16
85	-526,39	37,50	28	6,16
86	-526,39	22,50	28	6,16
87	-526,39	7,50	28	6,16
88	-77,65	168,60	28	6,16
89	-92,65	168,60	28	6,16
90	-107,65	168,60	28	6,16
91	-122,65	168,60	28	6,16
92	-62,65	131,40	28	6,16
93	-77,65	131,40	28	6,16
94	-92,65	131,40	28	6,16
95	-107,65	131,40	28	6,16
96	-563,51	-57,56	28	6,16
97	-556,05	-50,11	28	6,16
98	-42,65	-153,60	28	6,16
99	-50,15	-161,10	28	6,16
100	-7,50	-153,60	28	6,16
101	-25,08	-153,60	28	6,16
102	-42,35	-131,40	28	6,16
103	-30,47	-119,53	28	6,16
104	-18,60	-107,65	28	6,16
105	-57,65	-168,60	28	6,16
106	-137,65	-168,60	28	6,16
107	-152,65	-168,60	28	6,16
108	-167,65	-168,60	28	6,16
109	-182,65	-168,60	28	6,16
110	-197,65	-168,60	28	6,16
111	-212,65	-168,60	28	6,16
112	-227,65	-168,60	28	6,16

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>144</b>

113	-242,65	-168,60	28	6,16
114	-257,65	-168,60	28	6,16
115	-272,65	-168,60	28	6,16
116	-287,65	-168,60	28	6,16
117	-317,65	-168,53	28	6,16
118	-332,65	-168,53	28	6,16
119	-347,65	-168,53	28	6,16
120	-362,65	-168,53	28	6,16
121	-377,65	-168,53	28	6,16
122	-392,65	-168,53	28	6,16
123	-407,65	-168,53	28	6,16
124	-422,65	-168,53	28	6,16
125	-437,65	-168,53	28	6,16
126	-452,65	-168,53	28	6,16
127	-467,60	-167,36	28	6,16
128	-302,65	-168,60	28	6,16
129	-482,18	-163,81	28	6,16
130	-496,29	-158,73	28	6,16
131	-509,45	-151,59	28	6,16
132	-521,66	-142,92	28	6,16
133	-532,72	-132,81	28	6,16
134	-542,17	-121,19	28	6,16
135	-550,17	-108,51	28	6,16
136	-556,25	-94,82	28	6,16
137	-560,78	-80,53	28	6,16
138	-562,98	-65,69	28	6,16
139	-548,60	-37,50	28	6,16
140	-548,60	-22,50	28	6,16
141	-548,60	-7,50	28	6,16
142	-18,60	-97,50	28	6,16
143	-18,60	-82,50	28	6,16
144	-18,60	-67,50	28	6,16
145	-18,60	-52,50	28	6,16
146	-18,60	-37,50	28	6,16
147	-18,60	-22,50	28	6,16
148	-18,60	-7,50	28	6,16
149	-122,65	-131,40	28	6,16
150	-137,65	-131,40	28	6,16
151	-152,65	-131,40	28	6,16
152	-167,65	-131,40	28	6,16
153	-182,65	-131,40	28	6,16
154	-197,65	-131,40	28	6,16
155	-212,65	-131,40	28	6,16
156	-227,65	-131,40	28	6,16
157	-242,65	-131,40	28	6,16
158	-257,65	-131,40	28	6,16
159	-272,65	-131,40	28	6,16
160	-287,65	-131,40	28	6,16
161	-317,65	-131,47	28	6,16
162	-332,65	-131,47	28	6,16
163	-347,65	-131,47	28	6,16
164	-362,65	-131,47	28	6,16
165	-377,65	-131,47	28	6,16
166	-392,65	-131,47	28	6,16
167	-407,65	-131,47	28	6,16
168	-422,65	-131,47	28	6,16
169	-437,65	-131,47	28	6,16
170	-448,20	-130,97	28	6,16
171	-462,93	-128,24	28	6,16
172	-302,65	-131,40	28	6,16
173	-476,97	-123,05	28	6,16

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	145

174	-489,91	-115,51	28	6,16
175	-501,33	-105,81	28	6,16
176	-510,92	-94,31	28	6,16
177	-518,36	-81,31	28	6,16
178	-523,48	-67,23	28	6,16
179	-526,07	-52,48	28	6,16
180	-526,39	-37,50	28	6,16
181	-526,39	-22,50	28	6,16
182	-526,39	-7,50	28	6,16
183	-77,65	-168,60	28	6,16
184	-92,65	-168,60	28	6,16
185	-107,65	-168,60	28	6,16
186	-122,65	-168,60	28	6,16
187	-62,65	-131,40	28	6,16
188	-77,65	-131,40	28	6,16
189	-92,65	-131,40	28	6,16
190	-107,65	-131,40	28	6,16
191	563,51	57,56	28	6,16
192	556,05	50,11	28	6,16
193	42,65	153,60	28	6,16
194	50,15	161,10	28	6,16
195	7,50	153,60	28	6,16
196	25,08	153,60	28	6,16
197	42,35	131,40	28	6,16
198	30,47	119,53	28	6,16
199	18,60	107,65	28	6,16
200	57,65	168,60	28	6,16
201	137,65	168,60	28	6,16
202	152,65	168,60	28	6,16
203	167,65	168,60	28	6,16
204	182,65	168,60	28	6,16
205	197,65	168,60	28	6,16
206	212,65	168,60	28	6,16
207	227,65	168,60	28	6,16
208	242,65	168,60	28	6,16
209	257,65	168,60	28	6,16
210	272,65	168,60	28	6,16
211	287,65	168,60	28	6,16
212	317,65	168,53	28	6,16
213	332,65	168,53	28	6,16
214	347,65	168,53	28	6,16
215	362,65	168,53	28	6,16
216	377,65	168,53	28	6,16
217	392,65	168,53	28	6,16
218	407,65	168,53	28	6,16
219	422,65	168,53	28	6,16
220	437,65	168,53	28	6,16
221	452,65	168,53	28	6,16
222	467,60	167,36	28	6,16
223	302,65	168,60	28	6,16
224	482,18	163,81	28	6,16
225	496,29	158,73	28	6,16
226	509,45	151,59	28	6,16
227	521,66	142,92	28	6,16
228	532,72	132,81	28	6,16
229	542,17	121,19	28	6,16
230	550,17	108,51	28	6,16
231	556,25	94,82	28	6,16
232	560,78	80,53	28	6,16
233	562,98	65,69	28	6,16
234	548,60	37,50	28	6,16

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	146

235	548,60	22,50	28	6,16
236	548,60	7,50	28	6,16
237	18,60	97,50	28	6,16
238	18,60	82,50	28	6,16
239	18,60	67,50	28	6,16
240	18,60	52,50	28	6,16
241	18,60	37,50	28	6,16
242	18,60	22,50	28	6,16
243	18,60	7,50	28	6,16
244	122,65	131,40	28	6,16
245	137,65	131,40	28	6,16
246	152,65	131,40	28	6,16
247	167,65	131,40	28	6,16
248	182,65	131,40	28	6,16
249	197,65	131,40	28	6,16
250	212,65	131,40	28	6,16
251	227,65	131,40	28	6,16
252	242,65	131,40	28	6,16
253	257,65	131,40	28	6,16
254	272,65	131,40	28	6,16
255	287,65	131,40	28	6,16
256	317,65	131,47	28	6,16
257	332,65	131,47	28	6,16
258	347,65	131,47	28	6,16
259	362,65	131,47	28	6,16
260	377,65	131,47	28	6,16
261	392,65	131,47	28	6,16
262	407,65	131,47	28	6,16
263	422,65	131,47	28	6,16
264	437,65	131,47	28	6,16
265	448,20	130,97	28	6,16
266	462,93	128,24	28	6,16
267	302,65	131,40	28	6,16
268	476,97	123,05	28	6,16
269	489,91	115,51	28	6,16
270	501,33	105,81	28	6,16
271	510,92	94,31	28	6,16
272	518,36	81,31	28	6,16
273	523,48	67,23	28	6,16
274	526,07	52,48	28	6,16
275	526,39	37,50	28	6,16
276	526,39	22,50	28	6,16
277	526,39	7,50	28	6,16
278	77,65	168,60	28	6,16
279	92,65	168,60	28	6,16
280	107,65	168,60	28	6,16
281	122,65	168,60	28	6,16
282	62,65	131,40	28	6,16
283	77,65	131,40	28	6,16
284	92,65	131,40	28	6,16
285	107,65	131,40	28	6,16
286	563,51	-57,56	28	6,16
287	556,05	-50,11	28	6,16
288	42,65	-153,60	28	6,16
289	50,15	-161,10	28	6,16
290	7,50	-153,60	28	6,16
291	25,08	-153,60	28	6,16
292	42,35	-131,40	28	6,16
293	30,47	-119,53	28	6,16
294	18,60	-107,65	28	6,16
295	57,65	-168,60	28	6,16

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>147</b>

296	137,65	-168,60	28	6,16
297	152,65	-168,60	28	6,16
298	167,65	-168,60	28	6,16
299	182,65	-168,60	28	6,16
300	197,65	-168,60	28	6,16
301	212,65	-168,60	28	6,16
302	227,65	-168,60	28	6,16
303	242,65	-168,60	28	6,16
304	257,65	-168,60	28	6,16
305	272,65	-168,60	28	6,16
306	287,65	-168,60	28	6,16
307	317,65	-168,53	28	6,16
308	332,65	-168,53	28	6,16
309	347,65	-168,53	28	6,16
310	362,65	-168,53	28	6,16
311	377,65	-168,53	28	6,16
312	392,65	-168,53	28	6,16
313	407,65	-168,53	28	6,16
314	422,65	-168,53	28	6,16
315	437,65	-168,53	28	6,16
316	452,65	-168,53	28	6,16
317	467,60	-167,36	28	6,16
318	302,65	-168,60	28	6,16
319	482,18	-163,81	28	6,16
320	496,29	-158,73	28	6,16
321	509,45	-151,59	28	6,16
322	521,66	-142,92	28	6,16
323	532,72	-132,81	28	6,16
324	542,17	-121,19	28	6,16
325	550,17	-108,51	28	6,16
326	556,25	-94,82	28	6,16
327	560,78	-80,53	28	6,16
328	562,98	-65,69	28	6,16
329	548,60	-37,50	28	6,16
330	548,60	-22,50	28	6,16
331	548,60	-7,50	28	6,16
332	18,60	-97,50	28	6,16
333	18,60	-82,50	28	6,16
334	18,60	-67,50	28	6,16
335	18,60	-52,50	28	6,16
336	18,60	-37,50	28	6,16
337	18,60	-22,50	28	6,16
338	18,60	-7,50	28	6,16
339	122,65	-131,40	28	6,16
340	137,65	-131,40	28	6,16
341	152,65	-131,40	28	6,16
342	167,65	-131,40	28	6,16
343	182,65	-131,40	28	6,16
344	197,65	-131,40	28	6,16
345	212,65	-131,40	28	6,16
346	227,65	-131,40	28	6,16
347	242,65	-131,40	28	6,16
348	257,65	-131,40	28	6,16
349	272,65	-131,40	28	6,16
350	287,65	-131,40	28	6,16
351	317,65	-131,47	28	6,16
352	332,65	-131,47	28	6,16
353	347,65	-131,47	28	6,16
354	362,65	-131,47	28	6,16
355	377,65	-131,47	28	6,16
356	392,65	-131,47	28	6,16

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>148</b>

357	407,65	-131,47	28	6,16
358	422,65	-131,47	28	6,16
359	437,65	-131,47	28	6,16
360	448,20	-130,97	28	6,16
361	462,93	-128,24	28	6,16
362	302,65	-131,40	28	6,16
363	476,97	-123,05	28	6,16
364	489,91	-115,51	28	6,16
365	501,33	-105,81	28	6,16
366	510,92	-94,31	28	6,16
367	518,36	-81,31	28	6,16
368	523,48	-67,23	28	6,16
369	526,07	-52,48	28	6,16
370	526,39	-37,50	28	6,16
371	526,39	-22,50	28	6,16
372	526,39	-7,50	28	6,16
373	77,65	-168,60	28	6,16
374	92,65	-168,60	28	6,16
375	107,65	-168,60	28	6,16
376	122,65	-168,60	28	6,16
377	62,65	-131,40	28	6,16
378	77,65	-131,40	28	6,16
379	92,65	-131,40	28	6,16
380	107,65	-131,40	28	6,16

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

**Simbologia adottata**

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
M <sub>Y</sub>	momento lungo Y espresso in [kNm]
M <sub>X</sub>	momento lungo X espresso in [kNm]
M <sub>t</sub>	momento torcente espresso in [kNm]
T <sub>Y</sub>	taglio lungo Y espresso in [kN]
T <sub>X</sub>	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLER - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M <sub>Y</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>t</sub>	T <sub>Y</sub>	T <sub>X</sub>	VD	VT
1	35647,8600	19689,5300	-14186,9700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	19386,6900	6636,3700	15380,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	21402,7300	6777,8600	15380,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	32555,8700	29856,4800	-28232,8700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	28881,2700	46046,4100	-24935,2700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	19386,6900	6636,3700	15380,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	25848,8000	38366,6400	-30401,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	14521,6000	38366,6400	-30401,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	149

9	21884,2800	111942,5700	-30401,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	21884,2800	38366,6400	-101337,8900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	21884,2800	111942,5700	-30401,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	25848,8000	38366,6400	-30401,3700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	25206,7400	13860,3800	-5154,7300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	19652,8600	6702,2800	10253,8700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	19652,8600	6702,2800	10253,8700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	24462,9000	28378,1200	-13102,2600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	24461,7000	33143,0400	-12192,5700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	19652,8600	6702,2800	10253,8700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	20185,2000	6834,1100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	20185,2000	3454,6600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	20185,2000	6834,1100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	20185,2000	3454,6600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	20185,2000	6834,1100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	20185,2000	3454,6600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

**Risultati analisi**

**Caratteristiche asse neutro**

*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della combinazione  
Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]  
(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
13	521,80	3,16	(-3010,31; -488,78)	(16014,70; 560,37)
14	776,33	-12,80	(-3373,30; 246,49)	(126206,20; -29200,38)
15	776,33	-12,80	(-3373,30; 246,49)	(126206,20; -29200,38)
16	351,42	4,34	(-2372,37; -323,39)	(5955,13; 308,88)
17	302,56	3,70	(-2008,40; -229,03)	(6525,43; 323,14)
18	776,33	-12,80	(-3373,30; 246,49)	(126206,20; -29200,38)
19	699,23	0,00	(-27455,41; -526,39)	(8744284,89; 175,00)
20	1212,50	0,04	(-49293,91; -1072,35)	(1699253,06; 175,00)
21	699,23	0,00	(-27455,41; -526,39)	(8744284,89; 175,00)
22	1212,50	0,04	(-49293,91; -1072,35)	(1699253,06; 175,00)
23	699,23	0,00	(-27455,41; -526,39)	(8744284,89; 175,00)
24	1212,50	0,04	(-49293,91; -1072,35)	(1699253,06; 175,00)

**Risultati tensionali**

*Simbologia adottata*

N° numero d'ordine della combinazione  
σ<sub>c-max</sub> Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
σ<sub>c-min</sub> Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
σ<sub>f-max</sub> Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
σ<sub>f-min</sub> Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
τ<sub>c</sub> Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ <sub>c-max</sub>	σ <sub>c-min</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>f-max</sub>	σ <sub>f-min</sub>
13	2,339	0,000	0,000	34,666	8,681
14	1,725	0,000	0,000	25,797	8,010
15	1,725	0,000	0,000	25,797	8,010
16	3,352	0,000	0,000	49,389	-8,508
17	3,722	0,000	0,000	54,674	-18,183
18	1,725	0,000	0,000	25,797	8,010
19	1,544	0,000	0,000	22,940	11,773
20	1,353	0,000	0,000	20,182	14,531
21	1,544	0,000	0,000	22,940	11,773
22	1,353	0,000	0,000	20,182	14,531

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	150

23	1,544	0,000	0,000	22,940	11,773
24	1,353	0,000	0,000	20,182	14,531

**Sollecitazioni ultime**

**Simbologia adottata**

N°	numero d'ordine della combinazione
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
M <sub>xu</sub>	Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
M <sub>yu</sub>	Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza

**Combinazione n° 1**

N <sub>u</sub>	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	FS
<u>253586,0504</u>	<u>-100921,0003</u>	<u>140064,2324</u>	7,11
<u>323684,4579</u>	<u>-128818,4394</u>	<u>19689,5300</u>	9,08
<u>255223,2643</u>	<u>-14186,9700</u>	<u>140968,5215</u>	7,16
<u>340697,6186</u>	<u>-14186,9700</u>	<u>19689,5300</u>	9,56
35647,8600	<u>-536020,0959</u>	<u>19689,5300</u>	37,78
35647,8600	<u>-135637,5012</u>	<u>188245,8798</u>	9,56
35647,8600	<u>-14186,9700</u>	<u>191915,9023</u>	9,75

**Combinazione n° 2**

N <sub>u</sub>	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	FS
<u>274849,9268</u>	<u>218057,5695</u>	<u>94085,4684</u>	14,18
<u>299000,5543</u>	<u>237217,9426</u>	<u>6636,3700</u>	15,42
<u>286023,4692</u>	<u>15380,8100</u>	<u>97910,3483</u>	14,75
<u>349284,8134</u>	<u>15380,8100</u>	<u>6636,3700</u>	18,02
19386,6900	<u>498230,2336</u>	<u>6636,3700</u>	32,39
19386,6900	<u>323868,1400</u>	<u>139739,6372</u>	21,06
19386,6900	<u>15380,8100</u>	<u>168911,3923</u>	25,45

**Combinazione n° 3**

N <sub>u</sub>	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	FS
<u>280555,9739</u>	<u>201618,1174</u>	<u>88847,0356</u>	13,11
<u>303753,3435</u>	<u>218288,6231</u>	<u>6777,8600</u>	14,19
<u>290277,0397</u>	<u>15380,8100</u>	<u>91925,5224</u>	13,56
<u>349200,8435</u>	<u>15380,8100</u>	<u>6777,8600</u>	16,32
21402,7300	<u>503812,9584</u>	<u>6777,8600</u>	32,76
21402,7300	<u>323109,0556</u>	<u>142384,4351</u>	21,01
21402,7300	<u>15380,8100</u>	<u>171778,0353</u>	25,34

**Combinazione n° 4**

N <sub>u</sub>	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	FS
<u>206119,9098</u>	<u>-178749,8420</u>	<u>189029,3506</u>	6,33
<u>292039,1595</u>	<u>-253260,1226</u>	<u>29856,4800</u>	8,97
<u>213924,6958</u>	<u>-28232,8700</u>	<u>196186,9980</u>	6,57
<u>333487,4435</u>	<u>-28232,8700</u>	<u>29856,4800</u>	10,24
32555,8700	<u>-524292,0595</u>	<u>29856,4800</u>	18,57
32555,8700	<u>-171992,4177</u>	<u>181883,3217</u>	6,09
32555,8700	<u>-28232,8700</u>	<u>187451,1823</u>	6,28

**Combinazione n° 5**

N <sub>u</sub>	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	FS
<u>152502,5994</u>	<u>-131666,4222</u>	<u>243140,1810</u>	5,28
<u>289275,9414</u>	<u>-249752,6495</u>	<u>46046,4100</u>	10,02
<u>158680,0692</u>	<u>-24935,2700</u>	<u>252989,1353</u>	5,49
<u>322398,6881</u>	<u>-24935,2700</u>	<u>46046,4100</u>	11,16

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	151

28881,2700	-504990,6033	46046,4100	20,25
28881,2700	-97850,5860	180694,5825	3,92
28881,2700	-24935,2700	182325,0766	3,96

Combinazione n° 6

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>274849,9268</u>	<u>218057,5695</u>	<u>94085,4684</u>	14,18
<u>299000,5543</u>	<u>237217,9426</u>	6636,3700	15,42
<u>286023,4692</u>	15380,8100	<u>97910,3483</u>	14,75
<u>349284,8134</u>	15380,8100	6636,3700	18,02
19386,6900	<u>498230,2336</u>	6636,3700	32,39
19386,6900	<u>323868,1400</u>	<u>139739,6372</u>	21,06
19386,6900	15380,8100	<u>168911,3923</u>	25,45

Combinazione n° 7

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>154724,3995</u>	-181974,9357	<u>229653,0336</u>	5,99
<u>273027,5613</u>	-321114,0134	38366,6400	10,56
<u>165802,0092</u>	-30401,3700	<u>246095,2152</u>	6,41
<u>327598,4518</u>	-30401,3700	38366,6400	12,67
25848,8000	-503244,8319	38366,6400	16,55
25848,8000	-138492,6081	<u>174778,1773</u>	4,56
25848,8000	-30401,3700	<u>177988,5717</u>	4,64

Combinazione n° 8

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
88878,3310	-186069,2365	<u>234820,0562</u>	6,12
<u>222787,6879</u>	-466412,1675	38366,6400	15,34
<u>100572,5960</u>	-30401,3700	<u>265716,7657</u>	6,93
<u>327598,4513</u>	-30401,3700	38366,6400	22,56
14521,6000	-472128,9099	38366,6400	15,53
14521,6000	-126355,1906	<u>159460,7121</u>	4,16
14521,6000	-30401,3700	<u>161870,3711</u>	4,22

Combinazione n° 9

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>38032,9667</u>	-52834,9251	<u>194546,4069</u>	1,74
<u>235937,3163</u>	-327761,1897	111942,5700	10,78
<u>38155,3038</u>	-30401,3700	<u>195172,1859</u>	1,74
<u>275749,1776</u>	-30401,3700	111942,5700	12,60
21884,2800	-400741,7678	111942,5700	13,18
21884,2800	-46757,0427	<u>172166,6993</u>	1,54
21884,2800	-30401,3700	<u>172371,2225</u>	1,54

Combinazione n° 10

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>89106,3957</u>	-412618,2872	<u>156217,7512</u>	4,07
<u>129035,1106</u>	-597513,1852	38366,6400	5,90
<u>145002,0506</u>	-101337,8900	<u>254211,7664</u>	6,63
<u>322908,6356</u>	-101337,8900	38366,6400	14,76
21884,2800	-492902,9411	38366,6400	4,86
21884,2800	-352600,6519	<u>133495,0064</u>	3,48
21884,2800	-101337,8900	<u>170826,0022</u>	4,45

Combinazione n° 11

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	152

$N_u$	$M_{xu}$	$M_{yu}$	FS
<u>38032,9667</u>	<u>-52834,9251</u>	<u>194546,4069</u>	1,74
<u>235937,3163</u>	<u>-327761,1897</u>	111942,5700	10,78
<u>38155,3038</u>	-30401,3700	<u>195172,1859</u>	1,74
<u>275749,1776</u>	-30401,3700	111942,5700	12,60
21884,2800	<u>-400741,7678</u>	111942,5700	13,18
21884,2800	<u>-46757,0427</u>	<u>172166,6993</u>	1,54
21884,2800	-30401,3700	<u>172371,2225</u>	1,54

**Combinazione n° 12**

$N_u$	$M_{xu}$	$M_{yu}$	FS
<u>154724,3995</u>	<u>-181974,9357</u>	<u>229653,0336</u>	5,99
<u>273027,5613</u>	<u>-321114,0134</u>	38366,6400	10,56
<u>165802,0092</u>	-30401,3700	<u>246095,2152</u>	6,41
<u>327598,4518</u>	-30401,3700	38366,6400	12,67
25848,8000	<u>-503244,8319</u>	38366,6400	16,55
25848,8000	<u>-138492,6081</u>	<u>174778,1773</u>	4,56
25848,8000	-30401,3700	<u>177988,5717</u>	4,64

**Risultati fessurazione**

**Simbologia adottata**

N°	numero d'ordine della combinazione
$M_x$	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
$M_y$	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
$\sigma_f$	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
$A_{eff}$	Area efficace a trazione, espressa in [cm <sup>2</sup> ]
$\epsilon$	Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]
$S_{rm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	$M_x$	$M_y$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$A_{eff}$	$\epsilon$	$S_{rm}$	w
13	-20964,2466	56370,0572	-95,439	-6,561	54918,90	0,0000	0	0,0000
14	56582,5369	36984,2806	-78,114	-5,278	31865,76	0,0000	0	0,0000
15	56582,5369	36984,2806	-78,114	-5,278	31865,76	0,0000	0	0,0000
16	-24971,0651	54084,7060	-93,183	-6,400	53996,03	0,0000	0	0,0000
17	-20521,3812	55783,2319	-96,457	-6,629	55078,21	0,0000	0	0,0000
18	56582,5369	36984,2806	-78,114	-5,278	31865,76	0,0000	0	0,0000
19	0,0000	59131,0689	-115,828	-7,968	56348,66	0,0000	0	0,0000
20	0,0000	59134,0630	-115,839	-7,969	56348,66	0,0000	0	0,0000
21	0,0000	59131,0689	-115,828	-7,968	56348,66	0,0000	0	0,0000
22	0,0000	59134,0630	-115,839	-7,969	56348,66	0,0000	0	0,0000
23	0,0000	59131,0689	-115,828	-7,968	56348,66	0,0000	0	0,0000
24	0,0000	59134,0630	-115,839	-7,969	56348,66	0,0000	0	0,0000

**Inviluppo verifiche a pressoflessione**

**Simbologia adottata**

N	Sforzo normale espresso in [kN]
$M_x$	Momento in direzione X espresso in [kNm]
$M_y$	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
$N_u$	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_{x,u}$	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
$M_{y,u}$	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

**Sezione n° 1 - PILA 7 H=12.5m**

N	$M_x$	$M_y$	N	$M_{x,u}$	$M_{y,u}$	FS	Comb.
21884,28	-30401,37	111942,57	38032,97	-52834,93	194546,41	1.738	9
21884,28	-101337,89	38366,64	129035,11	-597513,19	38366,64	5.896	10

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>153</b>

21884,28	-30401,37	111942,57	38155,30	-30401,37	195172,19	1.744	9
35647,86	-14186,97	19689,53	340697,62	-14186,97	19689,53	9.557	1
21884,28	-101337,89	38366,64	21884,28	-492902,94	38366,64	4.864	10
21884,28	-30401,37	111942,57	21884,28	-46757,04	172166,70	1.538	9
21884,28	-30401,37	111942,57	21884,28	-30401,37	172371,22	1.540	9

Inviluppo verifiche tensionali

*Simbologia adottata*

TC	Tipo combinazione
scc	tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl	tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct	tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sctl	tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft	tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf	tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb.	Combinazione critica

**Sezione n° 1 - PILA 7 H=12.5m**

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,544	14,940	0,771	3,099	11,773	22,940	450,000	19
SLER	3,722	18,260	-1,289	3,099	-18,183	54,674	337,500	17

Inviluppo verifiche fessurazione

*Simbologia adottata*

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff	Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Eps	Deformazione espressa in [%]
sr	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl	ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb.	Combinazione critica

**Sezione n° 1 - PILA 7 H=12.5m**

TC	sf	sc	Aeff	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-115,828	-7,968	5526,004	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-95,439	-6,561	5385,790	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	154

### 10.7.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato pila (estradosso plinto) per le combinazioni di carico allo SLU riportate nel capitolo precedente, si riporta la relativa verifica di resistenza a taglio.

Il valore dei tagli resistenti è stato, invece, ricavato attraverso un apposito foglio di calcolo realizzato in accordo con il D.M. 14/01/2008 p.to 4.1.2.1.3.2, e considerando la sezione trasversale armata a taglio con armatura con barre  $\phi 16/10$  in direzione longitudinale (6 bracci resistenti) e trasversale (4 bracci resistenti). Tale armatura viene ridotta al di fuori della zona critica dell'elemento strutturale.

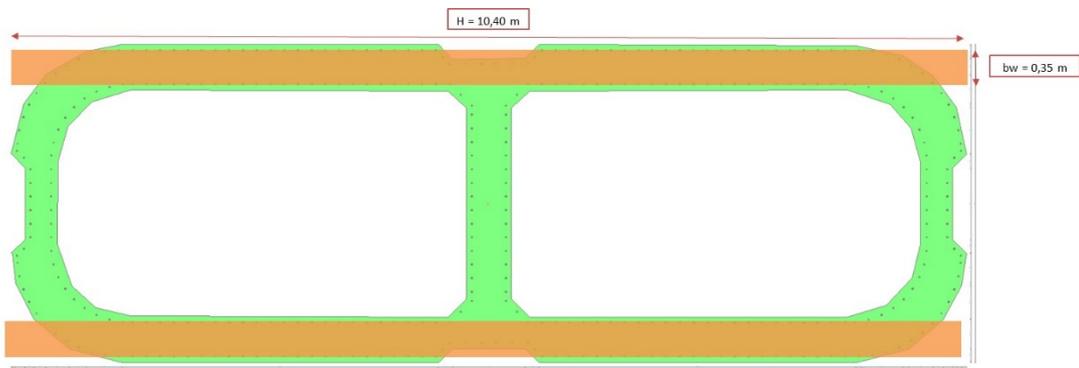
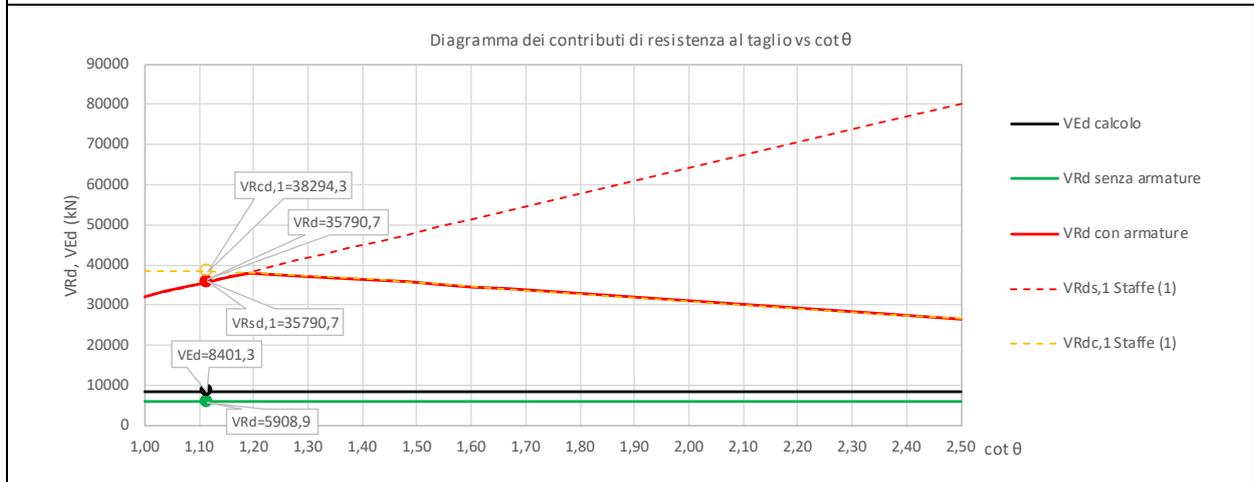


Figura 40 – Sezione considerata per la verifica a taglio trasversale

NOME: SLV TRASV		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1		
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
0,70	11,34	41,90	1,11	-21884,3	8401,3	101337,9	33,20	18,81	1,50		
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$							
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
$A_{s1}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$V_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$			
(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)				
344,82	0,15	1,13	0,43%	0,24	2,76	1,15	5908,9	142,2%	Necessaria armatura		
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)											
$f_{ywd}$	$n_b$	$\emptyset$	$A_{sw}$	$\alpha$	$s$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$			
(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)			
Staffe / Pioli (1)	391,3	4,0	16	8,04	90	0,10	35790,7	38294,3	35790,7		
									$V_{Rd}$ $V_{Ed}/V_{Rd}$		
									(kN)		
									35790,7		
									23,5% VERIFICA OK		



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	155

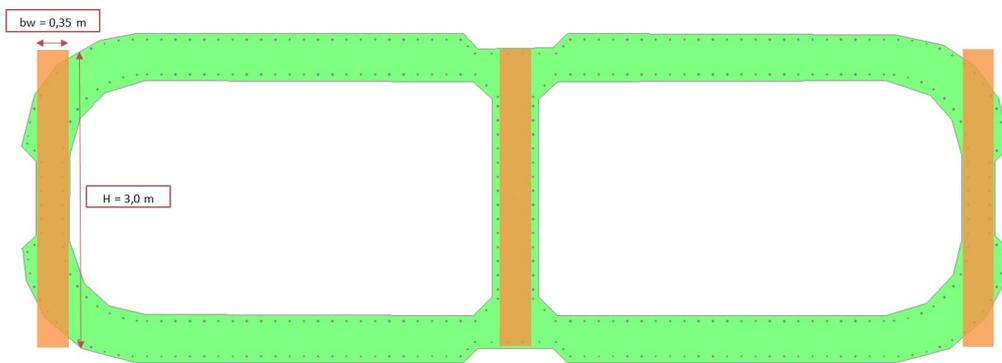
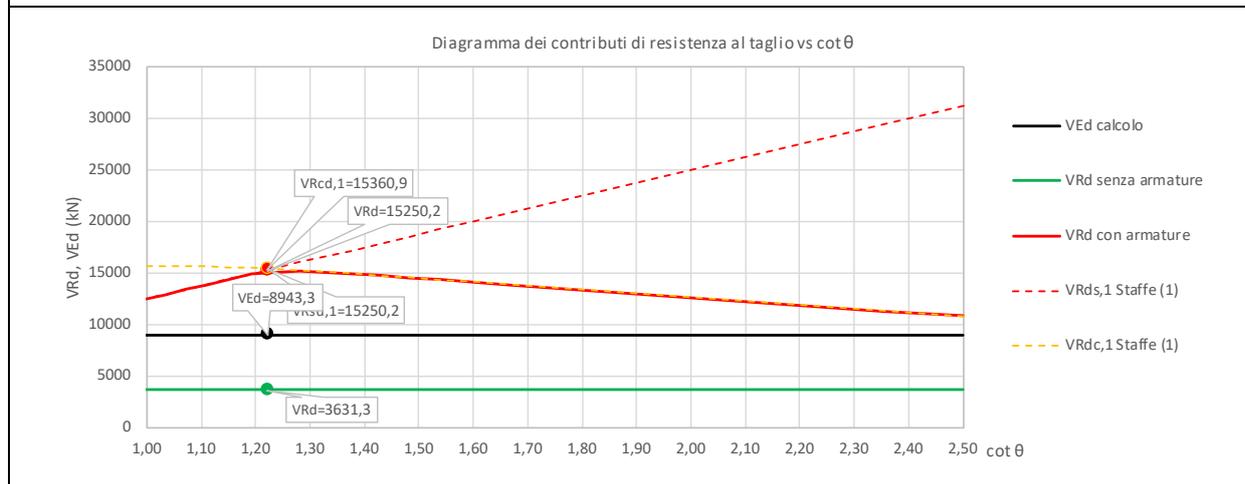


Figura 41 – Sezione considerata per la verifica a taglio longitudinale

NOME: SLV LONG				CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)						Rev. 10.1				
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO						CALCESTRUZZO				
$b_w$	$d$	$\theta$	$\cotg \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$					
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)						
1,05	2,94	39,30	1,22	-21884,3	8943,3	111942,6	33,20	18,81	1,50					
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)				$A_{sl}$	$k_1$	$k$	$\rho_l$ (%)	$v_{min}$	$\sigma_{cp}$	$\alpha_c$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$		
				(cm <sup>2</sup> )			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
				751,22	0,15	1,26	2,00%	0,29	3,76	1,20	3631,3	246,3%	Necessaria armatura	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)				$f_{ywd}$	$n_b$	$\emptyset$	$A_{sw}$	$\alpha$	$s$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$	$V_{Rd}$	$V_{Ed}/V_{Rd}$
				(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)				391,3	6,0	16	12,06	90	0,10	15250,2	15360,9	15250,2	15250,2	58,6% VERIFICA OK



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	156

### 10.8 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

Data le minori sollecitazioni, vedi le verifiche della tipologia di pila di transizione P8.

### 10.9 VERIFICHE PULVINO

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei pulvini di testa pila sui quali poggiano le travi degli impalcati, considerando le massime azioni di scarico agli appoggi, vedi tabelle di riepilogo delle capacità massime dei dispositivi riportate nel capitolo seguente.

Lo schema statico di verifica prende in considerazione il comportamento trasversale della trave pulvino in accordo alla geometria strutturale delle elevazioni della pila cava sottostante.

Le azioni verticali  $N_{Ed}$  e  $V_{Ed}$  allo SLU scaricate dai due appoggi affacciati, variabili a seconda della loro tipologia, sono state considerate agenti contemporaneamente ed equilibrate dal sistema di forze accoppiato sotto riportato (modelli tirante – puntone come previsto in ENV 1992 e CEB-FIP Model Code 90).

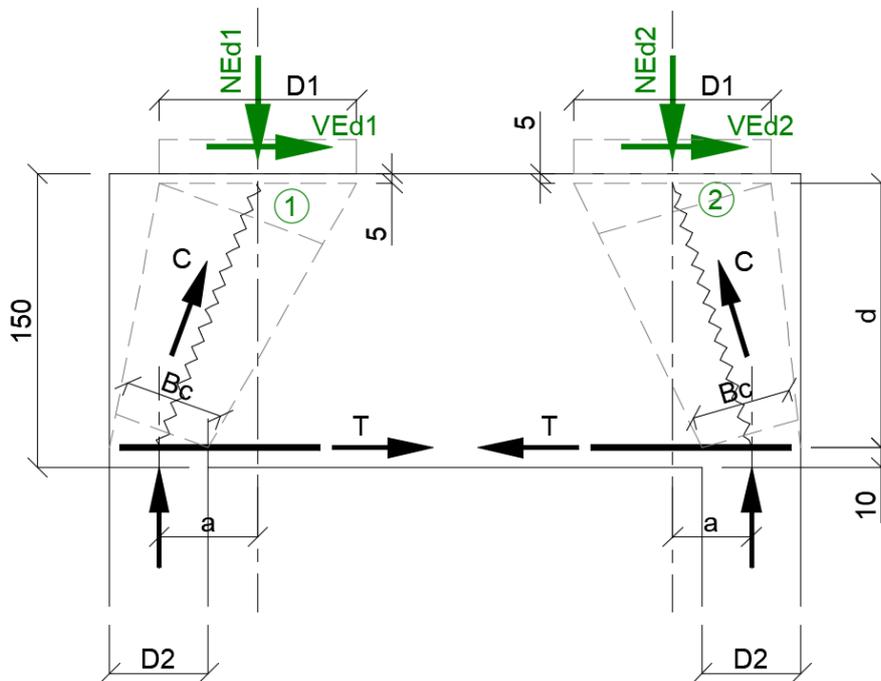


Figura 42 – Schema delle verifiche locali per il pulvino di testa pila

Nel caso in oggetto si è considerato il punto 1 come appoggio (F) del impalcato di 40 m, dove si ipotizzano contemporaneamente le massime azioni orizzontali longitudinali e verticali, e il punto 2 come appoggio (UL) del impalcato di 25 m.

Con armature ad intradosso pulvino di 1° strato 1Ø26/10 + 2° strato 1Ø26/20, si hanno i seguenti rapporti di sfruttamento totali:

#### Condizioni SLV

Armatura tesa FS = 88.7+7.3 = 96.0% < 100%

Calcestruzzo compresso FS = 12.8+8.6 = 21.4% < 100%

#### Condizioni SLU

Armatura tesa FS = 37.0+18.1 = 55.1% < 100%

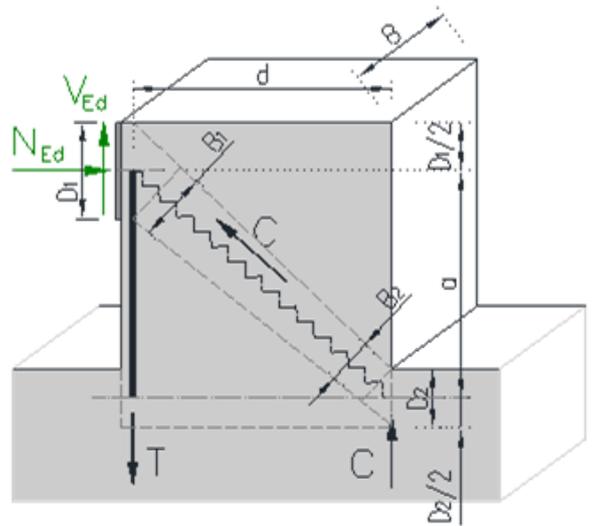
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	157

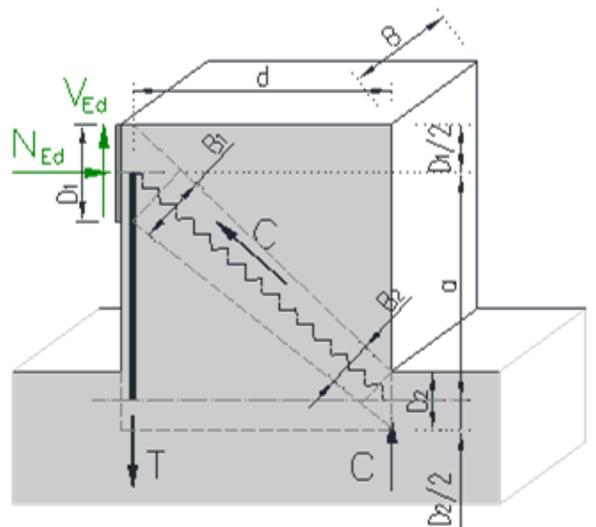
Calcestruzzo compresso FS = 29.7+21.2 = 50.9% < 100%

Dato il basso tasso di sfruttamento le verifiche SLE di limitazione delle tensioni e della fessurazione si ritengono automaticamente superate.

NOME: APPOGGIO 1 SLV		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09
<b>GEOMETRIA</b>				<b>MATERIALI</b>		<b>AZIONI</b>
D <sub>1</sub> (m)	1,00	B (m)	2,20	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN) 2150,0
D <sub>2</sub> (m)	0,50	θ (rad)	0,251 (14,4°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN) 6500,0
a (m)	0,50			α <sub>cc</sub>	0,85	
d (m)	1,95			v	0,87	
<b>VERIFICA ARMATURA</b>						
- Tiranti tesi						
T (kN)	7051,3					
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	20310 (15Ø26/10)					
σ <sub>s</sub> (MPa)	347,19					
						<b>σ<sub>Ed</sub>/f<sub>yd</sub> 88,7% VERIFICA OK</b>
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>						
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)						
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	0 (-)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	33,2			
σ <sub>1</sub> (MPa)	0,00	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	18,8			
α	0,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	16,31			
σ <sub>2</sub> (MPa)	0,00					
- Puntoni compressi						
C (kN)	2219,6					
B <sub>1</sub> (m)	0,97					
B <sub>2</sub> (m)	0,48					
σ <sub>c</sub> (MPa)	2,08					<b>σ<sub>Ed</sub>/σ<sub>Rd,max</sub> 12,8% VERIFICA OK</b>



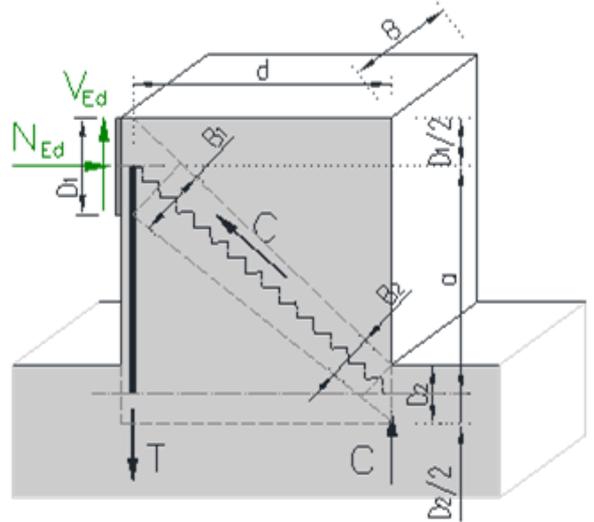
NOME: APPOGGIO 2 SLV		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09
<b>GEOMETRIA</b>				<b>MATERIALI</b>		<b>AZIONI</b>
D <sub>1</sub> (m)	1,00	B (m)	2,20	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN) 1350,0
D <sub>2</sub> (m)	0,50	θ (rad)	0,355 (20,3°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN) 0,0
a (m)	0,50			α <sub>cc</sub>	0,85	
d (m)	1,35			v	0,87	
<b>VERIFICA ARMATURA</b>						
- Tiranti tesi						
T (kN)	500,0					
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	17512 (15Ø26/10)					
σ <sub>s</sub> (MPa)	28,55					
						<b>σ<sub>Ed</sub>/f<sub>yd</sub> 7,3% VERIFICA OK</b>
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>						
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)						
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	0 (-)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	33,2			
σ <sub>1</sub> (MPa)	0,00	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	18,8			
α	0,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	16,31			
σ <sub>2</sub> (MPa)	0,00					
- Puntoni compressi						
C (kN)	1439,6					
B <sub>1</sub> (m)	0,94					
B <sub>2</sub> (m)	0,47					
σ <sub>c</sub> (MPa)	1,40					<b>σ<sub>Ed</sub>/σ<sub>Rd,max</sub> 8,6% VERIFICA OK</b>



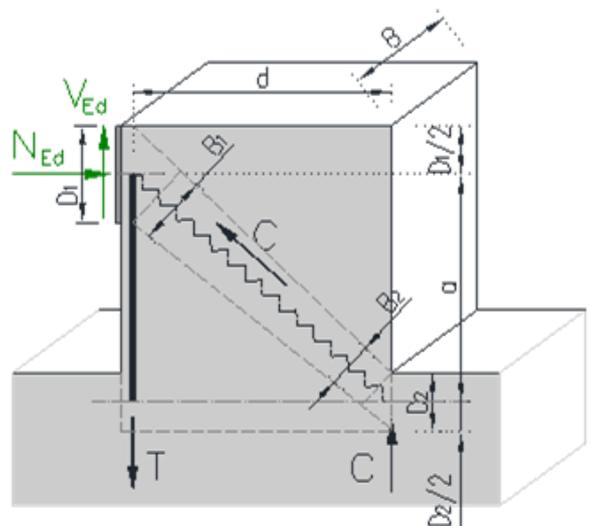
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	158

NOME: APPOGGIO 1 SLU		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
<b>GEOMETRIA</b>		<b>MATERIALI</b>		<b>AZIONI</b>			
D <sub>1</sub> (m)	1,00	B (m)	2,20	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN)	5000,0
D <sub>2</sub> (m)	0,50	θ (rad)	0,251 (14,4°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN)	1250,0
a (m)	0,50			α <sub>cc</sub>	0,85		
d (m)	1,95			v	0,87		
<b>VERIFICA ARMATURA</b>							
- Tiranti tesi							
T (kN)	2532,1						
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	17512 (15Ø26/10)						
σ <sub>s</sub> (MPa)	144,59	σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>		37,0%		<b>VERIFICA OK</b>	
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	0 (-)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	33,2				
σ <sub>1</sub> (MPa)	0,00	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	18,8				
α	0,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	16,31				
σ <sub>2</sub> (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C (kN)	5161,7						
B <sub>1</sub> (m)	0,97						
B <sub>2</sub> (m)	0,48						
σ <sub>c</sub> (MPa)	4,84	σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>		29,7%		<b>VERIFICA OK</b>	



NOME: APPOGGIO 2 SLU		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
<b>GEOMETRIA</b>		<b>MATERIALI</b>		<b>AZIONI</b>			
D <sub>1</sub> (m)	1,00	B (m)	2,20	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN)	3350,0
D <sub>2</sub> (m)	0,50	θ (rad)	0,355 (20,3°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN)	0,0
a (m)	0,50			α <sub>cc</sub>	0,85		
d (m)	1,35			v	0,87		
<b>VERIFICA ARMATURA</b>							
- Tiranti tesi							
T (kN)	1240,7						
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	17512 (15Ø26/10)						
σ <sub>s</sub> (MPa)	70,85	σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>		18,1%		<b>VERIFICA OK</b>	
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	0 (-)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	33,2				
σ <sub>1</sub> (MPa)	0,00	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	18,8				
α	0,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	16,31				
σ <sub>2</sub> (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C (kN)	3572,4						
B <sub>1</sub> (m)	0,94						
B <sub>2</sub> (m)	0,47						
σ <sub>c</sub> (MPa)	3,46	σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>		21,2%		<b>VERIFICA OK</b>	



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>							
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	159

## 11. ANALISI PILA DI TRANSIZIONE P8 H=12.00M

### 11.1 ANALISI STATICA

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcato alla quota degli apparecchi di appoggio.

Le sollecitazioni a base pila sono quindi state ricavate adottando uno schema a mensola. Le azioni derivanti dall'impalcato sono state applicate in corrispondenza dell'estremo superiore della mensola per le singole condizioni di carico e successivamente combinate in funzione delle combinazioni prescritte dalla normativa attraverso un apposito foglio di calcolo.

### 11.2 ANALISI SISMICA

In accordo con la normativa, per ponti a travate semplicemente appoggiate è possibile applicare l'analisi statica lineare per entrambe le direzioni longitudinale e trasversale quando la massa efficace di ciascuna pila non risulta superiore ad 1/5 della massa dell'impalcato da essa portata, in accordo con quanto prescritto al §7.9.4.1 delle NTC2008 e delle successive NTC2018.

Lo schema statico adottato permette di analizzare la pila da un punto di vista sismico schematizzandola come un oscillatore semplice con incastro alla base ad estradosso plinto.

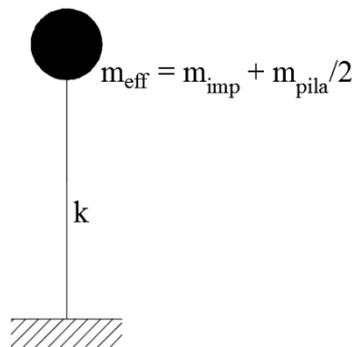


Figura 43 - Modello ad oscillatore semplice

Il periodo fondamentale  $T_1$  in corrispondenza del quale valutare la risposta spettrale in accelerazione  $S_d$  ( $T_1$ ) è dato in entrambi i casi dall'espressione:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{m/k}$$

dove  $m$  è la massa efficace di impalcato e pila e  $k$  è la rigidezza laterale della pila.

Secondo NTC2008, la determinazione della forza statica equivalente sismica avviene considerando una massa efficace in testa pila pari ad 1/2 della massa fusto pila più la massa del pulvino. Secondo NTC2018, la determinazione della forza statica equivalente sismica avviene considerando una massa efficace in testa pila pari ad 1/3 della massa fusto pila più la massa del pulvino.

Nel caso della pila in oggetto, è possibile ricondursi all'analisi statica lineare se sono valide le seguenti condizioni.

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	160

VERIFICA CONDIZIONI APPLICABILITA' ANALISI LINEARE (NTC2008-NTC2018)

$W_{imp}$ (kN)	14425	Peso impalcati	$W_{fusto}$ (kN)	3667	Peso fusto pila
$1/5 W_{imp}$ (kN)	2885	$1/5$ Peso impalcati (NTC2008-NTC2018)	$W_{pulvino}$ (kN)	1918	Peso pulvino+ritegni
			$W_{eff,pila}$ (kN)	3752	Peso efficace pila (NTC2008)
$W_{eff,pila} < 1/5 W_{imp}$	<b>NON VERIFICATO</b>		$W_{eff,pila}$ (kN)	3141	Peso efficace pila (NTC2018)

Per la pila in esame, il criterio di applicabilità dell'analisi statica lineare non risulta soddisfatto. Pertanto, è stata eseguita un'analisi sismica con spettro di risposta nell'ambito di un modello agli elementi finiti implementato per la pila.

Per tener conto dell'influenza della fessurazione sulla rigidezza, in accordo con il §7.2.6 del D.M. 14/01/2008, si è considerato sia il caso di sezione fessurata con un abbattimento del modulo elastico pari al 50% rispetto al valore iniziale  $E=E_{cm}$ , sia il caso di sezione non fessurata con  $E=E_{cm}$ .

La valutazione degli effetti dell'azione sismica viene effettuata considerando lo spettro di progetto, ossia riducendo lo spettro elastico mediante un fattore di struttura pari a  $q$  in modo da tener conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura.

Ai fini della scelta delle azioni da utilizzare per il dimensionamento delle opere di fondazione, adottando il criterio di gerarchia delle resistenze (GR), vedi quanto descritto nel capitolo precedente di analisi dei carichi per la quantificazione dell'azione sismica  $E$ , le sollecitazioni derivanti dall'analisi sismica con gli spettri elastici ( $q=1.00$ ) verranno utilizzati solo nel caso in cui le sollecitazioni delle elevazioni, amplificate secondo i coefficienti di sovrarresistenza,  $\gamma_{Rd}$ , risultino superiori alle prime.

Nel paragrafo dedicato alla verifica delle pile sono riportati tutti i calcoli effettuati per studiare il comportamento strutturale in condizioni sismiche, con riferimento allo spettro elastico ( $q=1.00$ ) o di progetto ( $q>1.00$ ) e sezione elastica  $E=E_{cm}$  o fessurata  $E=0.50 \cdot E_{cm}$ .

In accordo con il D.M. 14/01/2008 §3.2.4, per la valutazione delle masse sismiche nel caso di ponti, oltre alla massa efficace dell'impalcato e della pila, è stata considerata anche un'aliquota pari al 20% del carico dovuto al transito dei mezzi ferroviari nelle combinazioni di carico associata alla direzione di analisi in esame.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	161

### 11.3 MODELLO DI CALCOLO

Per le motivazioni sopra riportate, sono stati sviluppati due modelli agli elementi finiti per la pila da 12m: uno per la pila in non fessurata, l'altro per la pila fessurata.

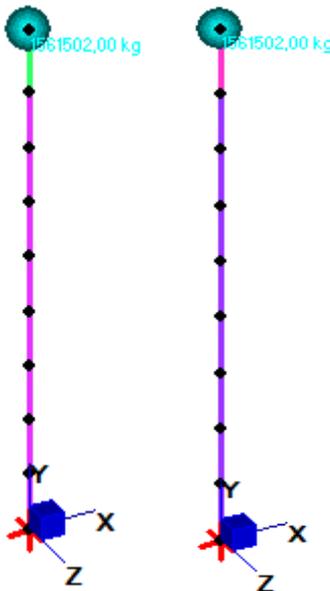


Figura 44 - Modello pila P8 H=12m - Pila e pila fessurata

Si riportano nel seguito i risultati dell'analisi modale, con particolare riferimento ai modi principali, e i risultati dell'analisi spettrale condotta su entrambi i modelli.

FREQUENZE E PERIODI NATURALI					
N. modo	Direzione	Pila non fess.	Pila fess.	f [Hz]	T [s]
1	x		X	2,8123	0,3556
1	x	X		3,9772	0,2514
2	z		X	6,3132	0,1584
2	z	X		8,9283	0,1120
3	y		X	17,1347	0,0584
3	y	X		24,2321	0,0413

SPETTRO ELASTICO	Pila non fessurata			Pila fessurata			
	Direzione	x	z	y	x	z	y
Med (kNm)		150752,40	-115568,11	-	150752,70	-139042,38	-
Ved (kN)		12961,14	9971,33	5034,31	12961,96	11995,09	5628,80
SPETTRO PROGETTO	Pila non fessurata			Pila fessurata			
	Direzione	x	z	y	x	z	y
Med (kNm)		100510,04	-84640,10	-	100510,21	-95188,10	-
Ved (kN)		8644,78	7305,44	-	8645,27	8214,55	-

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	162

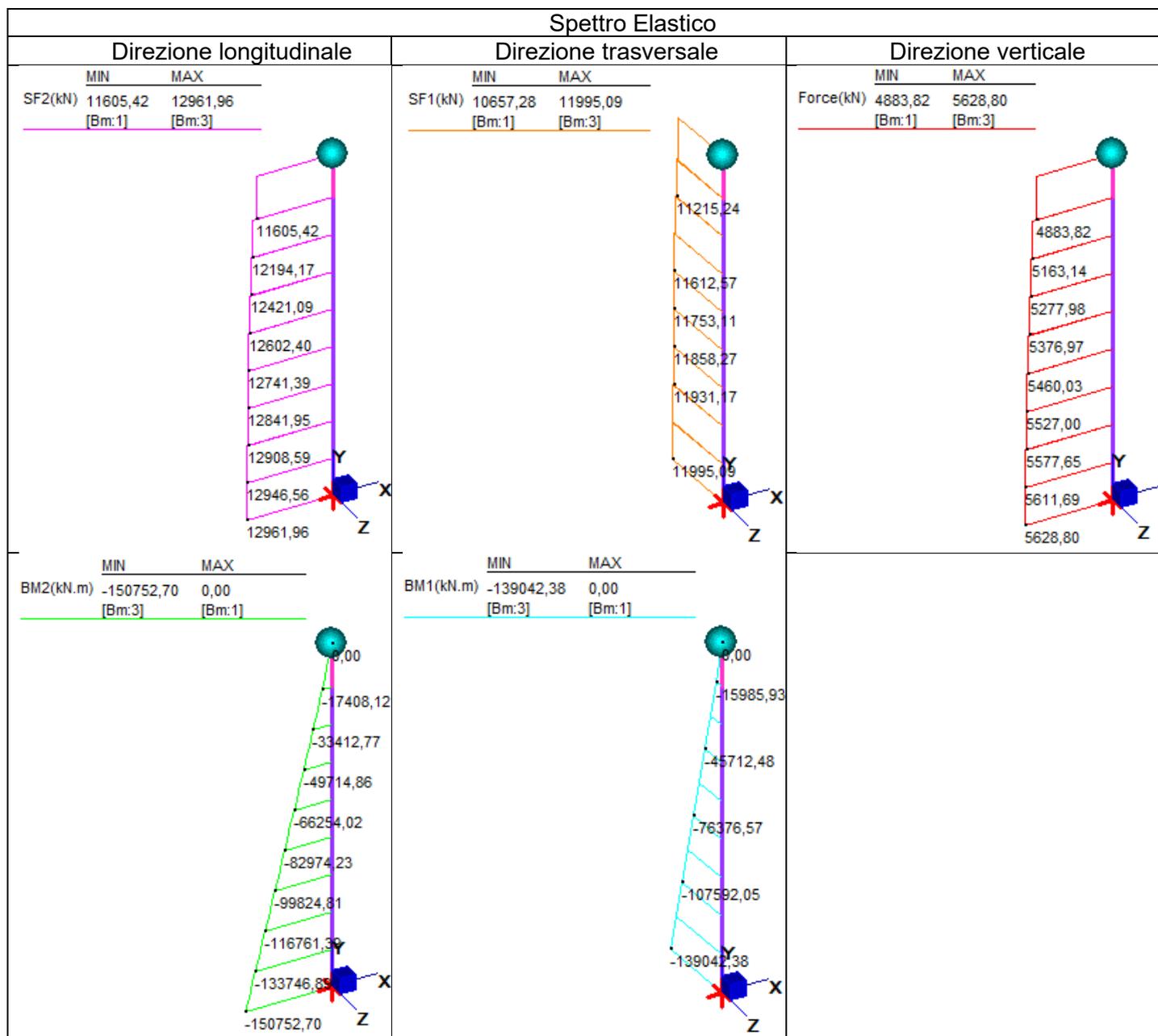


Tabella 52 - Pila fessurata - Riepilogo Taglio e Momento da analisi con spettro elastico

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	163

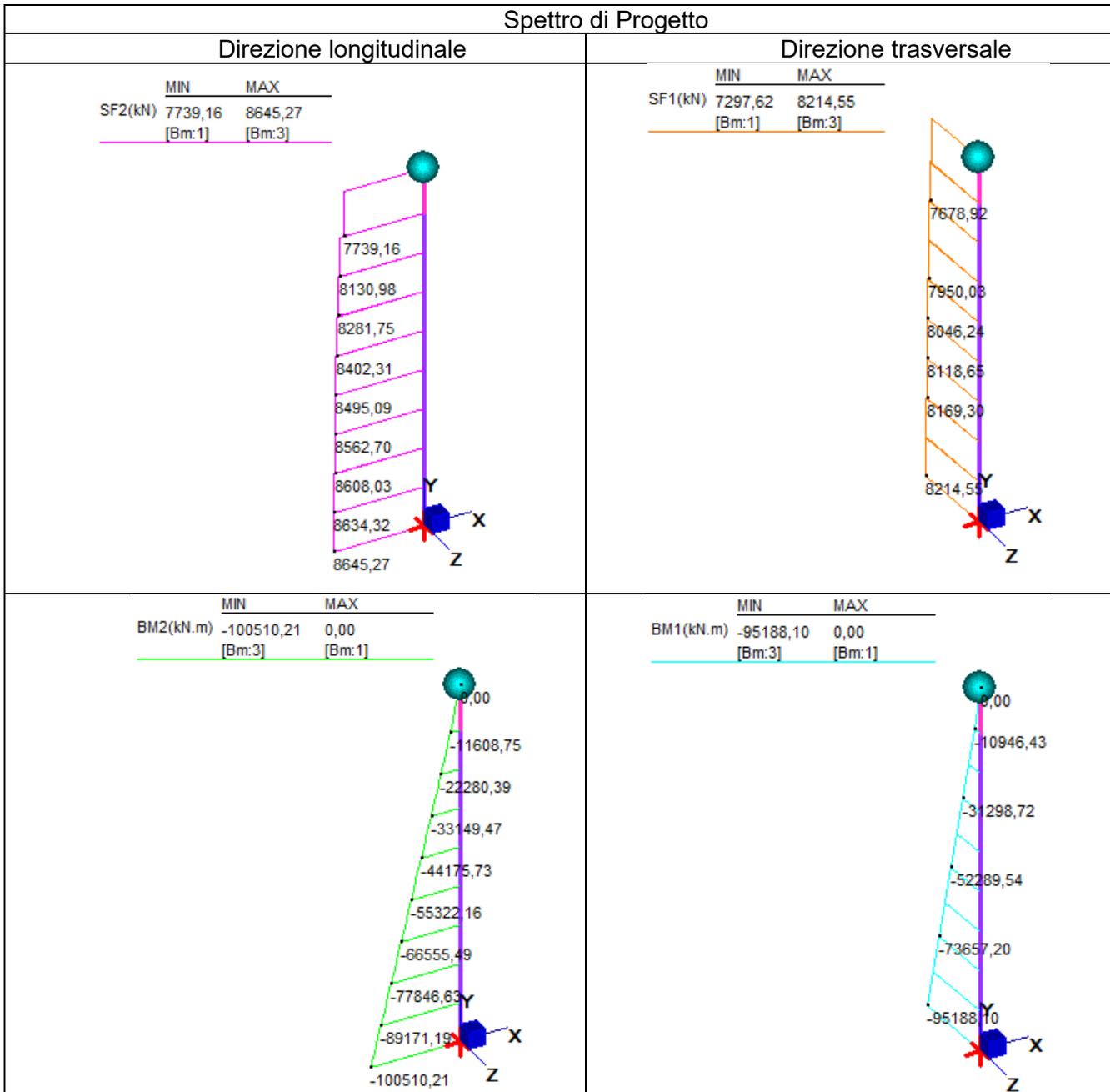


Tabella 53 - Pila fessurata - Riepilogo Taglio e Momento analisi con spettro di progetto

Le azioni sollecitanti considerate ai fini della verifica fanno riferimento alla condizione più gravosa per la pila in esame, coincidenti con le sollecitazioni di taglio e momento associate alla condizione di pila fessurata.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	164

#### 11.4 AZIONI IMPALCATI

Mediante l'ausilio di un foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali ( $G_{k1}$ ), non strutturali ( $G_{k2}$ ) e accidentali ( $Q_{ki}$ ) derivanti dagli scarichi degli impalcati in appoggio, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

Tutte le azioni elementari caratteristiche, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze  $F_x$  (trasversali),  $F_y$  (longitudinali),  $F_z$  (verticali) e momenti  $M_x$  (longitudinali),  $M_y$  (trasversali),  $M_z$  (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso pulvino, e i rispettivi assi  $x, y, z$  come riportato nella figura seguente.

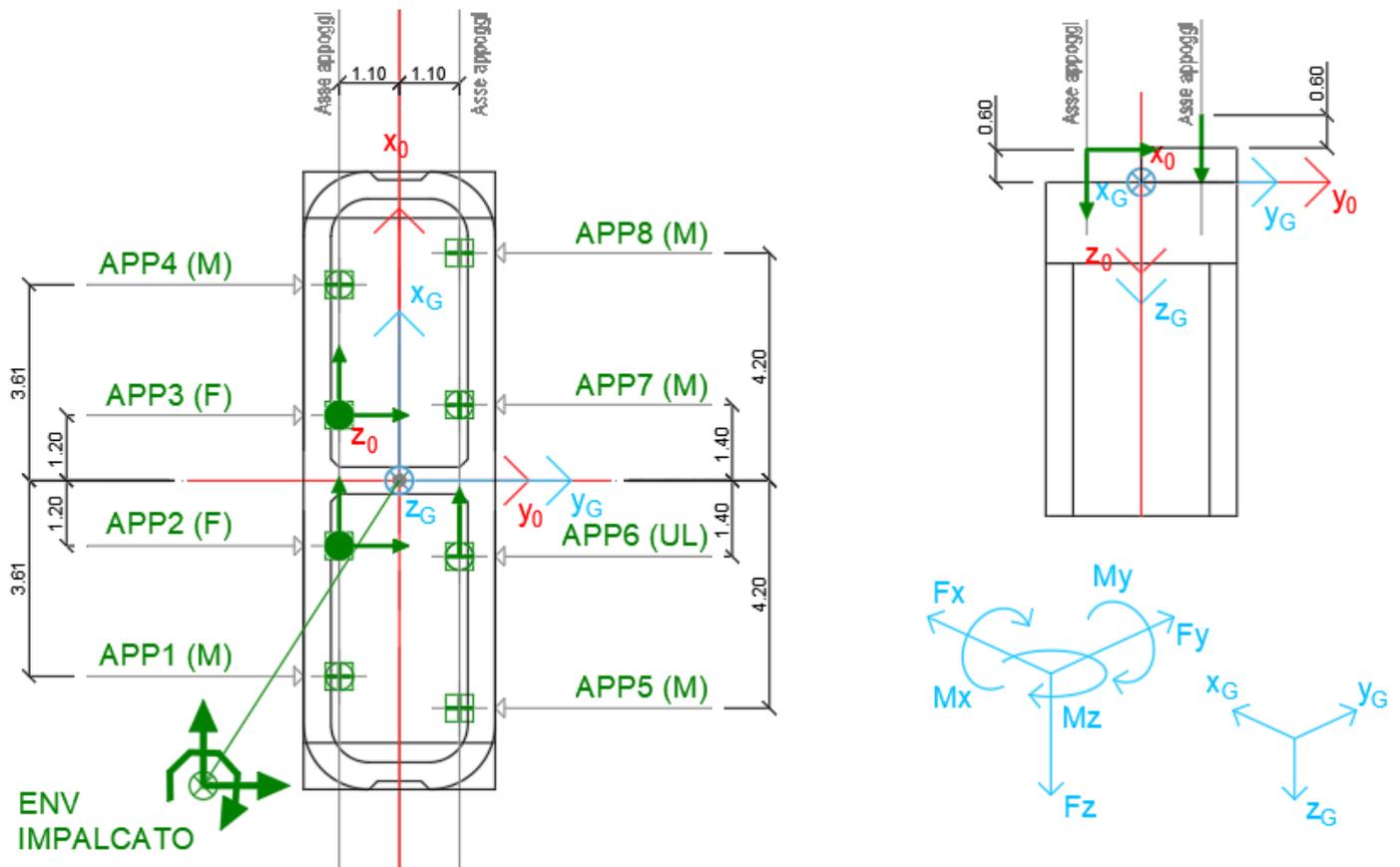


Figura 45 – Sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate sulla sottostruttura

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>165</b>

NOME: <b>PILA P8 CAP-ACC H=12m</b>		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (IMPALCATO ACCIAIO L=40m)															
APPOGGIO 1 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1310	-4,20	1,10	-0,60	1441	5501	0	0	0	1310	1441	5501	0
G2,1 (ballast)	0	0	320	-4,20	1,10	-0,60	352	1344	0	0	0	320	352	1344	0
G2,2 (velette)	0	0	280	-4,20	1,10	-0,60	308	1176	0	0	0	280	308	1176	0
G2,3 (arredi)	0	0	540	-4,20	1,10	-0,60	594	2268	0	0	0	540	594	2268	0
G2,4 (barriere)	0	0	700	-4,20	1,10	-0,60	770	2940	0	0	0	700	770	2940	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-4	-4,20	1,10	-0,60	-4	-15	0	0	0	-4	-4	-15	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-4	-4,20	1,10	-0,60	-4	-17	0	0	0	-4	-4	-17	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-51	-4,20	1,10	-0,60	-56	-214	0	0	0	-51	-56	-214	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-5	-4,20	1,10	-0,60	-6	-21	0	0	0	-5	-6	-21	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-3	-4,20	1,10	-0,60	-3	-13	0	0	0	-3	-3	-13	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-41	-4,20	1,10	-0,60	-45	-172	0	0	0	-41	-45	-172	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-17	-4,20	1,10	-0,60	-18	-70	0	0	0	-17	-18	-70	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-37	-4,20	1,10	-0,60	-41	-156	0	0	0	-37	-41	-156	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-37	-4,20	1,10	-0,60	-41	-156	0	0	0	-37	-41	-156	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-4,20	1,10	-0,60	-45	-171	0	0	0	-41	-45	-171	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-4,20	1,10	-0,60	-49	-188	0	0	0	-45	-49	-188	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-4,20	1,10	-0,60	-49	-188	0	0	0	-45	-49	-188	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-4,20	1,10	-0,60	-32	-123	0	0	0	-29	-32	-123	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	61	-4,20	1,10	-0,60	67	256	0	0	0	61	67	256	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1062	-4,20	1,10	-0,60	1168	4460	0	0	0	1062	1168	4460	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	92	-4,20	1,10	-0,60	102	388	0	0	0	92	102	388	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	94	0	-4,20	1,10	-0,60	57	0	-397	0	94	0	57	0	-397
Q8 Fa,Q (attrito)	0	32	0	-4,20	1,10	-0,60	19	0	-134	0	32	0	19	0	-134
APPOGGIO 2 (F)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	670	-1,40	1,10	-0,60	737	938	0	0	0	670	737	938	0
G2,1 (ballast)	0	0	980	-1,40	1,10	-0,60	1078	1372	0	0	0	980	1078	1372	0
G2,2 (velette)	0	0	-140	-1,40	1,10	-0,60	-154	-196	0	0	0	-140	-154	-196	0
G2,3 (arredi)	0	0	-60	-1,40	1,10	-0,60	-66	-84	0	0	0	-60	-66	-84	0
G2,4 (barriere)	0	0	-300	-1,40	1,10	-0,60	-330	-420	0	0	0	-300	-330	-420	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	-214	-18	-1,40	1,10	-0,60	-148	-25	300	0	-214	-18	-148	-25	300
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-236	-20	-1,40	1,10	-0,60	-163	-27	330	0	-236	-20	-163	-27	330
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1336	-35	-1,40	1,10	-0,60	763	-50	-1870	0	1336	-35	763	-50	-1870
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-300	-25	-1,40	1,10	-0,60	-208	-35	420	0	-300	-25	-208	-35	420
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-189	-16	-1,40	1,10	-0,60	-130	-22	264	0	-189	-16	-130	-22	264
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	1069	-28	-1,40	1,10	-0,60	610	-40	-1496	0	1069	-28	610	-40	-1496
Q4 B1-SW2 (centr)	20	0	-6	-1,40	1,10	-0,60	-6	-20	-22	20	0	-6	-6	-20	-22
Q4 B1-LM71 (centr)	46	0	-12	-1,40	1,10	-0,60	-14	-45	-50	46	0	-12	-14	-45	-50
Q4 B2-LM71 (centr)	46	0	-12	-1,40	1,10	-0,60	-14	-45	-50	46	0	-12	-14	-45	-50
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,40	1,10	-0,60	-15	-49	-55	50	0	-14	-15	-49	-55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,40	1,10	-0,60	-16	-54	-61	55	0	-15	-16	-54	-61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,40	1,10	-0,60	-16	-54	-61	55	0	-15	-16	-54	-61
Q6 (vento)	205	0	45	-1,40	1,10	-0,60	49	-60	-225	205	0	45	49	-60	-225
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	395	-1,40	1,10	-0,60	434	553	0	0	0	395	434	553	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	728	-1,40	1,10	-0,60	801	1020	0	0	0	728	801	1020	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	462	-1,40	1,10	-0,60	508	647	0	0	0	462	508	647	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	34	0	-1,40	1,10	-0,60	21	0	-48	0	34	0	21	0	-48
Q8 Fa,Q (attrito)	0	22	0	-1,40	1,10	-0,60	13	0	-31	0	22	0	13	0	-31
APPOGGIO 3 (F)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	670	1,40	1,10	-0,60	737	-938	0	0	0	670	737	-938	0
G2,1 (ballast)	0	0	980	1,40	1,10	-0,60	1078	-1372	0	0	0	980	1078	-1372	0
G2,2 (velette)	0	0	-140	1,40	1,10	-0,60	-154	196	0	0	0	-140	-154	196	0
G2,3 (arredi)	0	0	-60	1,40	1,10	-0,60	-66	84	0	0	0	-60	-66	84	0
G2,4 (barriere)	0	0	-300	1,40	1,10	-0,60	-330	420	0	0	0	-300	-330	420	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	1214	-32	1,40	1,10	-0,60	693	45	1700	0	1214	-32	693	45	1700
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1336	-35	1,40	1,10	-0,60	763	50	1870	0	1336	-35	763	50	1870
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-236	-20	1,40	1,10	-0,60	-163	27	-330	0	-236	-20	-163	27	-330
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1700	-45	1,40	1,10	-0,60	971	63	2380	0	1700	-45	971	63	2380
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	1069	-28	1,40	1,10	-0,60	610	40	1496	0	1069	-28	610	40	1496
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-189	-16	1,40	1,10	-0,60	-130	22	-264	0	-189	-16	-130	22	-264
Q4 B1-SW2 (centr)	20	0	6	1,40	1,10	-0,60	6	-20	-22	20	0	6	6	-20	-22
Q4 B1-LM71 (centr)	46	0	12	1,40	1,10	-0,60	14	-45	-50	46	0	12	14	-45	-50
Q4 B2-LM71 (centr)	46	0	12	1,40	1,10	-0,60	14	-45	-50	46	0	12	14	-45	-50
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,40	1,10	-0,60	15	-49	-55	50	0	14	15	-49	-55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,40	1,10	-0,60	16	-54	-61	55	0	15	16	-54	-61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,40	1,10	-0,60	16	-54	-61	55	0	15	16	-54	-61
Q6 (vento)	205	0	118	1,40	1,10	-0,60	130	-289	-225	205	0	118	130	-289	-225
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	728	1,40	1,10	-0,60	801	-1020	0	0	0	728	801	-1020	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	395	1,40	1,10	-0,60	434	-553	0	0	0	395	434	-553	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	832	1,40	1,10	-0,60	915	-1164	0	0	0	832	915	-1164	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	34	0	1,40	1,10	-0,60	21	0	48	0	34	0	21	0	48
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	1,40	1,10	-0,60	15	0	35	0	25	0	15	0	35

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>166</b>

APPOGGIO 4 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1310	4,20	1,10	-0,60	1441	-5501	0	0	0	1310	1441	-5501	0
G2,1 (ballast)	0	0	320	4,20	1,10	-0,60	352	-1344	0	0	0	320	352	-1344	0
G2,2 (velette)	0	0	280	4,20	1,10	-0,60	308	-1176	0	0	0	280	308	-1176	0
G2,3 (arredi)	0	0	540	4,20	1,10	-0,60	594	-2268	0	0	0	540	594	-2268	0
G2,4 (barriere)	0	0	700	4,20	1,10	-0,60	770	-2940	0	0	0	700	770	-2940	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-46	4,20	1,10	-0,60	-51	195	0	0	0	-46	-51	195	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-51	4,20	1,10	-0,60	-56	214	0	0	0	-51	-56	214	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-4	4,20	1,10	-0,60	-4	17	0	0	0	-4	-4	17	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-65	4,20	1,10	-0,60	-72	273	0	0	0	-65	-72	273	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-41	4,20	1,10	-0,60	-45	172	0	0	0	-41	-45	172	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-3	4,20	1,10	-0,60	-3	13	0	0	0	-3	-3	13	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	17	4,20	1,10	-0,60	18	-70	0	0	0	17	18	-70	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	37	4,20	1,10	-0,60	41	-156	0	0	0	37	41	-156	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	37	4,20	1,10	-0,60	41	-156	0	0	0	37	41	-156	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	4,20	1,10	-0,60	45	-171	0	0	0	41	45	-171	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	4,20	1,10	-0,60	49	-188	0	0	0	45	49	-188	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	4,20	1,10	-0,60	49	-188	0	0	0	45	49	-188	0
Q6 (vento)	0	0	192	4,20	1,10	-0,60	211	-807	0	0	0	192	211	-807	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1062	4,20	1,10	-0,60	1168	-4460	0	0	0	1062	1168	-4460	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	61	4,20	1,10	-0,60	67	-256	0	0	0	61	67	-256	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1201	4,20	1,10	-0,60	1321	-5046	0	0	0	1201	1321	-5046	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	94	0	4,20	1,10	-0,60	57	0	397	0	94	0	57	0	397
Q8 Fa,Q (attrito)	0	36	0	4,20	1,10	-0,60	22	0	151	0	36	0	22	0	151

LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO CAP L=25m)

APPOGGIO 5 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	-3,62	-1,10	-1,20	-1183	3887	0	0	0	1075	-1183	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	-1,10	-1,20	-358	1175	0	0	0	325	-358	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	-1,10	-1,20	-248	813	0	0	0	225	-248	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	-1,10	-1,20	-468	1536	0	0	0	425	-468	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	-1,10	-1,20	-633	2079	0	0	0	575	-633	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	66	-3,62	-1,10	-1,20	-72	237	0	0	0	66	-72	237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	-3,62	-1,10	-1,20	-44	144	0	0	0	40	-44	144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	-3,62	-1,10	-1,20	12	-40	0	0	0	-11	12	-40	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	-3,62	-1,10	-1,20	30	-100	0	0	0	-28	30	-100	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	-3,62	-1,10	-1,20	30	-100	0	0	0	-28	30	-100	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	-1,10	-1,20	45	-149	0	0	0	-41	45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-1,20	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-1,20	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	-1,10	-1,20	32	-106	0	0	0	-29	32	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	-1,10	-1,20	17	-56	0	0	0	-15	17	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	-1,10	-1,20	-867	2850	0	0	0	788	-867	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	-1,10	-1,20	95	0	-285	0	79	0	95	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	-1,10	-1,20	28	0	-85	0	24	0	28	0	-85

APPOGGIO 6 (UL)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	-1,21	-1,10	-1,20	-523	573	0	0	0	475	-523	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	-1,10	-1,20	-550	603	0	0	0	500	-550	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	-1,10	-1,20	151	-166	0	0	0	-138	151	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	-1,10	-1,20	248	-271	0	0	0	-225	248	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	-1,10	-1,20	358	-392	0	0	0	-325	358	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	20	-1,21	-1,10	-1,20	-22	24	0	0	0	20	-22	24	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	22	-1,21	-1,10	-1,20	-24	26	0	0	0	22	-24	26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	44	-1,21	-1,10	-1,20	-48	53	0	0	0	44	-48	53	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	21	-1,21	-1,10	-1,20	-23	25	0	0	0	21	-23	25	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	13	-1,21	-1,10	-1,20	-15	16	0	0	0	13	-15	16	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	27	-1,21	-1,10	-1,20	-29	32	0	0	0	27	-29	32	0
Q4 B1-SW2 (centr)	27	0	-4	-1,21	-1,10	-1,20	4	-36	29	27	0	-4	4	-36	29
Q4 B1-LM71 (centr)	67	0	-9	-1,21	-1,10	-1,20	10	-92	74	67	0	-9	10	-92	74
Q4 B2-LM71 (centr)	67	0	-9	-1,21	-1,10	-1,20	10	-92	74	67	0	-9	10	-92	74
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-14	-1,21	-1,10	-1,20	15	-137	110	100	0	-14	15	-137	110
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	-1,10	-1,20	17	-150	121	110	0	-15	17	-150	121
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	-1,10	-1,20	17	-150	121	110	0	-15	17	-150	121
Q6 (vento)	234	0	25	-1,21	-1,10	-1,20	-27	-251	258	234	0	25	-27	-251	258
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	-1,10	-1,20	-278	304	0	0	0	253	-278	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	-1,10	-1,20	-572	627	0	0	0	520	-572	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	-1,10	-1,20	-311	340	0	0	0	283	-311	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	-1,10	-1,20	10	0	-10	0	9	0	10	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	-1,10	-1,20	19	0	-19	0	16	0	19	0	-19

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>167</b>

APPOGGIO 7 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	1,21	-1,10	-1,20	-523	-573	0	0	0	475	-523	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	-1,10	-1,20	-550	-603	0	0	0	500	-550	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	-1,10	-1,20	151	166	0	0	0	-138	151	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	-1,10	-1,20	248	271	0	0	0	-225	248	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	-1,10	-1,20	358	392	0	0	0	-325	358	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	40	1,21	-1,10	-1,20	-44	-48	0	0	0	40	-44	-48	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	44	1,21	-1,10	-1,20	-48	-53	0	0	0	44	-48	-53	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	22	1,21	-1,10	-1,20	-24	-26	0	0	0	22	-24	-26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	42	1,21	-1,10	-1,20	-46	-51	0	0	0	42	-46	-51	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	27	1,21	-1,10	-1,20	-29	-32	0	0	0	27	-29	-32	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	13	1,21	-1,10	-1,20	-15	-16	0	0	0	13	-15	-16	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	4	1,21	-1,10	-1,20	-4	-4	0	0	0	4	-4	-4	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	9	1,21	-1,10	-1,20	-10	-11	0	0	0	9	-10	-11	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	9	1,21	-1,10	-1,20	-10	-11	0	0	0	9	-10	-11	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	14	1,21	-1,10	-1,20	-15	-17	0	0	0	14	-15	-17	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	-1,10	-1,20	-17	-18	0	0	0	15	-17	-18	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	-1,10	-1,20	-17	-18	0	0	0	15	-17	-18	0
Q6 (vento)	0	0	78	1,21	-1,10	-1,20	-86	-95	0	0	0	78	-86	-95	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	-1,10	-1,20	-572	-627	0	0	0	520	-572	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	-1,10	-1,20	-278	-304	0	0	0	253	-278	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	-1,10	-1,20	-622	-681	0	0	0	565	-622	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	-1,10	-1,20	10	0	10	0	9	0	10	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	-1,10	-1,20	20	0	20	0	17	0	20	0	20
APPOGGIO 8 (M)	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	3,62	-1,10	-1,20	-1183	-3887	0	0	0	1075	-1183	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	-1,10	-1,20	-358	-1175	0	0	0	325	-358	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	-1,10	-1,20	-248	-813	0	0	0	225	-248	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	-1,10	-1,20	-468	-1536	0	0	0	425	-468	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	-1,10	-1,20	-633	-2079	0	0	0	575	-633	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	60	3,62	-1,10	-1,20	-66	-216	0	0	0	60	-66	-216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	66	3,62	-1,10	-1,20	-72	-237	0	0	0	66	-72	-237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	63	3,62	-1,10	-1,20	-70	-229	0	0	0	63	-70	-229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	40	3,62	-1,10	-1,20	-44	-144	0	0	0	40	-44	-144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	11	3,62	-1,10	-1,20	-12	-40	0	0	0	11	-12	-40	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	28	3,62	-1,10	-1,20	-30	-100	0	0	0	28	-30	-100	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	28	3,62	-1,10	-1,20	-30	-100	0	0	0	28	-30	-100	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	-1,10	-1,20	-45	-149	0	0	0	41	-45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-1,20	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-1,20	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	-1,10	-1,20	-146	-478	0	0	0	132	-146	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	-1,10	-1,20	-867	-2850	0	0	0	788	-867	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	-1,10	-1,20	17	56	0	0	0	-15	17	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	-1,10	-1,20	-932	-3064	0	0	0	848	-932	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	-1,10	-1,20	95	0	285	0	79	0	95	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	-1,10	-1,20	31	0	92	0	25	0	31	0	92

**Tabella 54 – Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati**

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	168

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>		V <sub>long</sub>		N <sub>vert</sub>		M <sub>long</sub>		M <sub>trasv</sub>		M <sub>torc</sub>		
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	0	0	7060	944	0	0	0	0	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	0	0	4250	1045	0	0	0	0	0	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	0	0	3115	1062	0	0	0	0	0	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	1100	0	1100	-110	539	220	2200	0	220	0	2200	0
	Traffico 2	0	1000	0	1000	-100	490	200	2000	0	200	0	2000	0
	Traffico 3	0	1100	0	1100	21	395	-44	2200	0	-44	0	2200	0
	Traffico 4	0	1000	0	1000	19	359	-40	2000	0	-40	0	2000	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	880	0	880	-88	431	-176	-1760	0	-176	0	-1760	0
	Traffico 2	0	880	0	880	-88	431	-176	-1760	0	-176	0	-1760	0
	Traffico 3	0	880	0	880	-8	344	16	1760	0	16	0	1760	0
	Traffico 4	0	1400	0	1400	-13	547	26	2800	0	26	0	2800	0
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	183	0	0	0	0	0	-805	-201	0	-805	0	-201	0
	Traffico 2	132	0	0	0	0	0	-582	-145	0	-582	0	-145	0
	Traffico 3	159	0	0	0	0	0	-705	-27	0	-705	0	-27	0
	Traffico 4	67	0	0	0	0	0	-300	-15	0	-300	0	-15	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	0	0	-968	-242	0	-968	0	-242	0
	Traffico 2	210	0	0	0	0	0	-924	-231	0	-924	0	-231	0
	Traffico 3	220	0	0	0	0	0	-981	0	0	-981	0	0	0
	Traffico 4	200	0	0	0	0	0	-891	0	0	-891	0	0	0
Qk6 vento	Q6 (vento)	644	0	0	0	532	132	-2208	-193	0	-2208	0	-193	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	0	0	4492	4941	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	0	0	0	4834	5317	-504	0	0	-504	0	0	0
	Traffico 3	0	0	0	0	3792	770	-7899	0	0	-7899	0	0	0
	Traffico 4	0	0	0	0	4283	982	-8579	0	0	-8579	0	0	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	258	0	258	0	155	0	0	0	0	0	0	0
Qk2q Attrito	Traffico 1	0	115	0	115	0	69	0	22	0	0	0	22	0
	Traffico 2	0	115	0	115	0	69	0	22	0	0	0	22	0
	Traffico 3	0	93	0	93	0	79	0	-269	0	0	0	-269	0
	Traffico 4	0	93	0	93	0	79	0	-269	0	0	0	-269	0

Tabella 55 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>169</b>

NomeEnv:	TipoComb:	Num Comb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2 Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-G2,2 (arredi vani)	Gk3a-Traffico 1	Gk3a-Traffico 2	Gk3a-Traffico 3	Gk3a-Traffico 4	Gk3f-Traffico 1	Gk3f-Traffico 2	Gk3f-Traffico 3	Gk3f-Traffico 4	Gk4-Traffico 1	Gk4-Traffico 2	Gk4-Traffico 3	Gk4-Traffico 4	Gk5-Traffico 1	Gk5-Traffico 2	Gk5-Traffico 3	Gk5-Traffico 4	Gk6 vento-Q6 (vento)	Gk1-Traffico 1	Gk1-Traffico 2	Gk1-Traffico 3	Gk1-Traffico 4	Gk2g attrito-Q8 Fa, G (attrito)	Gk2q-Traffico 1	Gk2q-Traffico 2	Gk2q-Traffico 3	Gk2q-Traffico 4		
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00		
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00		
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	2	8	SLU8	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	13	SLU13	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	4	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45	
SLU	4	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	1,45
SLU	5	17	SLU17	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	19	SLU19	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	20	SLU20	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	21	SLU21	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	22	SLU22	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	23	SLU23	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	24	SLU24	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	25	SLU25	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	26	SLU26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	27	SLU27	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	28	SLU28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	29	SLU29	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	30	SLU30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	31	SLU31	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	32	SLU32	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	33	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	34	RA2	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	35	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	36	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	37	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	38	RA6	1,00	1,00	1,00	0,0																											

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	170

NVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU3	27463	1076	-4884	1878	13080	-514
N <sub>vert</sub> Min	SLU20	13627	-965	3313	258	3007	289
V <sub>trasv</sub> Max	SLU9	21274	1164	-4526	1950	11346	-466
V <sub>trasv</sub> Min	SLU23	19313	-965	3313	348	4286	289
M <sub>trasv</sub> Max	SLU19	13627	-965	3313	258	3007	289
M <sub>trasv</sub> Min	SLU7	26804	967	-16165	2223	6797	2894
V <sub>long</sub> Max	SLU16	21123	773	-15311	3963	6229	6385
V <sub>long</sub> Min	SLU32	13946	-579	1988	258	3087	174
M <sub>long</sub> Max	SLU4	27327	827	-3775	3241	13747	-67
M <sub>long</sub> Min	SLU19	13627	-965	3313	258	3007	289
M <sub>torc</sub> Max	SLU16	21123	773	-15311	3963	6229	6385
M <sub>torc</sub> Min	SLU11	21777	1076	-4884	1878	11855	-514

Tabella 57 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA3	19108	342	-1990	1877	9328	-163
N <sub>vert</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
V <sub>trasv</sub> Max	RA1	19078	789	-3063	1957	9071	-185
V <sub>trasv</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>trasv</sub> Max	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>trasv</sub> Min	RA7	18712	267	-9781	2293	4980	3846
V <sub>long</sub> Max	RA8	18714	214	-9546	2773	5161	4810
V <sub>long</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>long</sub> Max	RA4	19071	274	-1684	2253	9512	-39
M <sub>long</sub> Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M <sub>torc</sub> Max	RA8	18714	214	-9546	2773	5161	4810
M <sub>torc</sub> Min	RA9	14957	644	-2208	258	3337	-193
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
N <sub>vert</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	171

V <sub>long</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
V <sub>long</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M <sub>long</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M <sub>long</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M <sub>torc</sub> Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M <sub>torc</sub> Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0

*Tabella 58 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo*

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	172

### 11.5 SOLLECITAZIONI ELEVAZIONE

In analogia con quanto svolto per gli scarichi di impalcato, sempre mediante foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali ( $G_{k1}$ ), non strutturali ( $G_{k2}$ ) e accidentali ( $Q_{ki}$ ) applicate all'elevazione del fusto pila, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuipi di azioni totali ricavate a testa pulvino.

Tutte le azioni elementari caratteristiche sopra descritte, accorpate per gruppi omogenei dello stesso tipo, sono state valutate come forze  $F_x$  (trasversali),  $F_y$  (longitudinali),  $F_z$  (verticali) e momenti  $M_x$  (longitudinali),  $M_y$  (trasversali),  $M_z$  (torcenti) rispetto al punto G, posto al centro della elevazione pila a quota estradosso fondazione, e i rispettivi assi  $x, y, z$  come riportato nella figura seguente.

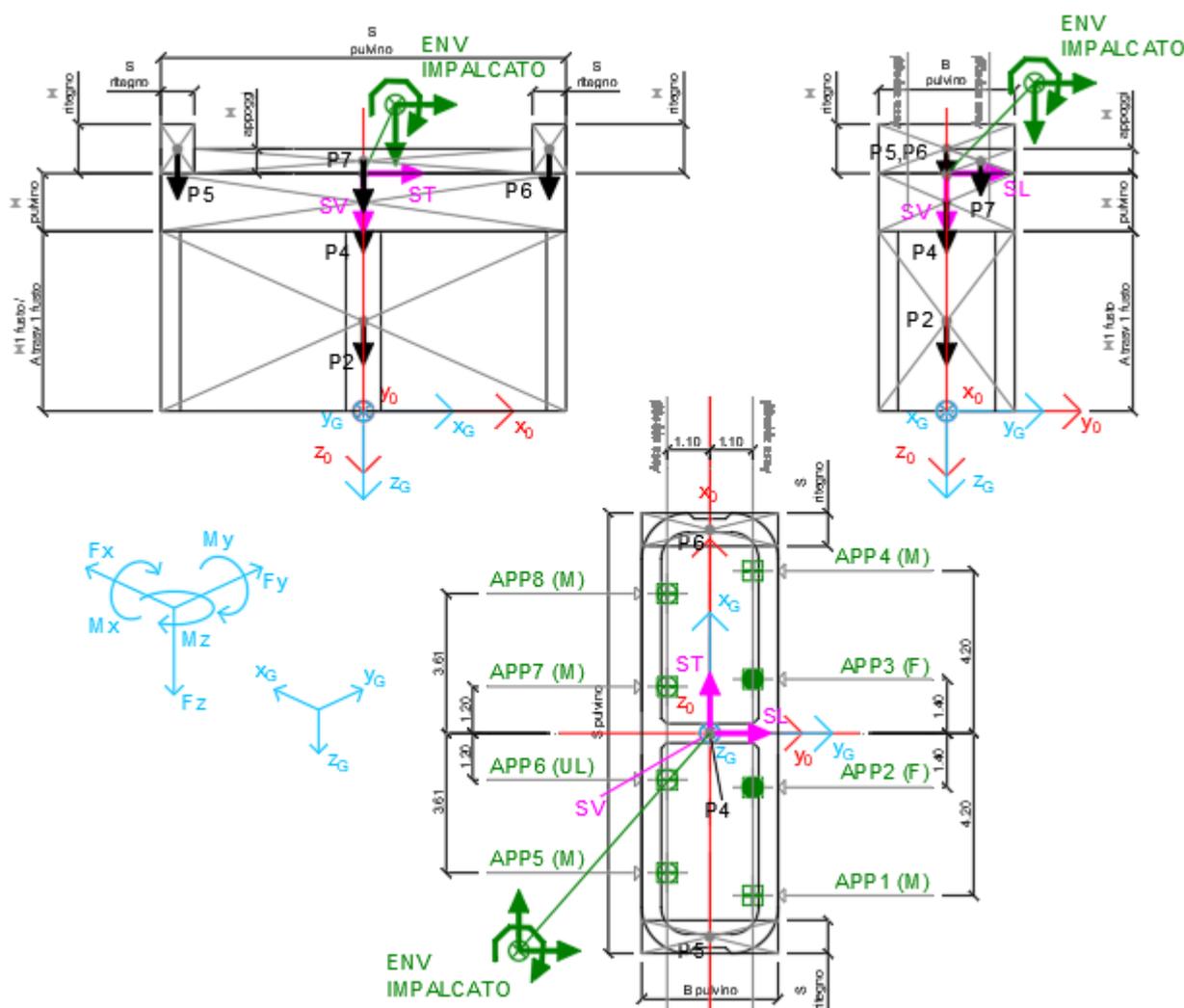


Figura 23 – Sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate ad intradosso pila

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	173

### 11.5.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti.

Il calcolo dei periodi fondamentali di vibrazione, in condizione fessurata e non fessurata come descritto all'inizio del capitolo, dei coefficienti di sovreresistenza  $\gamma_{Rd}$  e i fattori di struttura  $q$ , utili a valutare gli spettri di risposta di progetto  $S_d$  in direzione longitudinale, trasversale e verticale, sono riportati nel seguito.

NOME: ELEVAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO (ANALISI DINAMICA LINEARE)											
CARATTERISTICHE PILA															
$H_{pila}$ (m)	12,00	Altezza pila													
$E$ (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata ( $E=Em$ )													
$E_f$ (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata ( $E=0.50*Em$ )													
DIREZIONE LONGITUDINALE				DIREZIONE TRASVERSALE				DIREZIONE VERTICALE							
(campata fissa: peso impalcato + Traffico 2)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				(campata fissa + mobile: peso imp. + Traffico 4)							
$W_{imp,long}$ (kN)	14425	Peso impalcato		$W_{imp,trasv}$ (kN)	14425			$W_{imp,vert}$ (kN)	14425						
$W_{treno,long}$ (kN)	4834	Traffico 2		$W_{treno,trasv}$ (kN)	4283	Traffico 4		$W_{vert}$ (kg)	4283	Traffico 4					
$W_{eff,long}$ (kN)	15392	Peso eff. impalcato + 20% Traffico		$W_{eff,trasv}$ (kN)	15282			$W_{eff,vert}$ (kN)	15282						
$m_{long}$ (kg)	1568992	Massa efficace portata		$m_{trasv}$ (kg)	1557757			$m_{vert}$ (kg)	1557757						
$T_{1,long}$ (s)	0,251	Periodo di vibrazione (da calcolo FEM)		$T_{1,trasv}$ (s)	0,112			$T_{1,vert}$ (s)	0,041						
$T_{1f,long}$ (s)	0,356	Periodo di vibrazione fessurata (da calcolo FEM)		$T_{1f,trasv}$ (s)	0,158			$T_{1f,vert}$ (s)	0,058						
$T_B$ (s)	0,181			$q$ (-)	1,50			$a_g$ (g)	0,116	PGA verticale					
$T_C$ (s)	0,547							S	1,000						
$a_g$ (g)	0,195	PGA orizzontale						$F_v$	1,509						
S	1,404							$q$ (-)	1,00						
$F_0$	2,532														
$q$ (-)	1,50														
NOME: ELEVAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA											
	$F_{x0}$ (kN)	$F_{y0}$ (kN)	$F_{z0}$ (kN)	$x_0$ (m)	$y_0$ (m)	$z_0$ (m)	$M_{x0}$ (kNm)	$M_{y0}$ (kNm)	$M_{z0}$ (kNm)	$F_{xG}$ (m)	$F_{yG}$ (m)	$F_{zG}$ (m)	$M_{xG}$ (kNm)	$M_{yG}$ (kNm)	$M_{zG}$ (kNm)
Sisma	0	8645	0	0,00	0,00	0,00	100510	0	0						
masse	0	8645	0				100510	0	0	0	8645	0	100510	0	0
efficaci	8215	0	0	0,00	0,00	0,00	0	-95188	0						
	8215	0	0				0	-95188	0	8215	0	0	0	-95188	0
SV	0	0	5629	0,00	0,00	0,00	0	0	0						
	0	0	5629				0	0	0	0	0	5629	0	0	0

Tabella 59 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	174

NOME: ELEVAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE											
H1 fusto (m)	10,50	Area trasv 2 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	B pulvino (m)	3,50	H piano appoggi (m)	0,60	X <sub>G</sub> elevazione	0,00						
H2 fusto (m)	0,00	H pulvino (m)	1,50	H ritegno (m)	0,84	S piano appoggi (m)	8,80	Y <sub>G</sub> elevazione	0,00						
Area trasv 1 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	S pulvino (m)	11,40	S ritegno (m)	1,30	Z <sub>G</sub> elevazione	0,00								
NOME: ELEVAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA											
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
Peso proprio	P2	0	0	3667	0,00	0,00	-5,25	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-10,50	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	1496	0,00	0,00	-11,25	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5	0	0	96	5,05	0,00	-12,42	0	-483	0	0	0	0	0	0
	P6	0	0	96	-5,05	0,00	-12,42	0	483	0	0	0	0	0	0
	P7	0	0	231	0,00	1,75	-12,30	404	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	5585				404	0	0	0	0	5585	404	0
NOME: ELEVAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO											
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
ENV SLU	Nvert Max	1076	1878	27463	0,00	0,00	-12,00	13080	-4884	-514	1076	1878	27463	35611	-17790
	Nvert Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-12,00	3007	3313	289	-965	258	13627	6103	14898
	Vtrasv Max	1164	1950	21274	0,00	0,00	-12,00	11346	-4526	-466	1164	1950	21274	34747	-18489
	Vtrasv Min	-965	348	19313	0,00	0,00	-12,00	4286	3313	289	-965	348	19313	8465	14898
	Mtrasv Max	-965	258	13627	0,00	0,00	-12,00	3007	3313	289	-965	258	13627	6103	14898
	Mtrasv Min	967	2223	26804	0,00	0,00	-12,00	6797	-16165	2894	967	2223	26804	33474	-27770
	Vlong Max	773	3963	21123	0,00	0,00	-12,00	6229	-15311	6385	773	3963	21123	53786	-24589
	Vlong Min	-579	258	13946	0,00	0,00	-12,00	3087	1988	174	-579	258	13946	6182	8939
	Mlong Max	827	3241	27327	0,00	0,00	-12,00	13747	-3775	-67	827	3241	27327	52634	-13704
	Mlong Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-12,00	3007	3313	289	-965	258	13627	6103	14898
	Mtorc Max	773	3963	21123	0,00	0,00	-12,00	6229	-15311	6385	773	3963	21123	53786	-24589
	Mtorc Min	1076	1878	21777	0,00	0,00	-12,00	11855	-4884	-514	1076	1878	21777	34386	-17790
ENV SLE RA	Nvert Max	342	1877	19108	0,00	0,00	-12,00	9328	-1990	-163	342	1877	19108	31848	-6097
	Nvert Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6169	9932
	Vtrasv Max	789	1957	19078	0,00	0,00	-12,00	9071	-3063	-185	789	1957	19078	32551	-12532
	Vtrasv Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6169	9932
	Mtrasv Max	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6169	9932
	Mtrasv Min	267	2293	18712	0,00	0,00	-12,00	4980	-9781	3846	267	2293	18712	32492	-12991
	Vlong Max	214	2773	18714	0,00	0,00	-12,00	5161	-9546	4810	214	2773	18714	38433	-12114
	Vlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6169	9932
	Mlong Max	274	2253	19071	0,00	0,00	-12,00	9512	-1684	-39	274	2253	19071	36544	-4970
	Mlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-12,00	3073	2208	193	-644	258	13893	6169	9932
	Mtorc Max	214	2773	18714	0,00	0,00	-12,00	5161	-9546	4810	214	2773	18714	38433	-12114
	Mtorc Min	644	258	14957	0,00	0,00	-12,00	3337	-2208	-193	644	258	14957	6433	-9932
ENV SLE QP	Nvert Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,00	3205	0	0	0	258	14425	6301	0
	Nvert Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,00	3205	0	0	0	258	14425	6301	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,00	3205	0	0	0	258	14425	6301	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Vlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,00	3205	0	0	0	258	14425	6301	0
	Vlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Mlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,00	3205	0	0	0	258	14425	6301	0
	Mlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Mtorc Max	0	258	14425	0,00	0,00	-12,00	3205	0	0	0	258	14425	6301	0
	Mtorc Min	0	0	14425	0,00	0,00	-12,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0

Tabella 60 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	175

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	5585	404	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	1076	1878	27463	35611	-17790	-514
	Nvert Min	-965	258	13627	6103	14898	289
	Vtrasv Max	1164	1950	21274	34747	-18489	-466
	Vtrasv Min	-965	348	19313	8465	14898	289
	Mtrasv Max	-965	258	13627	6103	14898	289
	Mtrasv Min	967	2223	26804	33474	-27770	2894
	Vlong Max	773	3963	21123	53786	-24589	6385
	Vlong Min	-579	258	13946	6182	8939	174
	Mlong Max	827	3241	27327	52634	-13704	-67
	Mlong Min	-965	258	13627	6103	14898	289
	Mtorc Max	773	3963	21123	53786	-24589	6385
	Mtorc Min	1076	1878	21777	34386	-17790	-514
SLE RA Impalcato	Nvert Max	342	1877	19108	31848	-6097	-163
	Nvert Min	-644	258	13893	6169	9932	193
	Vtrasv Max	789	1957	19078	32551	-12532	-185
	Vtrasv Min	-644	258	13893	6169	9932	193
	Mtrasv Max	-644	258	13893	6169	9932	193
	Mtrasv Min	267	2293	18712	32492	-12991	3846
	Vlong Max	214	2773	18714	38433	-12114	4810
	Vlong Min	-644	258	13893	6169	9932	193
	Mlong Max	274	2253	19071	36544	-4970	-39
	Mlong Min	-644	258	13893	6169	9932	193
	Mtorc Max	214	2773	18714	38433	-12114	4810
	Mtorc Min	644	258	14957	6433	-9932	-193
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	258	14425	6301	0	0
	Nvert Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	6301	0	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	6301	0	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vlong Max	0	258	14425	6301	0	0
	Vlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mlong Max	0	258	14425	6301	0	0
	Mlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtorc Max	0	258	14425	6301	0	0
	Mtorc Min	0	0	14425	3050	0	0



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	177

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU9	34867	827	-13704	3241	53180	-67
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	19212	-965	14898	258	6507	289
V <sub>trasv</sub> Max	SLU3	28815	1164	-18489	1950	35293	-466
V <sub>trasv</sub> Min	SLU17	19212	-965	14898	258	6507	289
M <sub>trasv</sub> Max	SLU2	21167	-965	14898	258	6649	289
M <sub>trasv</sub> Min	SLU18	32390	967	-27770	2223	33879	2894
V <sub>long</sub> Max	SLU7	28663	773	-24589	3963	54332	6385
V <sub>long</sub> Min	SLU22	19212	-965	14898	258	6507	289
M <sub>long</sub> Max	SLU7	28663	773	-24589	3963	54332	6385
M <sub>long</sub> Min	SLU14	19212	-965	14898	258	6507	289
M <sub>torc</sub> Max	SLU7	28663	773	-24589	3963	54332	6385
M <sub>torc</sub> Min	SLU24	27362	1076	-17790	1878	34790	-514
INVILUPPO: SLV		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	25639	2464	-28556	2852	36858	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	14382	2464	-28556	2852	36858	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	21699	8215	-95188	2852	36858	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	14382	2464	-28556	2852	36858	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	21699	2464	-28556	8903	107215	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV3	21699	8215	-95188	2852	36858	0
V <sub>long</sub> Max	SLV1	21699	2464	-28556	8903	107215	0
V <sub>long</sub> Min	SLV5	25639	2464	-28556	2852	36858	0
M <sub>long</sub> Max	SLV1	21699	2464	-28556	8903	107215	0
M <sub>long</sub> Min	SLV5	25639	2464	-28556	2852	36858	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	25639	2464	-28556	2852	36858	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	14382	2464	-28556	2852	36858	0

Tabella 63 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	178

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	24694	342	-6097	1877	32252	-163
N <sub>vert</sub> Min	RA10	19478	-644	9932	258	6573	193
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	24664	789	-12532	1957	32955	-185
V <sub>trasv</sub> Min	RA2	19478	-644	9932	258	6573	193
M <sub>trasv</sub> Max	RA2	19478	-644	9932	258	6573	193
M <sub>trasv</sub> Min	RA6	24298	267	-12991	2293	32896	3846
V <sub>long</sub> Max	RA7	24299	214	-12114	2773	38837	4810
V <sub>long</sub> Min	RA12	20543	644	-9932	258	6837	-193
M <sub>long</sub> Max	RA7	24299	214	-12114	2773	38837	4810
M <sub>long</sub> Min	RA2	19478	-644	9932	258	6573	193
M <sub>torc</sub> Max	RA7	24299	214	-12114	2773	38837	4810
M <sub>torc</sub> Min	RA12	20543	644	-9932	258	6837	-193
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP1	20011	0	0	258	6705	0
N <sub>vert</sub> Min	QP12	20011	0	0	0	3455	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP1	20011	0	0	258	6705	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP12	20011	0	0	0	3455	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP1	20011	0	0	258	6705	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP12	20011	0	0	0	3455	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	20011	0	0	258	6705	0
V <sub>long</sub> Min	QP12	20011	0	0	0	3455	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	20011	0	0	258	6705	0
M <sub>long</sub> Min	QP12	20011	0	0	0	3455	0
M <sub>torc</sub> Max	QP1	20011	0	0	258	6705	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	20011	0	0	0	3455	0

Tabella 64 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	179

### 11.6 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

In analogia con quanto svolto per le elevazioni, sempre mediante foglio di calcolo si sono valutate le azioni risultanti rispetto al punto G posto al centro palificata a quota testa pali.

Il calcolo è stato suddiviso per le azioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, queste ultime adottando uno spettro di progetto elastico con  $q=1.00$  per tutte le direzioni, e sismiche SLV GR, adottando uno spettro di progetto con  $q>1.00$ , secondo le valutazioni sulle sezioni strutturali come descritto nell'analisi dei carichi per le azioni sismiche e nell'analisi delle elevazioni.

Le SLV EL, rappresentando il limite superiore delle azioni sismiche che le soprastrutture possono trasmettere alle fondazioni secondo le norme tecniche, sono valutate nell'ipotesi di spettri elastici  $q=1.00$ .

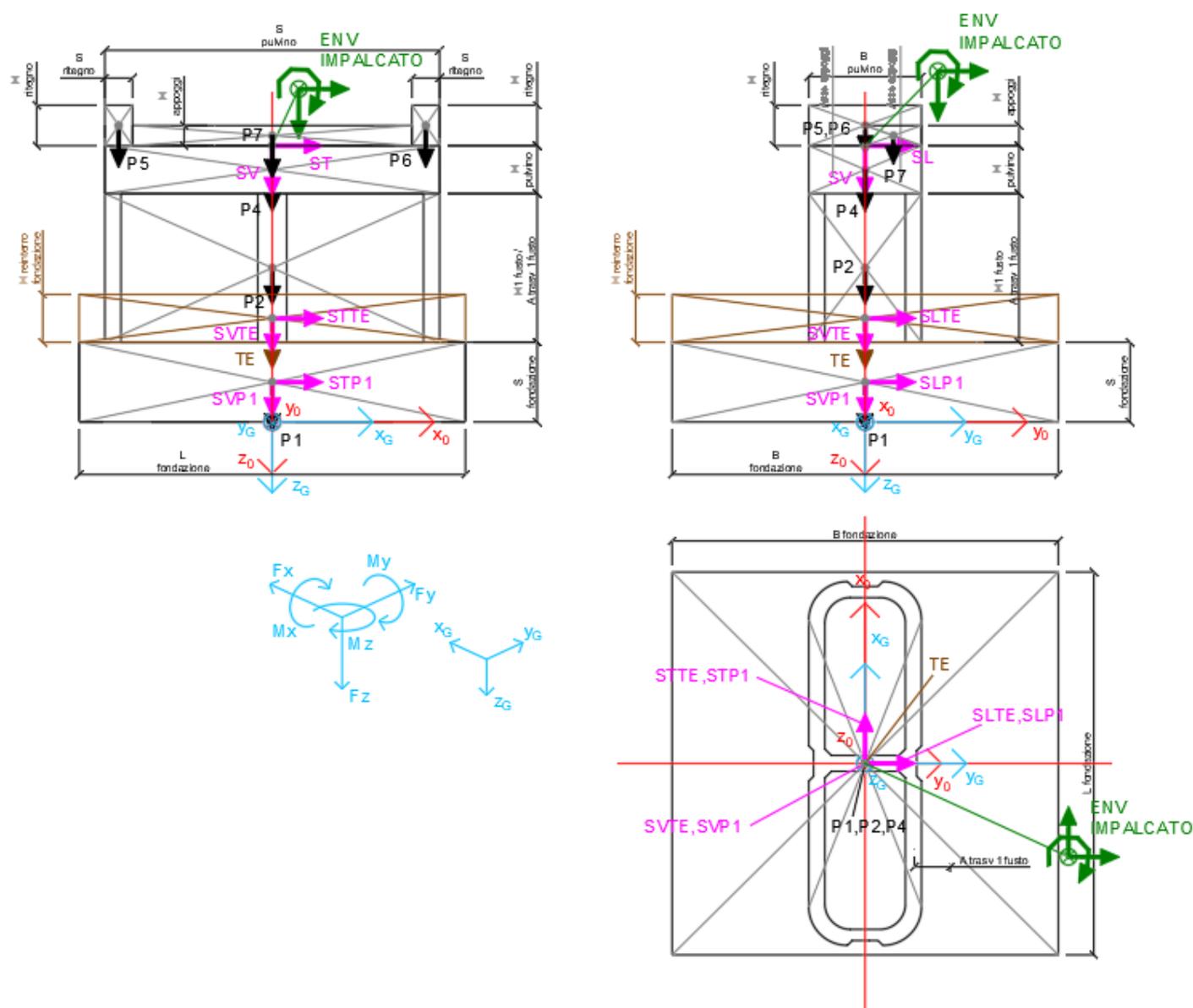


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>180</b>

### 11.6.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV EL)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti, considerando gli involucri totali delle azioni derivanti dal calcolo delle elevazioni.

Il calcolo dei periodi fondamentali di vibrazione, in condizione fessurata e non fessurata come descritto all'inizio del capitolo, sono riportati nel seguito.

NOME: FONDAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO (ANALISI DINAMICA LINEARE)												
CARATTERISTICHE PILA																
H <sub>pila</sub> (m)	12,00	Altezza pila														
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em)														
E <sub>r</sub> (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)														
DIREZIONE LONGITUDINALE				DIREZIONE TRASVERSALE				DIREZIONE VERTICALE								
(campata fissa: peso impalcato + Traffico 2)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				(campata fissa + mobile: peso imp. + Traffico 4)								
W <sub>imp,long</sub> (kN)	14425	Peso impalcato		W <sub>imp,trasv</sub> (kN)	14425			W <sub>imp,vert</sub> (kN)	14425							
W <sub>treno,long</sub> (kN)	4834	Traffico 2		W <sub>treno,trasv</sub> (kN)	4283	Traffico 4		W <sub>vert</sub> (kg)	4283	Traffico 4						
W <sub>eff,long</sub> (kN)	15392	Peso eff. impalcato + 20% Traffico		W <sub>eff,trasv</sub> (kN)	15282			W <sub>eff,vert</sub> (kN)	15282							
m <sub>long</sub> (kg)	1568992	Massa efficace portata		m <sub>trasv</sub> (kg)	1557757			m <sub>vert</sub> (kg)	1557757							
T <sub>1,long</sub> (s)	0,251	Periodo di vibrazione (da calcolo FEM)		T <sub>1,trasv</sub> (s)	0,112			T <sub>1,vert</sub> (s)	0,041							
T <sub>1f,long</sub> (s)	0,356	Periodo di vibrazione fessurata (da calcolo FEM)		T <sub>1f,trasv</sub> (s)	0,158			T <sub>1f,vert</sub> (s)	0,058							
T <sub>B</sub> (s)	0,181			q (-)	1,00			a <sub>g</sub> (g)	0,116	PGA verticale						
T <sub>C</sub> (s)	0,547							S	1,000							
a <sub>g</sub> (g)	0,195	PGA orizzontale						F <sub>v</sub>	1,509							
S	1,404							q (-)	1,00							
F <sub>0</sub>	2,532															
q (-)	1,00															
NOME: FONDAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA												
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)	
Sisma masse efficaci	SL	0	12962	0	0,00	0,00	-2,50	183158	0	0	0	0	12962	0	183158	0
	ST	11995	0	0	0,00	0,00	-2,50	0	-169030	0	0	0	11995	0	0	-169030
	SV	0	0	5629	0,00	0,00	-2,50	0	0	0	0	0	0	0	5629	0
Sisma long	SLP1	0	6239	0	0,00	0,00	-1,25	7799	0	0	0	0	0	12228	0	31756
	SLTE	0	5989	0	0,00	0,00	-4,00	23957	0	0	0	0	0	12228	0	31756
Sisma trasv	STP1	5097	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-6371	0	0	0	0	0	0	-25945
	STTE	4893	0	0	0,00	0,00	-4,00	0	-19573	0	0	0	0	0	0	-25945
Sisma vert	SVP1	0	0	1575	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SVTE	0	0	1512	0,00	0,00	-4,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	3088				0	0	0	0	0	0	0	3088	0

Tabella 65 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>181</b>

NOME: FONDAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE											
S fondazione (m)	2,50	H2 fusto (m)	0,00	S pulvino (m)	11,40	H piano appoggi (m)	0,60	X <sub>c</sub> fondazione	0,00						
L fondazione (m)	12,00	Area trasv 1 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	B pulvino (m)	3,50	B piano appoggi (m)	8,80	Y <sub>c</sub> fondazione	0,00						
B fondazione (m)	12,00	Area trasv 2 fusto (m <sup>2</sup> )	13,97	H ritengo (m)	0,84	Peso terreno (kN/m <sup>3</sup> )	20,00	Z <sub>c</sub> fondazione	0,00						
H1 fusto (m)	10,50	H pulvino (m)	1,50	S ritengo (m)	1,30	H rientro fondazione (m)	3,00								
NOME: FONDAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA											
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
Peso proprio	P1	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	0	0	0
	P2	0	0	3667	0,00	0,00	-7,75	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-13,00	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	1496	0,00	0,00	-13,75	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5	0	0	96	5,05	0,00	-14,92	0	-483	0	0	0	0	0	0
	P6	0	0	96	-5,05	0,00	-14,92	0	483	0	0	0	0	0	0
	P7	0	0	231	0,00	1,75	-14,80	404	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	14585				404	0	0	0	0	14585	404	0
Peso terreno	TE	0	0	8640	0,00	0,00	-4,00	0	0	0	0	0	8640	0	0
		0	0	8640				0	0	0	0	0	8640	0	0
NOME: FONDAZIONE PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO											
	F <sub>x0</sub> (kN)	F <sub>y0</sub> (kN)	F <sub>z0</sub> (kN)	x <sub>0</sub> (m)	y <sub>0</sub> (m)	z <sub>0</sub> (m)	M <sub>x0</sub> (kNm)	M <sub>y0</sub> (kNm)	M <sub>z0</sub> (kNm)	F <sub>xG</sub> (m)	F <sub>yG</sub> (m)	F <sub>zG</sub> (m)	M <sub>xG</sub> (kNm)	M <sub>yG</sub> (kNm)	M <sub>zG</sub> (kNm)
ENV	Nvert Max	1076	1878	27463	0,00	0,00	-14,50	13080	-4884	-514	1076	1878	27463	40304	-20479
SLU	Nvert Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-14,50	3007	3313	289	-965	258	13627	6748	17312
	Vtrasv Max	1164	1950	21274	0,00	0,00	-14,50	11346	-4526	-466	1164	1950	21274	39622	-21398
	Vtrasv Min	-965	348	19313	0,00	0,00	-14,50	4286	3313	289	-965	348	19313	9336	17312
	Mtrasv Max	-965	258	13627	0,00	0,00	-14,50	3007	3313	289	-965	258	13627	6748	17312
	Mtrasv Min	967	2223	26804	0,00	0,00	-14,50	6797	-16165	2894	967	2223	26804	39032	-30187
	Vlong Max	773	3963	21123	0,00	0,00	-14,50	6229	-15311	6385	773	3963	21123	63694	-26522
	Vlong Min	-579	258	13946	0,00	0,00	-14,50	3087	1988	174	-579	258	13946	6827	10387
	Mlong Max	827	3241	27327	0,00	0,00	-14,50	13747	-3775	-67	827	3241	27327	60736	-15772
	Mlong Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-14,50	3007	3313	289	-965	258	13627	6748	17312
	Mtorc Max	773	3963	21123	0,00	0,00	-14,50	6229	-15311	6385	773	3963	21123	63694	-26522
	Mtorc Min	1076	1878	21777	0,00	0,00	-14,50	11855	-4884	-514	1076	1878	21777	39080	-20479
ENV	Nvert Max	342	1877	19108	0,00	0,00	-14,50	9328	-1990	-163	342	1877	19108	36540	-6953
SLE RA	Nvert Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-14,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6814	11541
	Vtrasv Max	789	1957	19078	0,00	0,00	-14,50	9071	-3063	-185	789	1957	19078	37442	-14505
	Vtrasv Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-14,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6814	11541
	Mtrasv Max	-644	258	13893	0,00	0,00	-14,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6814	11541
	Mtrasv Min	267	2293	18712	0,00	0,00	-14,50	4980	-9781	3846	267	2293	18712	38224	-13660
	Vlong Max	214	2773	18714	0,00	0,00	-14,50	5161	-9546	4810	214	2773	18714	45365	-12649
	Vlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-14,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6814	11541
	Mlong Max	274	2253	19071	0,00	0,00	-14,50	9512	-1684	-39	274	2253	19071	42176	-5654
	Mlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-14,50	3073	2208	193	-644	258	13893	6814	11541
	Mtorc Max	214	2773	18714	0,00	0,00	-14,50	5161	-9546	4810	214	2773	18714	45365	-12649
	Mtorc Min	644	258	14957	0,00	0,00	-14,50	3337	-2208	-193	644	258	14957	7078	-11541
ENV	Nvert Max	0	258	14425	0,00	0,00	-14,50	3205	0	0	0	258	14425	6946	0
SLE QP	Nvert Min	0	0	14425	0,00	0,00	-14,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-14,50	3205	0	0	0	258	14425	6946	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-14,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-14,50	3205	0	0	0	258	14425	6946	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-14,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Vlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-14,50	3205	0	0	0	258	14425	6946	0
	Vlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-14,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Mlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-14,50	3205	0	0	0	258	14425	6946	0
	Mlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-14,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0
	Mtorc Max	0	258	14425	0,00	0,00	-14,50	3205	0	0	0	258	14425	6946	0
	Mtorc Min	0	0	14425	0,00	0,00	-14,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0

Tabella 66 – Riepilogo azioni elementari statiche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	182

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	14585	404	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	8640	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	1076	1878	27463	40304	-20479	-514
	Nvert Min	-965	258	13627	6748	17312	289
	Vtrasv Max	1164	1950	21274	39622	-21398	-466
	Vtrasv Min	-965	348	19313	9336	17312	289
	Mtrasv Max	-965	258	13627	6748	17312	289
	Mtrasv Min	967	2223	26804	39032	-30187	2894
	Vlong Max	773	3963	21123	63694	-26522	6385
	Vlong Min	-579	258	13946	6827	10387	174
	Mlong Max	827	3241	27327	60736	-15772	-67
	Mlong Min	-965	258	13627	6748	17312	289
	Mtorc Max	773	3963	21123	63694	-26522	6385
	Mtorc Min	1076	1878	21777	39080	-20479	-514
SLE RA Impalcato	Nvert Max	342	1877	19108	36540	-6953	-163
	Nvert Min	-644	258	13893	6814	11541	193
	Vtrasv Max	789	1957	19078	37442	-14505	-185
	Vtrasv Min	-644	258	13893	6814	11541	193
	Mtrasv Max	-644	258	13893	6814	11541	193
	Mtrasv Min	267	2293	18712	38224	-13660	3846
	Vlong Max	214	2773	18714	45365	-12649	4810
	Vlong Min	-644	258	13893	6814	11541	193
	Mlong Max	274	2253	19071	42176	-5654	-39
	Mlong Min	-644	258	13893	6814	11541	193
	Mtorc Max	214	2773	18714	45365	-12649	4810
	Mtorc Min	644	258	14957	7078	-11541	-193
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	258	14425	6946	0	0
	Nvert Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	6946	0	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	6946	0	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vlong Max	0	258	14425	6946	0	0
	Vlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mlong Max	0	258	14425	6946	0	0
	Mlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtorc Max	0	258	14425	6946	0	0
	Mtorc Min	0	0	14425	3050	0	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	183

E Sisma	Sisma long	0	25190	0	214914	0	0
	Sisma trasv	21986	0	0	0	-194975	0
	Sisma vert	0	0	8717	0	0	0

*Tabella 67 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)*



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>185</b>

INVILUPPO: SLU		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLU9	59977	827	-15772	3241	61282	-67
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	36852	-965	17312	258	7152	289
V <sub>trasv</sub> Max	SLU3	53925	1164	-21398	1950	40168	-466
V <sub>trasv</sub> Min	SLU17	36852	-965	17312	258	7152	289
M <sub>trasv</sub> Max	SLU2	46277	-965	17312	258	7294	289
M <sub>trasv</sub> Min	SLU18	50030	967	-30187	2223	39436	2894
V <sub>long</sub> Max	SLU7	53773	773	-26522	3963	64240	6385
V <sub>long</sub> Min	SLU22	36852	-965	17312	258	7152	289
M <sub>long</sub> Max	SLU7	53773	773	-26522	3963	64240	6385
M <sub>long</sub> Min	SLU14	36852	-965	17312	258	7152	289
M <sub>torc</sub> Max	SLU7	53773	773	-26522	3963	64240	6385
M <sub>torc</sub> Min	SLU24	45002	1076	-20479	1878	39484	-514
INVILUPPO: SLV EL		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	46367	6596	-58492	7815	71824	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	28934	6596	-58492	7815	71824	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	40266	21986	-194975	7815	71824	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	28934	6596	-58492	7815	71824	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	40266	6596	-58492	25448	222264	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV3	40266	21986	-194975	7815	71824	0
V <sub>long</sub> Max	SLV1	40266	6596	-58492	25448	222264	0
V <sub>long</sub> Min	SLV5	46367	6596	-58492	7815	71824	0
M <sub>long</sub> Max	SLV1	40266	6596	-58492	25448	222264	0
M <sub>long</sub> Min	SLV5	46367	6596	-58492	7815	71824	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	46367	6596	-58492	7815	71824	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	28934	6596	-58492	7815	71824	0

Tabella 69 – ENV SLU, SLV EL - Azioni totali inviluppo

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	186

INVILUPPO: SLE RA		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	RA1	42334	342	-6953	1877	36944	-163
N <sub>vert</sub> Min	RA10	37118	-644	11541	258	7218	193
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	42304	789	-14505	1957	37847	-185
V <sub>trasv</sub> Min	RA2	37118	-644	11541	258	7218	193
M <sub>trasv</sub> Max	RA2	37118	-644	11541	258	7218	193
M <sub>trasv</sub> Min	RA3	42304	789	-14505	1957	37847	-185
V <sub>long</sub> Max	RA7	41939	214	-12649	2773	45769	4810
V <sub>long</sub> Min	RA12	38183	644	-11541	258	7482	-193
M <sub>long</sub> Max	RA7	41939	214	-12649	2773	45769	4810
M <sub>long</sub> Min	RA2	37118	-644	11541	258	7218	193
M <sub>torc</sub> Max	RA7	41939	214	-12649	2773	45769	4810
M <sub>torc</sub> Min	RA12	38183	644	-11541	258	7482	-193
INVILUPPO: SLE QP		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	QP1	37651	0	0	258	7350	0
N <sub>vert</sub> Min	QP12	37651	0	0	0	3455	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP1	37651	0	0	258	7350	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP12	37651	0	0	0	3455	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP1	37651	0	0	258	7350	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP12	37651	0	0	0	3455	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	37651	0	0	258	7350	0
V <sub>long</sub> Min	QP12	37651	0	0	0	3455	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	37651	0	0	258	7350	0
M <sub>long</sub> Min	QP12	37651	0	0	0	3455	0
M <sub>torc</sub> Max	QP1	37651	0	0	258	7350	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	37651	0	0	0	3455	0

Tabella 70 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	187

### 11.6.2 Analisi sismica (SLV GR)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni sismiche SLV GR, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti. Le azioni risultanti sismiche SLV GR della soprastruttura sono quelle ricavate dall'analisi sismica SLV delle elevazioni opportunamente amplificate per i coefficienti  $\gamma_{Rd}$ , secondo il Metodo della Gerarchia delle Resistenze descritto nei capitoli precedenti.

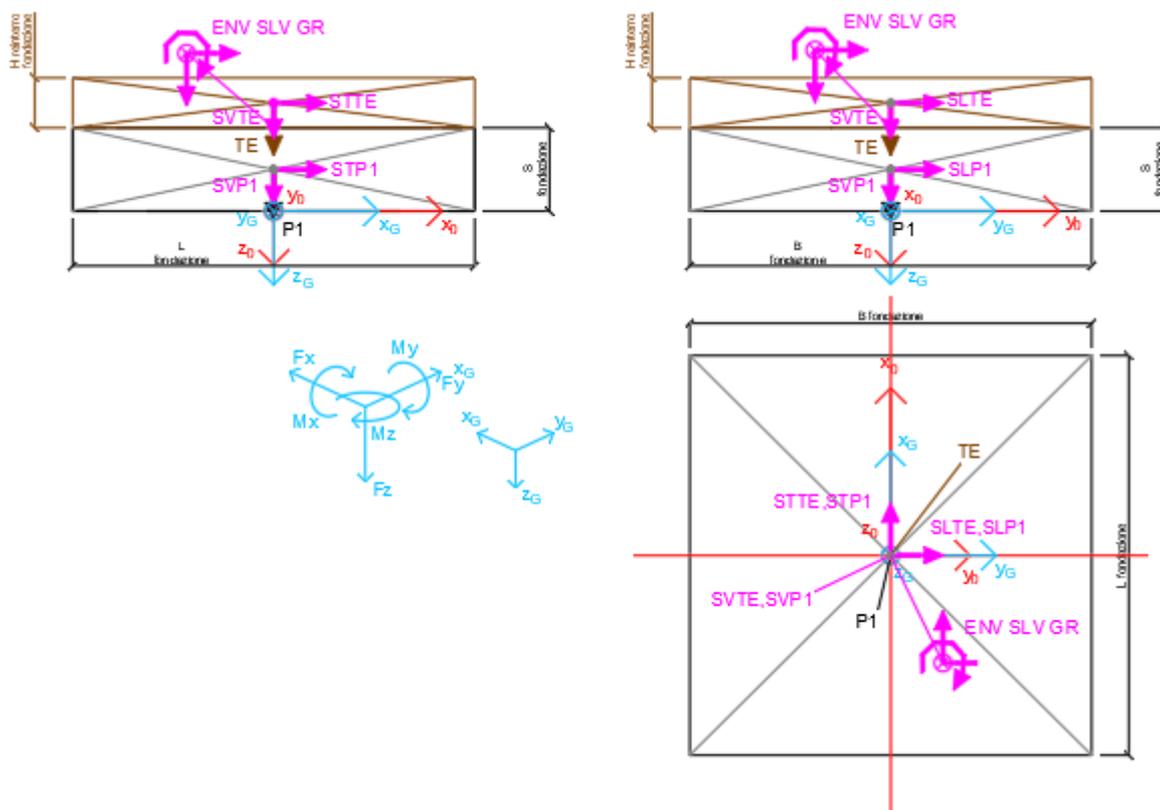


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>188</b>

NOME: FONDAZ. SISMA PILA P8 CAP-ACC H=12m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE												
S fondazione (m)	2,50	$V_{Rd}$ longitudinale	1,10	Peso terreno ( $kN/m^3$ )				20,00	$X_G$ fondazione				0,00			
L fondazione (m)	12,00	$V_{Rd}$ trasversale	1,10	H reinterro fondazione (m)				3,00	$Y_G$ fondazione				0,00			
B fondazione (m)	12,00								$Z_G$ fondazione				0,00			
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA												
	$F_{x0}$ (kN)	$F_{y0}$ (kN)	$F_{z0}$ (kN)	$x_0$ (m)	$y_0$ (m)	$z_0$ (m)	$M_{x0}$ (kNm)	$M_{y0}$ (kNm)	$M_{z0}$ (kNm)	$F_{xG}$ (m)	$F_{yG}$ (m)	$F_{zG}$ (m)	$M_{xG}$ (kNm)	$M_{yG}$ (kNm)	$M_{zG}$ (kNm)	
Peso proprio	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	0	9000	0	0	
Peso terreno	0	0	8640	0,00	0,00	-4,00	0	0	0	0	0	0	8640	0	0	
	0	0	8640				0	0	0	0	0	0	8640	0	0	
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI SISMICHE DA ELEVAZIONE (GR)												
	$F_{x0}$ (kN)	$F_{y0}$ (kN)	$F_{z0}$ (kN)	$x_0$ (m)	$y_0$ (m)	$z_0$ (m)	$M_{x0}$ (kNm)	$M_{y0}$ (kNm)	$M_{z0}$ (kNm)	$F_{xG}$ (m)	$F_{yG}$ (m)	$F_{zG}$ (m)	$M_{xG}$ (kNm)	$M_{yG}$ (kNm)	$M_{zG}$ (kNm)	
ENV	Nvert Max	2711	3137	25639	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	25639	48386	-38189	0
SLV	Nvert Min	2711	3137	14382	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	14382	48386	-38189	0
	Vtrasv Max	9036	3137	21699	0,00	0,00	-2,50	40544	-104707	0	9036	3137	21699	48386	-127297	0
	Vtrasv Min	2711	3137	14382	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	14382	48386	-38189	0
	Mtrasv Max	2711	9794	21699	0,00	0,00	-2,50	117937	-31412	0	2711	9794	21699	142421	-38189	0
	Mtrasv Min	9036	3137	21699	0,00	0,00	-2,50	40544	-104707	0	9036	3137	21699	48386	-127297	0
	Vlong Max	2711	9794	21699	0,00	0,00	-2,50	117937	-31412	0	2711	9794	21699	142421	-38189	0
	Vlong Min	2711	3137	25639	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Mlong Max	2711	9794	21699	0,00	0,00	-2,50	117937	-31412	0	2711	9794	21699	142421	-38189	0
	Mlong Min	2711	3137	25639	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Mtorc Max	2711	3137	25639	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Mtorc Min	2711	3137	14382	0,00	0,00	-2,50	40544	-31412	0	2711	3137	14382	48386	-38189	0
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO												
SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO																
				$a_g$ (g)	0,195	PGA orizzontale				$a_g$ (g)	0,116	PGA verticale				
				S	1,404					S	1,000					
Longitudinale		$S_{d,long}$ (g)	0,2738	Trasversale		$S_{d,trasv}$ (g)	0,2738	Verticale		$S_{d,vert}$ (g)	0,1160					
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P8 CAP-ACC H=12m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA												
Sisma long	SLP1	0	2464	0	0,00	0,00	-1,25	3080	0	0						
	SLTE	0	2365	0	0,00	0,00	-4,00	9462	0	0						
		0	4829	0				12542	0	0	0	4829	0	12542	0	
Sisma trasv	STP1	2464	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-3080	0						
	STTE	2365	0	0	0,00	0,00	-4,00	0	-9462	0						
		4829	0	0				0	-12542	0	4829	0	0	0	-12542	
Sisma vert	SVP1	0	0	1044	0,00	0,00	-1,25	0	0	0						
	SVTE	0	0	1002	0,00	0,00	-4,00	0	0	0						
		0	0	2046				0	0	0	0	0	2046	0	0	

Tabella 71 – Riepilogo azioni elementari statiche e sismiche

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	189

Tipo azione	Descrizione azione	V <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	N <sub>vert</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>trasv</sub>	M <sub>torc</sub>
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	9000	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	8640	0	0	0
E Sisma	Sisma long	0	4829	0	12542	0	0
	Sisma trasv	4829	0	0	0	-12542	0
	Sisma vert	0	0	2046	0	0	0
SLV Impalcato	Nvert Max	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Nvert Min	2711	3137	14382	48386	-38189	0
	Vtrasv Max	9036	3137	21699	48386	-127297	0
	Vtrasv Min	2711	3137	14382	48386	-38189	0
	Mtrasv Max	2711	9794	21699	142421	-38189	0
	Mtrasv Min	9036	3137	21699	48386	-127297	0
	Vlong Max	2711	9794	21699	142421	-38189	0
	Vlong Min	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Mlong Max	2711	9794	21699	142421	-38189	0
	Mlong Min	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Mtorc Max	2711	3137	25639	48386	-38189	0
	Mtorc Min	2711	3137	14382	48386	-38189	0

*Tabella 72 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)*

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>190</b>

NomeInv.	TipoComb.	NumComb.	Comb.	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2 Perm. Non Str.-G2 (terreno)	E-Sisma long	E-Sisma trasv	E-Sisma vert	SLV-Nvert Max	SLV-Nvert Min	SLV-Vtrasv Max	SLV-Vtrasv Min	SLV-Mtrasv Max	SLV-Mtrasv Min	SLV-Vlong Max	SLV-Vlong Min	SLV-Mlong Max	SLV-Mlong Min	SLV-Mtors Max	SLV-Mtors Min
SLV GR 1	1	1	SLV1	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	2	2	SLV2	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	3	3	SLV3	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	4	4	SLV4	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	5	5	SLV5	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	6	6	SLV6	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	7	7	SLV7	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	8	8	SLV8	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	9	9	SLV9	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	10	10	SLV10	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	11	11	SLV11	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	12	12	SLV12	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	13	13	SLV13	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	14	14	SLV14	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	15	15	SLV15	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	16	16	SLV16	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	17	17	SLV17	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	18	18	SLV18	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	19	19	SLV19	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	20	20	SLV20	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	21	21	SLV21	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	22	22	SLV22	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	23	23	SLV23	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	24	24	SLV24	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	25	25	SLV25	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	26	26	SLV26	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	27	27	SLV27	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	28	28	SLV28	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	29	29	SLV29	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	30	30	SLV30	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	31	31	SLV31	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	32	32	SLV32	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	33	33	SLV33	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	34	34	SLV34	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	35	35	SLV35	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	36	36	SLV36	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	37	37	SLV37	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	38	38	SLV38	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	39	39	SLV39	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	40	40	SLV40	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	41	41	SLV41	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	42	42	SLV42	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	43	43	SLV43	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	44	44	SLV44	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	45	45	SLV45	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	46	46	SLV46	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	47	47	SLV47	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	48	48	SLV48	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	49	49	SLV49	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	50	50	SLV50	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	51	51	SLV51	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	52	52	SLV52	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	53	53	SLV53	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	54	54	SLV54	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	55	55	SLV55	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	56	56	SLV56	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	57	57	SLV57	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	58	58	SLV58	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	59	59	SLV59	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	60	60	SLV60	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR 1	61	61	SLV61	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.0											

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	191

INVILUPPO: SLV GR		N <sub>vert</sub>	V <sub>trasv</sub>	M <sub>trasv</sub>	V <sub>long</sub>	M <sub>long</sub>	M <sub>torc</sub>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	45326	4160	-41952	4586	52148	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV72	29976	4160	-41952	4586	52148	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV15	39953	13865	-139839	4586	52148	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV72	29976	4160	-41952	4586	52148	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV25	39953	4160	-41952	14623	154963	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV15	39953	13865	-139839	4586	52148	0
V <sub>long</sub> Max	SLV25	39953	4160	-41952	14623	154963	0
V <sub>long</sub> Min	SLV71	34068	4160	-41952	4586	52148	0
M <sub>long</sub> Max	SLV25	39953	4160	-41952	14623	154963	0
M <sub>long</sub> Min	SLV71	34068	4160	-41952	4586	52148	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV71	34068	4160	-41952	4586	52148	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV72	29976	4160	-41952	4586	52148	0

*Tabella 74 – ENV SLV GR - Azioni totali inviluppo*

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

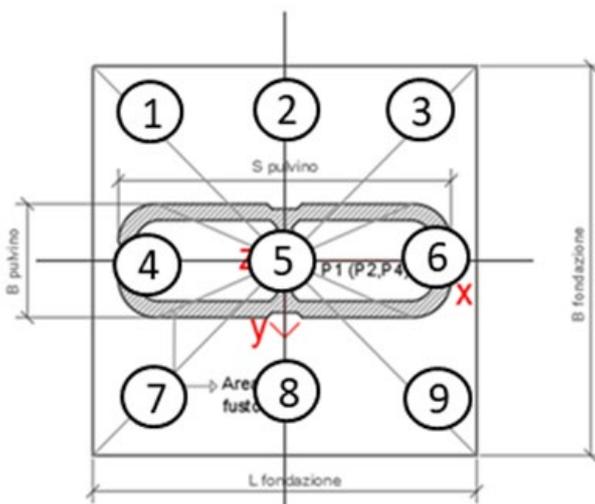
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	192

### 11.7 VERIFICHE ELEVAZIONE

Data le minori sollecitazioni, vedi le verifiche della tipologia di pila di transizione P7.

### 11.8 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei plinti di fondazione, considerando le reazioni in testa palo riportate nella specifica relazione di dimensionamento geotecnico delle palificate, di cui di seguito si riportano gli schemi generali e le azioni calcolate per i vari stati limite.



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	193

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata										
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Hmax, singolo palo	Mmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU9	3810	4394	4979	6080	6664	7248	8350	8934	9518	372	1226
Nvert Min	SLU22	3189	3830	4471	3453	4095	4736	3718	4360	5001	111	365
Vtrasv Max	SLU3	5296	4504	3711	6784	5992	5199	8272	7479	6687	252	833
Vtrasv Min	SLU17	3189	3830	4471	3453	4095	4736	3718	4360	5001	111	365
Mtrasv Max	SLU2	4231	4872	5513	4501	5142	5783	4771	5412	6053	111	365
Mtrasv Min	SLU18	5216	4098	2980	6677	5559	4441	8138	7019	5901	269	891
Vlong Max	SLU7	4578	3596	2613	6957	5975	4992	9336	8354	7372	449	1481
Vlong Min	SLU22	3189	3830	4471	3453	4095	4736	3718	4360	5001	111	365
Mlong Max	SLU7	4578	3596	2613	6957	5975	4992	9336	8354	7372	449	1481
Mlong Min	SLU14	3189	3830	4471	3453	4095	4736	3718	4360	5001	111	365
Mtorc Max	SLU7	4578	3596	2613	6957	5975	4992	9336	8354	7372	449	1481
Mtorc Min	SLU24	4296	3538	2779	5759	5000	4242	7221	6463	5704	240	794
Nvert Max	SLV5	4659	3105	1551	6590	5036	3482	8521	6968	5414	688	2239
Nvert Min	SLV72	2953	1399	-155	4884	3331	1777	6816	5262	3708	688	2239
Vtrasv Max	SLV15	7687	2508	-2671	9618	4439	-740	11550	6371	1191	1623	5153
Vtrasv Min	SLV72	2953	1399	-155	4884	3331	1777	6816	5262	3708	688	2239
Mtrasv Max	SLV25	254	-1300	-2854	5993	4439	2885	11732	10179	8625	1689	5613
Mtrasv Min	SLV15	7687	2508	-2671	9618	4439	-740	11550	6371	1191	1623	5153
Vlong Max	SLV25	254	-1300	-2854	5993	4439	2885	11732	10179	8625	1689	5613
Vlong Min	SLV71	3408	1854	300	5339	3785	2232	7271	5717	4163	688	2239
Mlong Max	SLV25	254	-1300	-2854	5993	4439	2885	11732	10179	8625	1689	5613
Mlong Min	SLV71	3408	1854	300	5339	3785	2232	7271	5717	4163	688	2239
Mtorc Max	SLV71	3408	1854	300	5339	3785	2232	7271	5717	4163	688	2239
Mtorc Min	SLV72	2953	1399	-155	4884	3331	1777	6816	5262	3708	688	2239

<b>SLU</b>	<b>5296</b>	<b>4872</b>	<b>5513</b>		<b>9336</b>	<b>8934</b>	<b>9518</b>	<b>449</b>
<b>SLV</b>	<b>7687</b>	<b>3105</b>	<b>1551</b>		<b>11732</b>	<b>10179</b>	<b>8625</b>	<b>1689</b>

Tabella 75 – ENV SLU, SLV - Azioni normali sulla palificata

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	194

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata										
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Hmax, singolo palo	Mmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	RA1	3078	3335	3593	4446	4704	4961	5815	6072	6330	212	700
Nvert Min	RA10	4284	3857	3429	4552	4124	3697	4819	4392	3964	77	253
Vtrasv Max	RA3	2761	3299	3836	4163	4700	5238	5565	6102	6639	234	774
Vtrasv Min	RA2	4284	3857	3429	4552	4124	3697	4819	4392	3964	77	253
Mtrasv Max	RA2	4284	3857	3429	4552	4124	3697	4819	4392	3964	77	253
Mtrasv Min	RA3	2761	3299	3836	4163	4700	5238	5565	6102	6639	234	846
Vlong Max	RA7	2496	2965	3433	4191	4660	5128	5887	6355	6824	309	1019
Vlong Min	RA12	3538	3965	4393	3815	4243	4670	4092	4520	4947	77	253
Mlong Max	RA7	2496	2965	3433	4191	4660	5128	5887	6355	6824	309	1019
Mlong Min	RA2	4284	3857	3429	4552	4124	3697	4819	4392	3964	77	253
Mtorc Max	RA7	2496	2965	3433	4191	4660	5128	5887	6355	6824	309	1019
Mtorc Min	RA12	3538	3965	4393	3815	4243	4670	4092	4520	4947	77	253
Nvert Max	QP1	3911	3911	3911	4183	4183	4183	4456	4456	4456	29	93
Nvert Min	QP12	4055	4055	4055	4183	4183	4183	4311	4311	4311	0	0
Vtrasv Max	QP1	3911	3911	3911	4183	4183	4183	4456	4456	4456	29	93
Vtrasv Min	QP12	4055	4055	4055	4183	4183	4183	4311	4311	4311	0	0
Mtrasv Max	QP1	3911	3911	3911	4183	4183	4183	4456	4456	4456	29	93
Mtrasv Min	QP12	4055	4055	4055	4183	4183	4183	4311	4311	4311	0	0
Vlong Max	QP1	3911	3911	3911	4183	4183	4183	4456	4456	4456	29	93
Vlong Min	QP12	4055	4055	4055	4183	4183	4183	4311	4311	4311	0	0
Mlong Max	QP1	3911	3911	3911	4183	4183	4183	4456	4456	4456	29	93
Mlong Min	QP12	4055	4055	4055	4183	4183	4183	4311	4311	4311	0	0
Mtorc Max	QP1	3911	3911	3911	4183	4183	4183	4456	4456	4456	29	93
Mtorc Min	QP12	4055	4055	4055	4183	4183	4183	4311	4311	4311	0	0

<b>SLE RA</b>	<b>4284</b>	<b>3965</b>	<b>4393</b>		<b>5887</b>	<b>6355</b>	<b>6824</b>	<b>309</b>
<b>SLE QP</b>	<b>4055</b>	<b>4055</b>	<b>4055</b>		<b>4456</b>	<b>4456</b>	<b>4456</b>	<b>29</b>

Tabella 76 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni normali sulla palificata

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	195

### 11.8.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del plinto di fondazione, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce libera  $L$  che va dal filo esterno del fusto pila fino al bordo libero della fondazione, applicato al caso del palo più sollecitato d'angolo, quindi con larghezza di collaborazione  $B$  determinata dall'interasse tra i pali. La mensola è sollecitata da una azione verticale  $N_{Ed}$  e da una orizzontale  $H_{Ed}$  applicate ad una distanza  $x$  dall'incastro, e stabilizzate dall'azione distribuita del peso proprio strutturale  $PP$  e del peso del terreno  $PT$  di reinterro del plinto (valutati a favore di sicurezza sempre con coefficiente 1.00).

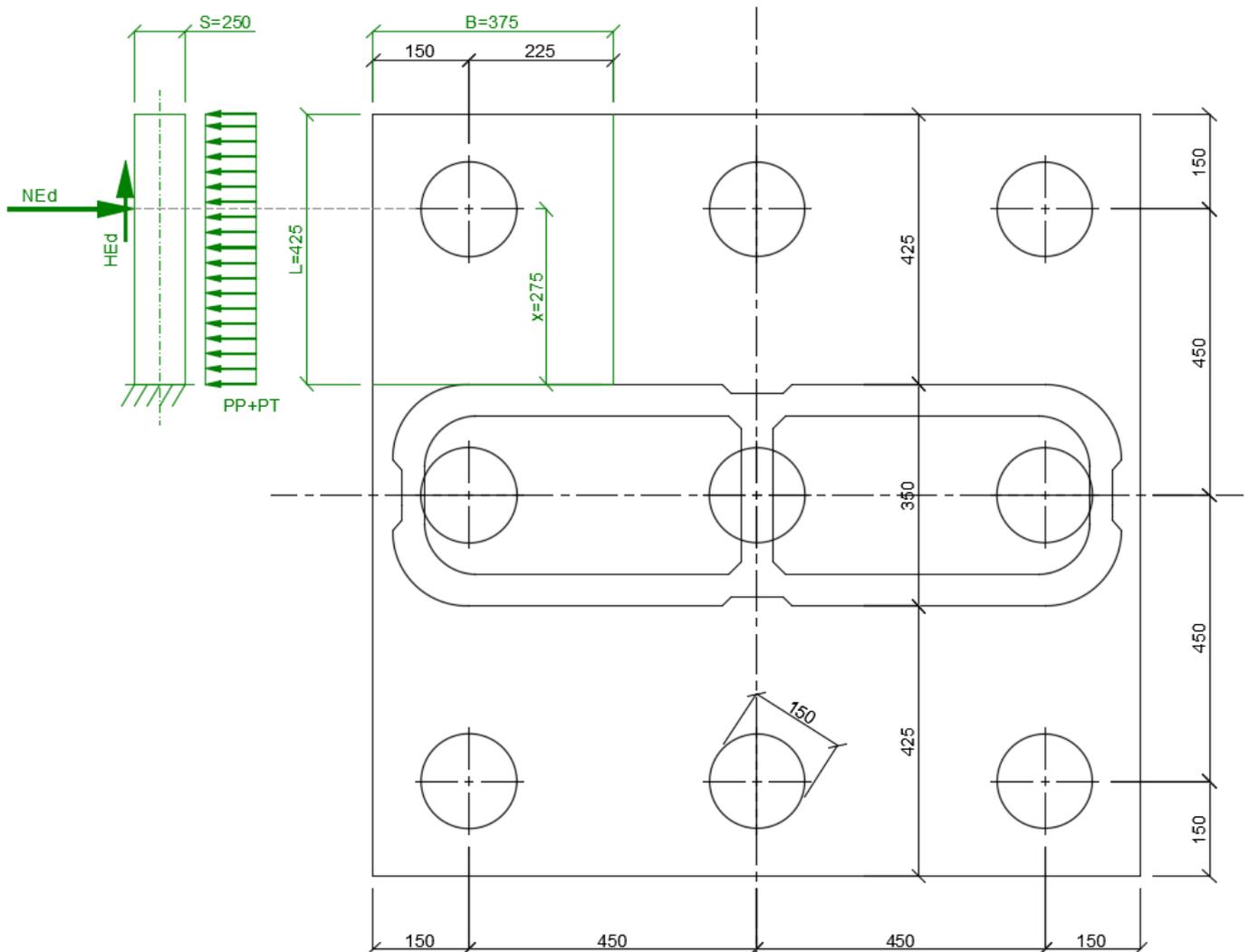
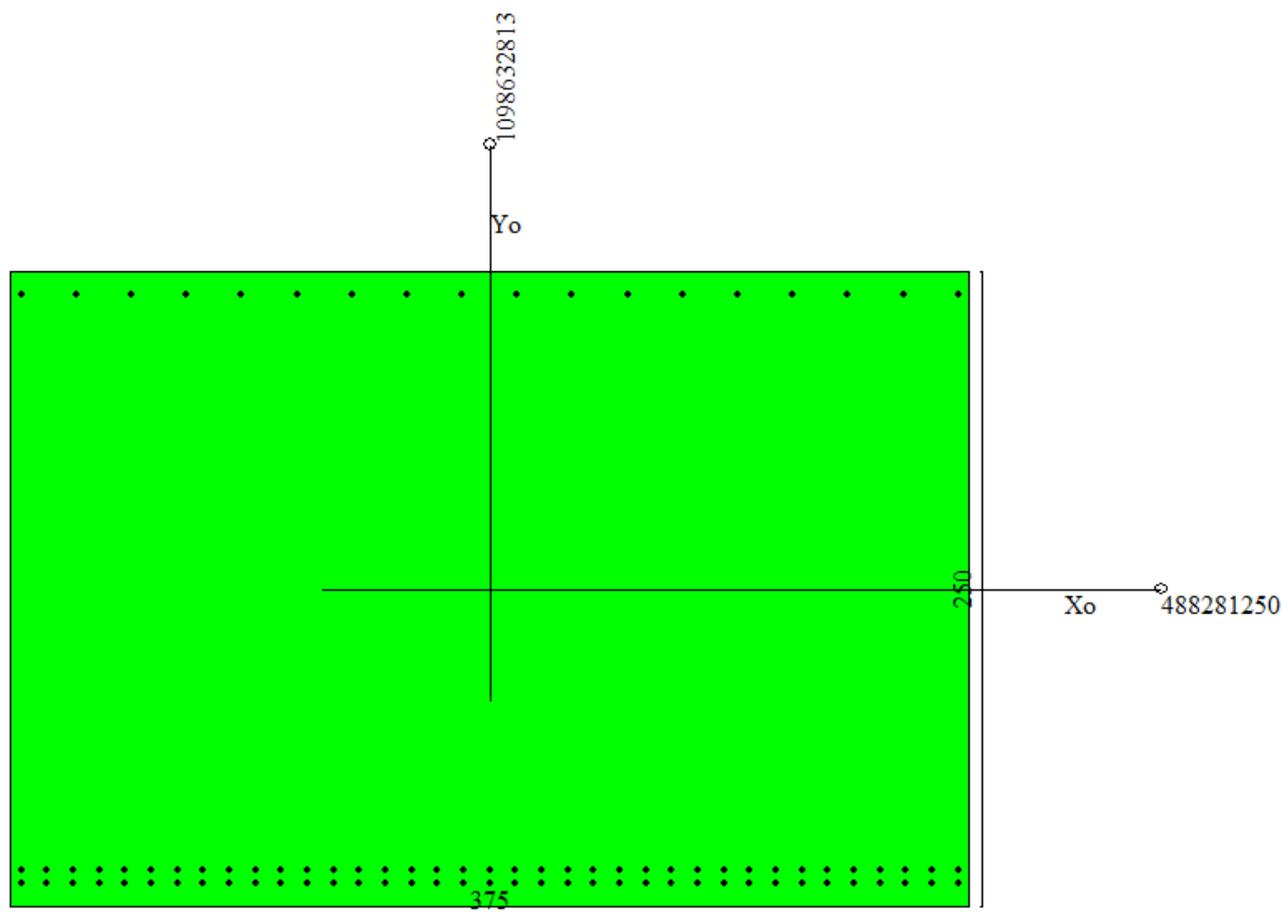


Figura 46 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	196

NOME: PALO 7			CALCOLO MOMENTI PLINTO				
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)		
3,00	3,75	2,50	234,4	225,0	4,25		
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP	
Palo 7	2,75		N <sub>Ed</sub> (kN)	9518	11732	6824	4456
			H <sub>Ed</sub> (kN)	449	1689	309	29
			M <sub>Ed</sub> (kNm)	22586	30227	15002	8140



## Dati

Nome sezione: PILA P8 CAP-ACCIAIO H=12m

Tipo sezione

Rettangolare

Base

375,0 [cm]

Altezza

250,0 [cm]

## Caratteristiche geometriche

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	197

Area sezione	93750,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	1098632812,5	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	488281250,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X <sub>G</sub> = 187,50	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y <sub>G</sub> = 125,00	[cm]

**Elenco ferri**

*Simbologia adottata*

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,50	9,50	30	7,07
2	14,67	9,50	30	7,07
3	24,83	9,50	30	7,07
4	35,00	9,50	30	7,07
5	45,17	9,50	30	7,07
6	55,33	9,50	30	7,07
7	65,50	9,50	30	7,07
8	75,67	9,50	30	7,07
9	85,83	9,50	30	7,07
10	96,00	9,50	30	7,07
11	106,17	9,50	30	7,07
12	116,33	9,50	30	7,07
13	126,50	9,50	30	7,07
14	136,67	9,50	30	7,07
15	146,83	9,50	30	7,07
16	157,00	9,50	30	7,07
17	167,17	9,50	30	7,07
18	177,33	9,50	30	7,07
19	187,50	9,50	30	7,07
20	197,67	9,50	30	7,07
21	207,83	9,50	30	7,07
22	218,00	9,50	30	7,07
23	228,17	9,50	30	7,07
24	238,33	9,50	30	7,07
25	248,50	9,50	30	7,07
26	258,67	9,50	30	7,07
27	268,83	9,50	30	7,07
28	279,00	9,50	30	7,07
29	289,17	9,50	30	7,07
30	299,33	9,50	30	7,07
31	309,50	9,50	30	7,07
32	319,67	9,50	30	7,07
33	329,83	9,50	30	7,07
34	340,00	9,50	30	7,07
35	350,17	9,50	30	7,07
36	360,33	9,50	30	7,07
37	370,50	9,50	30	7,07
38	370,50	240,50	30	7,07
39	348,97	240,50	30	7,07
40	327,44	240,50	30	7,07
41	305,91	240,50	30	7,07
42	284,38	240,50	30	7,07

**LINEA PESCARA – BARI**

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

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	198

43	262,85	240,50	30	7,07
44	241,32	240,50	30	7,07
45	219,79	240,50	30	7,07
46	198,26	240,50	30	7,07
47	176,74	240,50	30	7,07
48	155,21	240,50	30	7,07
49	133,68	240,50	30	7,07
50	112,15	240,50	30	7,07
51	90,62	240,50	30	7,07
52	69,09	240,50	30	7,07
53	47,56	240,50	30	7,07
54	26,03	240,50	30	7,07
55	4,50	240,50	30	7,07
56	4,40	15,40	30	7,07
57	14,57	15,40	30	7,07
58	24,74	15,40	30	7,07
59	34,92	15,40	30	7,07
60	45,09	15,40	30	7,07
61	55,26	15,40	30	7,07
62	65,43	15,40	30	7,07
63	75,61	15,40	30	7,07
64	85,78	15,40	30	7,07
65	95,95	15,40	30	7,07
66	106,12	15,40	30	7,07
67	116,29	15,40	30	7,07
68	126,47	15,40	30	7,07
69	136,64	15,40	30	7,07
70	146,81	15,40	30	7,07
71	156,98	15,40	30	7,07
72	167,16	15,40	30	7,07
73	177,33	15,40	30	7,07
74	187,50	15,40	30	7,07
75	197,67	15,40	30	7,07
76	207,84	15,40	30	7,07
77	218,02	15,40	30	7,07
78	228,19	15,40	30	7,07
79	238,36	15,40	30	7,07
80	248,53	15,40	30	7,07
81	258,71	15,40	30	7,07
82	268,88	15,40	30	7,07
83	279,05	15,40	30	7,07
84	289,22	15,40	30	7,07
85	299,39	15,40	30	7,07
86	309,57	15,40	30	7,07
87	319,74	15,40	30	7,07
88	329,91	15,40	30	7,07
89	340,08	15,40	30	7,07
90	350,26	15,40	30	7,07
91	360,43	15,40	30	7,07
92	370,60	15,40	30	7,07

**Materiale impiegato** : Calcestruzzo armato

**Caratteristiche calcestruzzo**

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

**Caratteristiche acciaio per calcestruzzo**



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>200</b>

0,0000                      0,0000                      45555,7511                      2,02

Combinazione n° 2

**N<sub>u</sub>**                      **M<sub>Xu</sub>**                      **M<sub>Yu</sub>**                      **FS**  
0,0000                      0,0000                      45555,7512                      1,51

**Risultati fessurazione**

**Simbologia adottata**

N° numero d'ordine della combinazione  
M<sub>x</sub> Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]  
M<sub>y</sub> Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]  
σ<sub>f</sub> Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]  
σ<sub>c</sub> Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]  
A<sub>eff</sub> Area efficace a trazione, espressa in [cmq]  
ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [‰]  
S<sub>rm</sub> Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]  
w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
3	0,0000	9281,6786	-84,660	-5,973	13106,25	0,0537	253	0,2313
4	0,0000	9281,6786	-84,660	-5,973	13106,25	0,0000	0	0,0000

**Inviluppo verifiche tensionali**

**Simbologia adottata**

TC Tipo combinazione  
scc tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]  
scl tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]  
sct tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]  
sctl tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]  
sfc, sft tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]  
sf tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]  
Comb. Combinazione critica

**Sezione n° 5 - PILA P8 CAP-ACCIAIO H=12m**

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,353	9,960	-5,238	2,558	-74,247	30,971	450,000	4
SLER	4,337	13,695	-9,654	2,558	-136,838	57,080	337,500	3

**Inviluppo verifiche fessurazione**

**Simbologia adottata**

TC Tipo combinazione  
sf tensione nell'acciaio espresso in [MPa]  
sc tensione nel cls espresso in [MPa]  
A<sub>eff</sub> Area efficace a trazione espresso in [cmq]  
Eps Deformazione espressa in [‰]  
sr spaziatura tra le fessure espressa in [mm]  
w, wl ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]  
Comb. Combinazione critica

**Sezione n° 5 - PILA P8 CAP-ACCIAIO H=12m**

TC	sf	sc	A <sub>eff</sub>	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-84,660	-5,973	1285,305	0,0000	0,000	0,000	0,300	4
SLER	-84,660	-5,973	1285,305	0,0537	253,289	0,231	0,300	3

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	201

### 11.8.2 Verifiche a taglio-punzonamento (SLU, SLV)

La verifica a taglio-punzonamento viene condotta, in accordo con i paragrafi descrittivi iniziali, rispetto al palo d'angolo caricato con la massima reazione verticale di  $V_{Ed} = 11732.4$  kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

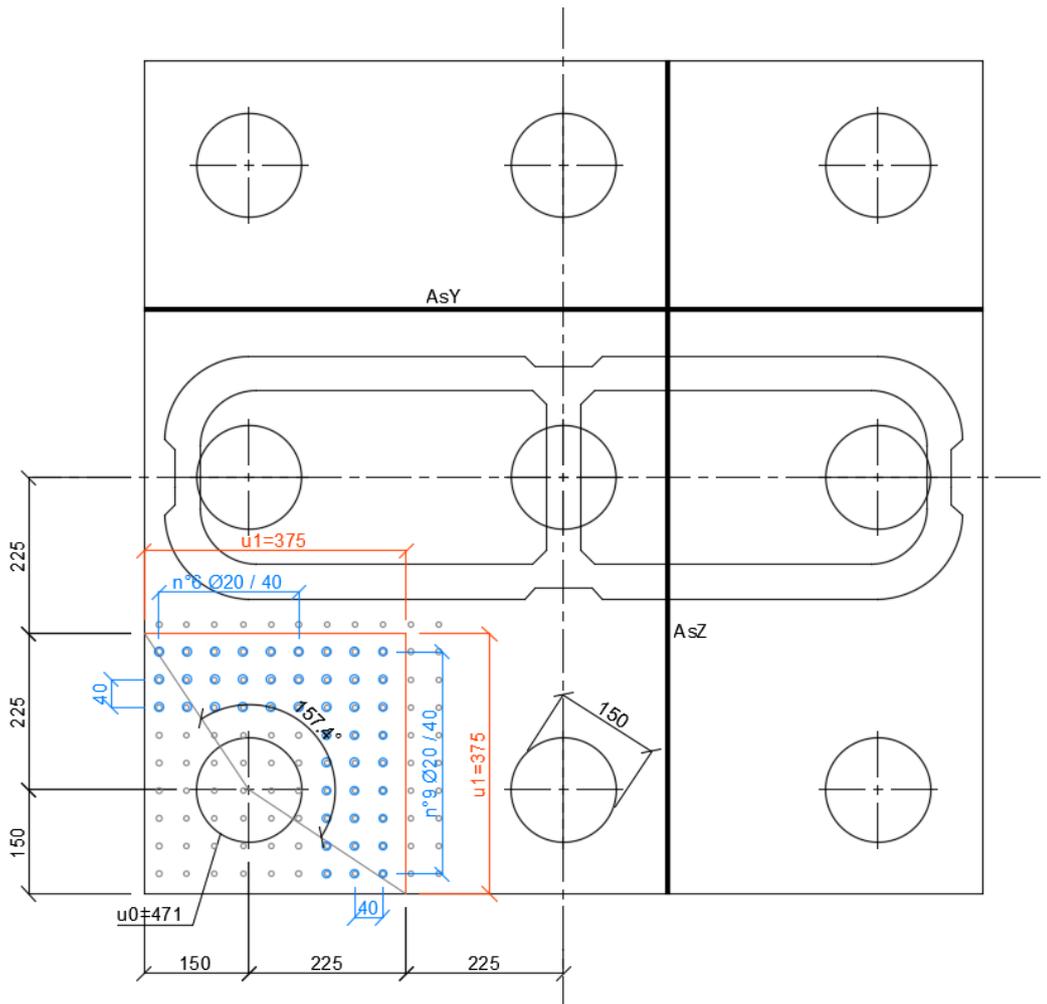


Figura 47 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	202

NOME: PILA P8 H=12m		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10			
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO			CALCESTRUZZO			
d	A <sub>c</sub>	A <sub>s</sub>	ρ <sub>t</sub>	N <sub>Ed</sub>	σ <sub>cp</sub>	V <sub>ed</sub>	β	f <sub>ck</sub>	f <sub>cd</sub>	γ <sub>c</sub>		
(m)	(m <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)			
direzione Y	2,41	2,41	35,33	0,15%	0,0	0,00	11732,4	1,50	24,90	14,11	1,50	
direzione Z	2,39	2,39	141,30	0,59%	0,0	0,00						
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)												
Verifiche a taglio-punzoneramento eseguite sul perimetro u <sub>1</sub> posto a 0,83d < 2d da bordo pilastro						c	u <sub>0</sub>	v	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,max</sub>	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd,max</sub>	
						(m)	(m)		(MPa)	(MPa)		
						1,50	4,71	0,54	1,56	3,81	40,8%	VERIFICA OK
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)												
Angolo settore di verifica (°)	a	k <sub>1</sub>	k	d	ρ <sub>t</sub>	V <sub>min</sub>	σ <sub>cp</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd,c</sub>	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd,c</sub>		
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)			
157	1,98	0,10	1,29	2,40	0,29%	0,26	0,00	0,98	0,73	134,4%	Necessaria armatura	
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio						Perimetro A (u <sub>1</sub> con V <sub>Ed</sub> < V <sub>Rd,cs</sub> )			u <sub>1</sub> (m)	r <sub>u1</sub> (m)	
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio						da bordo pilastro a 0,83d			7,50	2,73	
							Perimetro B (u <sub>out</sub> con V <sub>Ed</sub> < V <sub>Rd,c</sub> )			u <sub>out,ef</sub> (m)	r <sub>min</sub> (m)	
							oltre 1,22d da bordo pilastro			10,08	3,67	
				(*) Staffe / PtoI: n° totale barre su una fila di passo radiale s, estesa a u <sub>1</sub> Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s <sub>r</sub> =1,5d esteso a u <sub>1</sub>								

### 11.9 VERIFICHE PULVINO

Data le minori sollecitazioni, vedi le verifiche della tipologia di pila di transizione P7.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	203

## 12. VERIFICHE LOCALI

### 12.1 BAGGIOLI

#### 12.1.1 Impalcato in c.a.p. di luce L=25m

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 150x150x30 cm, armato in verticale con 1Ø20/10 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø12/10 staffe cerchianti esterne (n°2 braccia per direzione) e 6Ø12/10 ganci interni (n°6 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale  $N_{Ed}$  ed orizzontale  $V_{Ed}$  sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (F)-(UT)-(UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata assunta cautelativamente assunta di 80x80 cm.

Le verifiche sono state svolte secondo le indicazioni del CEB-FIP Model Code 90 e secondo quanto riportato in letteratura riguardo gli studi di diffusione delle tensioni di compressione e trazione su un volume generico di calcestruzzo (Leonhardt, 1973).

Per le azioni dell'appoggio si considera una eccentricità addizionale di 5 cm, quindi una centratura non ottimale delle azioni sul volume di calcestruzzo del baggiolo con conseguente riduzione dell'area efficace di contatto.

Si sono considerate le armature di cerchiatura come collaboranti per il 0% ai fini dell'aumento della resistenza a compressione del calcestruzzo in zona compressa (Region I), mentre per le tensioni di trazione interna si sono considerate solo le armature trasversali interne (Region II).

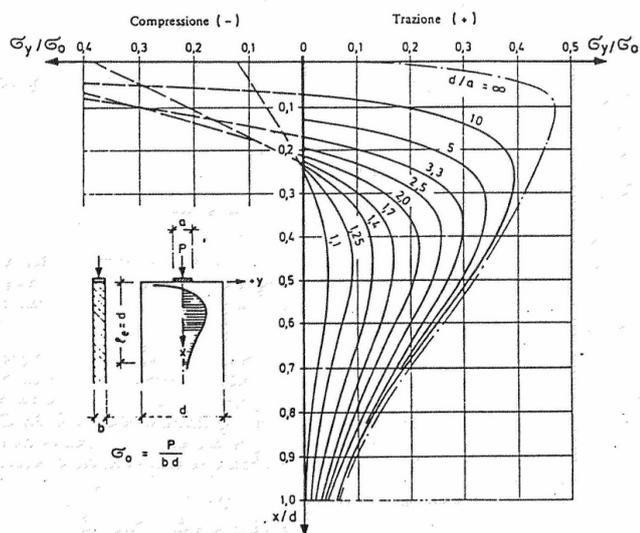


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali  $\sigma_y$ , riferite a  $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$ , lungo l'asse x per condizioni diverse  $d/a$  (40)

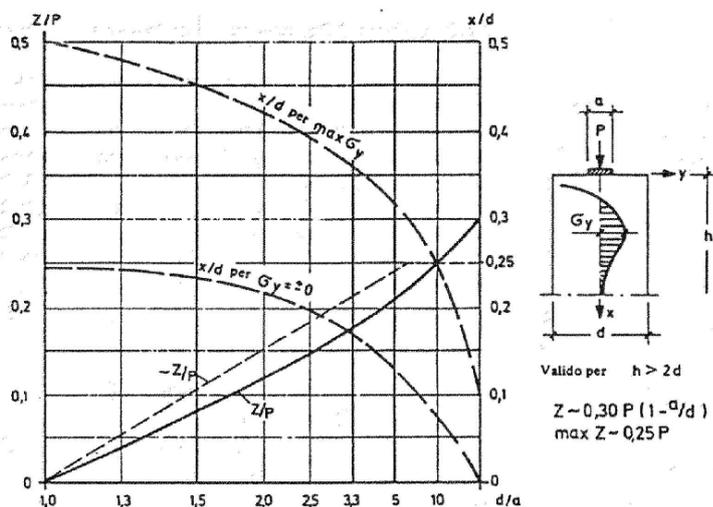


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale  $\max \sigma_y$  e distanza del punto con  $\sigma_y = 0$  dal bordo caricato in lastre con  $h > 2d$  (40)

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	204

<b>NOME: BAGGIOLO TIPO</b>		<b>VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)</b>						<b>Rev. 09</b>		
<b>GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)</b>										
$N_{Ed}$ (kN)	4450,0	$b_x$ (m)	1,500	$f_{y,d}$ (MPa)	391,3					
$M_{Ed}$ (kNm)	222,5	$b_y$ (m)	1,500	$f_{ck}$ (MPa)	33,2					
$e_{max}$ (m)	0,050	$a_x$ (m)	0,800	$a'_x$ (m)	0,750					
		$a_y$ (m)	0,800	$a'_y$ (m)	0,750					
	Altezza (m)	Posiz. ( $b$ )	$T_{Ed}$ (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona (da)	Posizione zona (a)	Posizione zona (da)	Posizione zona (a)	$b/a'$	
Direz. X	1,50	0,69	0,69	Region II (0,6b)	Region I (grafico) 0,22	Region II 1,12	Region I 0,00	Region I 0,22	2,00	
Direz. Y	1,50	0,69	0,69	Region II (0,6b)	Region I (grafico) 0,23	Region II 1,13	Region I 0,00	Region I 0,23	2,00	
<b>VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)</b>										
Direz. X	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	$T_{Rd}$ (kN)	$T_{Ed}$ (kN)	$T_{Ed}/T_{Rd}$	<b>83,8% VERIFICA OK</b>					
Direz. Y	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	$T_{Rd}$ (kN)	$T_{Ed}$ (kN)	$T_{Ed}/T_{Rd}$	<b>83,8% VERIFICA OK</b>					
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)</b>										
Direz. X	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_l$ (MPa)	$\alpha$	$\sigma_2$ (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	$\sigma_{Ed}$ (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	<b>57,3% VERIFICA OK</b>	
Direz. Y	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_l$ (MPa)	$\alpha$	$\sigma_2$ (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	$\sigma_{Ed}$ (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	<b>54,8% VERIFICA OK</b>	
$v$	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)				(stress compressione $\sigma_{Ed}$ con distribuzione approssimata triangolare)				
$C_{Ed}$ (kN)	890,0	$(C_{Ed}=v \cdot N_{Ed})$								
<b>VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)</b>										
$V_{Ed,x}$ (kN)	4600,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	1350,0	$\mu$	0,60					
$V_{Ed,y}$ (kN)	3900,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	2,40	$\beta_{fctd}$ (MPa)	0,00					
$V_{Ed}$ (kN)	6030,8	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> )	150,72	← 4x12Ø20				
$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{cd}) < 0.25 f_{cd}$				$T_{Rd}$ (MPa)	3,01	$T_{Ed}$ (MPa)	2,68	$T_{Ed}/T_{Rd}$	<b>89,0% VERIFICA OK</b>	

Figura 49 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	205

### 12.1.2 Impalcato in acciaio di luce L=40m

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 150x150x30 cm, armato in verticale con 1Ø22/10 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø12/10 staffe cerchiati esterne (n°2 braccia per direzione) e 8Ø12/10 ganci interni (n°8 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale  $N_{Ed}$  ed orizzontale  $V_{Ed}$  sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (F)-(UT)-(UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata assunta cautelativamente assunta di 80x80 cm.

Le verifiche sono state svolte secondo le indicazioni del CEB-FIP Model Code 90 e secondo quanto riportato in letteratura riguardo gli studi di diffusione delle tensioni di compressione e trazione su un volume generico di calcestruzzo (Leonhardt, 1973).

Per le azioni dell'appoggio si considera una eccentricità addizionale di 5 cm, quindi una centratura non ottimale delle azioni sul volume di calcestruzzo del baggiolo con conseguente riduzione dell'area efficace di contatto.

Si sono considerate le armature di cerchiatura come collaboranti per il 0% ai fini dell'aumento della resistenza a compressione del calcestruzzo in zona compressa (Region I), mentre per le tensioni di trazione interna si sono considerate solo le armature trasversali interne (Region II).

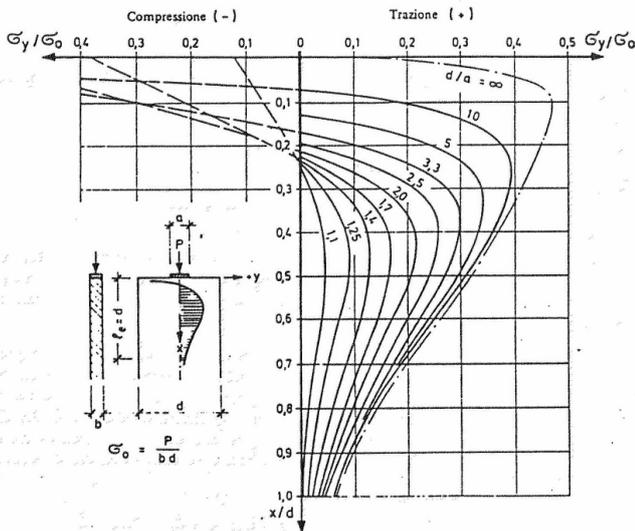


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali  $\sigma_y$ , riferite a  $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$ , lungo l'asse x per condizioni diverse  $d/a$  (40)

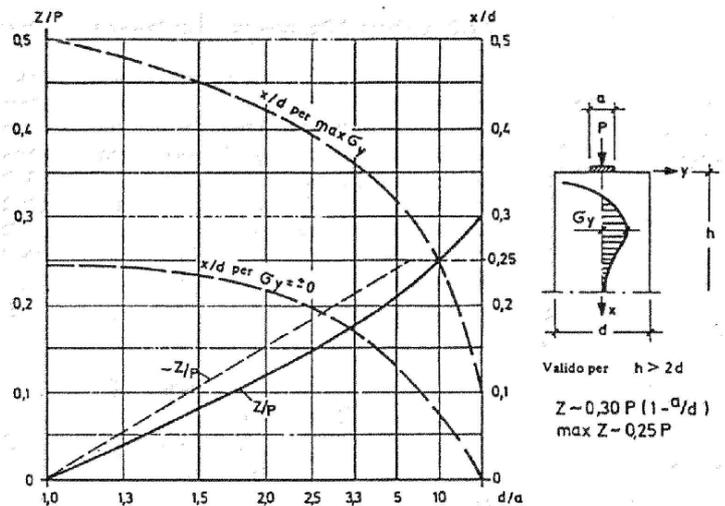


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale  $\max \sigma_y$  e distanza del punto con  $\sigma_y = 0$  dal bordo carico in lastre con  $h > 2d$  (40)

Figura 50 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

Figura 51 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

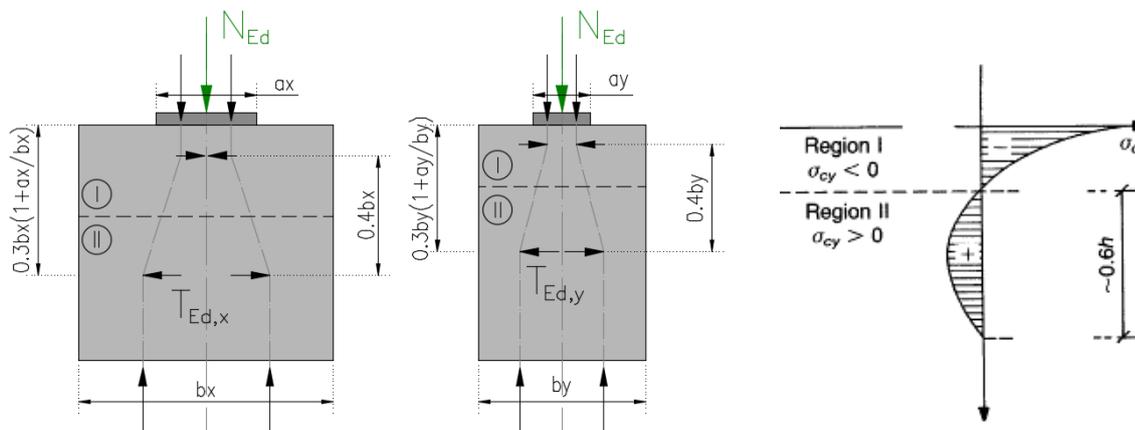
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	<b>206</b>

**NOME: BAGGIOLO TIPO**

**VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)**

**Rev. 09**



**GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)**

$N_{Ed}$ (kN)	5450,0	$b_x$ (m)	1,500	$f_{y,d}$ (MPa)	391,3			
$M_{Ed}$ (kNm)	272,5	$b_y$ (m)	1,500	$f_{ck}$ (MPa)	33,2			
$e_{max}$ (m)	0,050	$a_x$ (m)	0,800	$a'_x$ (m)	0,750			
		$a_y$ (m)	0,800	$a'_y$ (m)	0,750			
				$\alpha_{cc}$	0,85			
Altezza (m)	Posiz. $T_{Ed}$ (m)	Altezza zona Region II (m)	Altezza zona Region I (grafico)	Posizione zona Region II da (m)	Posizione zona Region I a (m)	Posizione zona Region II da (m)	Posizione zona Region I a (m)	b/a'
Direz. X	1,50	0,69	0,90	0,22	1,12	0,00	0,22	2,00
Direz. Y	1,50	0,69	0,90	0,23	1,13	0,00	0,23	2,00

**VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)**

Direz. X	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	$T_{Rd}$ (kN)	$T_{Ed}$ (kN)	$T_{Ed}/T_{Rd}$	<b>77,0% VERIFICA OK</b>
Direz. Y	3x8Ø12	27,13	1061,6	>	817,5
Direz. Y	3x8Ø12	27,13	1061,6	>	817,5

**VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)**

Direz. X	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_l$ (MPa)	$\alpha$	$\sigma_2$ (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	$\sigma_{Ed}$ (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	<b>70,2% VERIFICA OK</b>
Direz. Y	2x2Ø12	4,52	0,12	0,00	0,00	33,2	18,8	>	13,2
Direz. Y	2x2Ø12	4,52	0,12	0,00	0,00	33,2	18,8	>	12,6
$\nu$	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)				(stress compressione $\sigma_{Ed}$ con distribuzione approssimata triangolare)			
$C_{Ed}$ (kN)	1090,0	$(C_{Ed} = \nu \cdot N_{Ed})$							

**VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)**

$V_{Ed,x}$ (kN)	6500,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	2300,0	$\mu$	0,60	
$V_{Ed,y}$ (kN)	5600,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	4,09	$\beta_{fctd}$ (MPa)	0,00	
$V_{Ed}$ (kN)	8579,6	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> )	182,37	<-- 4x12Ø22
$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{cd}) < 0.25 f_{cd}$				$T_{Rd}$ (MPa)	4,36	>
				$T_{Ed}$ (MPa)	3,81	<b>87,5% VERIFICA OK</b>

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI 04 05</b>			PROGR <b>002</b>	REV <b>B</b>	FOGLIO <b>207</b>

## 12.2 DEFORMABILITA' PILA

### 12.2.1 Verifiche sicurezza del binario

Per la sicurezza del binario occorre garantire quanto riportato al §2.5.1.4.5.2-3 del MdP.

*“Al fine di garantire la sicurezza del binario rispetto a fenomeni di instabilità per compressione e rottura per trazione della rotaia, nonché rispetto ad eccessivi scorrimenti nel ballast, causa di un suo rapido deterioramento, occorre che vengano rispettati i seguenti limiti sull’incremento delle tensioni nel binario e sugli spostamenti relativi tra binario ed estradosso dell’impalcato o del rilevato. L’incremento massimo consentito di tensione nella rotaia causato dall’interazione binario-struttura prodotta dalle azioni indicate in 2.5.1.4.5.1 sarà assunto pari a:*

$$\Delta\sigma_{c,max} = 60 \text{ N/mm}^2 \text{ (per la compressione)}$$

$$\Delta\sigma_{t,max} = 70 \text{ N/mm}^2 \text{ (per la trazione)}$$

*Lo spostamento massimo consentito tra estradosso dell’impalcato o del rilevato e la faccia inferiore della traversa dovuto alle sole forze di avviamento e/o di frenatura sarà assunto pari a 5 mm. La verifica di sicurezza del binario, in termini di tensioni e spostamenti, andrà condotta considerando la combinazione caratteristica (rara) del metodo S.L.E., adottando per le azioni di cui al precedente punto 2.5.1.4.5.1 coefficienti  $\psi_{oi}=1,0$  fermi restando i su esposti limiti di incremento di tensione nella rotaia.”*

*“Gli effetti dell’interazione binario-struttura in termini di azioni longitudinali trasmesse alla sottostruttura (reazioni vincolari negli appoggi fissi), tensioni supplementari nel binario e scorrimenti relativi binario-impalcato, saranno valutati mediante una serie di analisi di simulazione del comportamento del ponte soggetto alle azioni termiche ed ai carichi orizzontali e verticali dei convogli in transito, portando in conto la resistenza ai movimenti longitudinali del binario e la rigidità della struttura, attraverso un modello di calcolo del tipo riportato in Fig. 2.5.1.4.5.3-1. In alternativa, è possibile effettuare una valutazione semplificata delle reazioni vincolari con il metodo riportato nell’Allegato 3, oppure con il metodo di cui all’Allegato 4 qualora siano rispettate le condizioni ivi elencate. In tal caso il rispetto dei limiti sulle altre grandezze di interesse (tensioni nelle rotaie e spostamenti relativi binario-impalcato) può ritenersi adeguatamente soddisfatto senza specifiche verifiche.”*

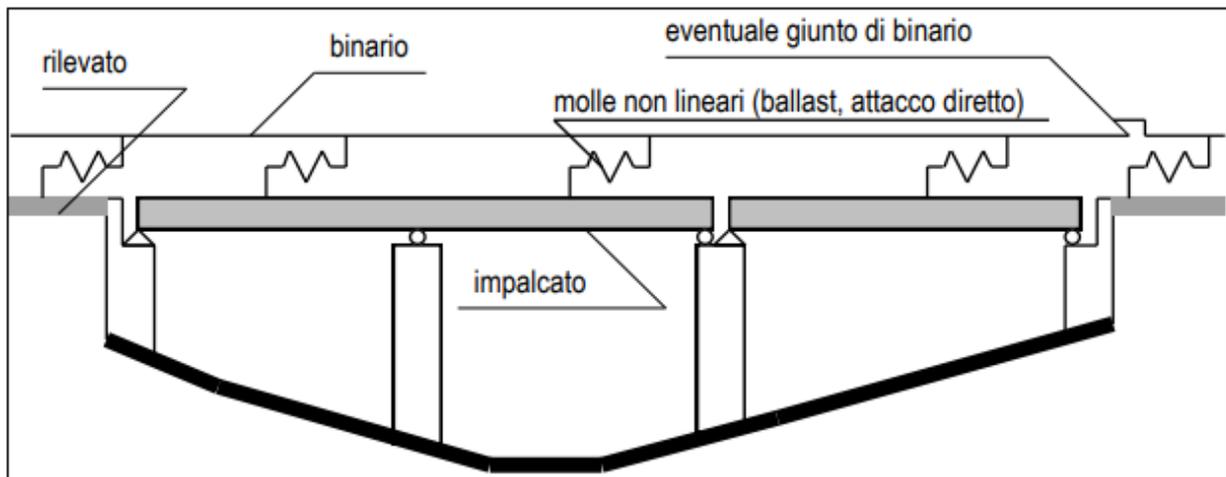


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 52 – Interazione binario- struttura - Schema generale di calcolo

#### “ALLEGATO 4 – VALUTAZIONE SEMPLIFICATA DELLE REAZIONI DOVUTE AGLI EFFETTI DI INTERAZIONE, METODO PER SINGOLA LUCE APPOGGIATA

Per una sovrastruttura realizzata con un singolo impalcato (in semplice appoggio) non è necessario il controllo delle tensioni nella rotaia se:

- La sottostruttura ha rigidezza  $K$  sufficiente a limitare lo spostamento dell’impalcato in direzione longitudinale dovuto all’avviamento e alla frenatura  $\delta_B$ , ad un massimo di 5 mm in presenza delle forze longitudinali dovute all’avviamento e alla frenatura definite in

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	208

2.5.1.4.3.3; per la determinazione degli spostamenti si raccomanda di prendere in conto la configurazione e le proprietà della struttura date in 2.5.1.4.5.3;

- Per le azioni da traffico verticale lo spostamento longitudinale dell'estradosso dell'impalcato all'estremità dovuto alla deformazione dell'impalcato  $\delta H$ , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione  $L_T$  è minore di 40 m."

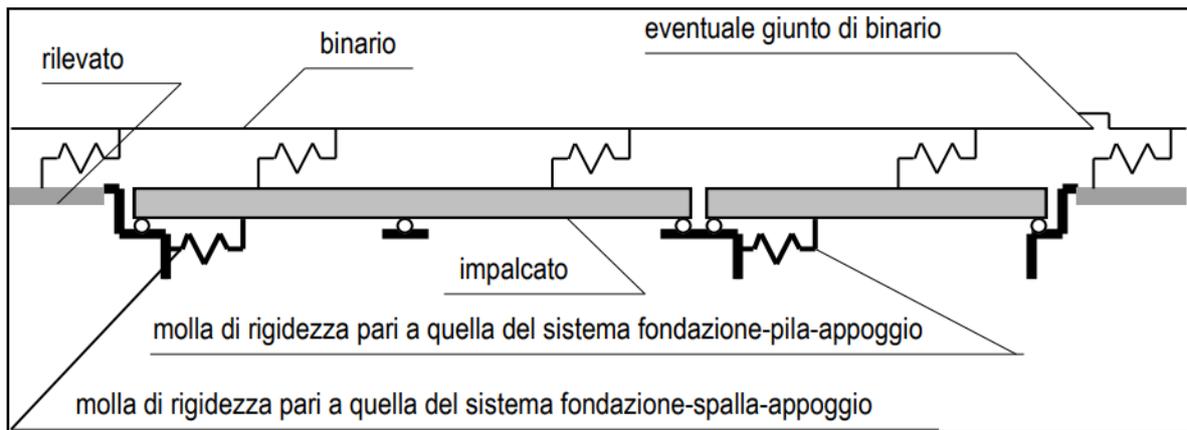


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

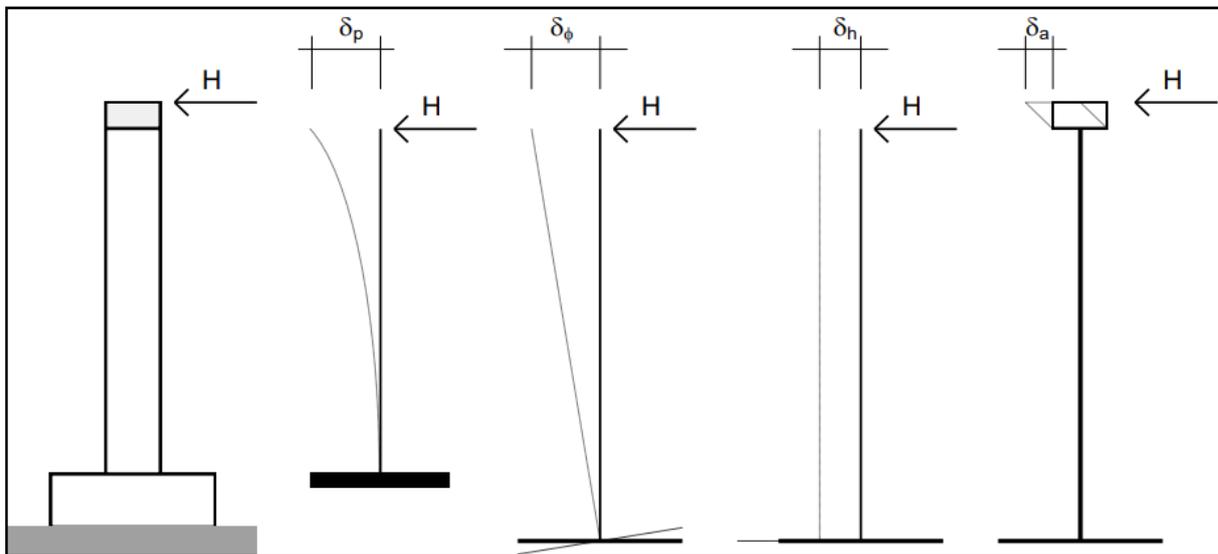


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 53 – Interazione binario- struttura - Schema semplificato di calcolo

Nel caso in oggetto, considerando la massima altezza pila prevista e le valutazioni effettuate nel dimensionamento delle sottofondazioni, alla cui documentazione di calcolo si rimanda per ulteriori dettagli, per la verifica di sicurezza si ha quanto segue.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	209

NOME: IMPALCATO L=40 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	38,00	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3,80
L (m)	40,00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q <sub>3,f</sub> (kN)	880,0	Q <sub>3,f</sub> (kN)	1400,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
Q <sub>3,a</sub> (kN)	1100,0	Q <sub>3,a</sub> (kN)	1000,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)				
Q <sub>3,f</sub> (kN)	1400,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2		
Q <sub>3,a</sub> (kN)	1100,0	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2		
H (kN)	2500,0	Massima azione applicata all'appoggio		
I <sub>L</sub> (m <sup>4</sup> )	25,00	Inerzia longitudinale elevazione		
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione		
H <sub>elev</sub> (m)	12,50	Altezza elevazione		
K (kN/m)	1280486	K=(3*E*I <sub>L</sub> )/H <sub>elev</sub> <sup>3</sup>		
δ <sub>p</sub> (mm)	2,0	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)	
δ <sub>φ</sub> (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	φ (rad)	0,00001
δ <sub>h</sub> (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s <sub>h</sub> (mm)	1,0
δ <sub>a</sub> (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi		
Σ δ <sub>i</sub> (mm)	4,0	Spostamento totale	< 5.0 mm	<b>OK VERIFICATO</b>

### 12.2.2 Effetti del secondo ordine

Con riferimento alle valutazioni degli spostamenti orizzontali di testa pila effettuati nella condizione di esercizio SLE RA (verifica di sicurezza del binario) e nella condizione sismica SLV (verifiche escursione giunti), visti i valori trascurabili in relazione alle dimensioni e alla snellezza della sottostruttura, si conferma che gli effetti del secondo ordine dei carichi applicati verticali sono irrilevanti ai fini dei calcoli di dimensionamento.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	210

## 12.3 RITEGNI

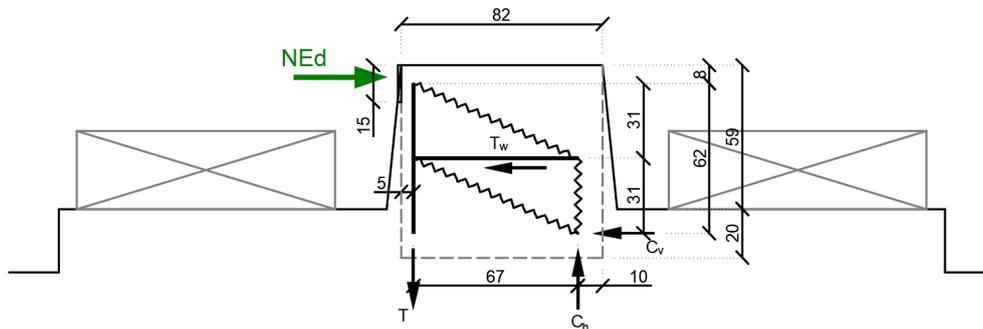
Si verificano i ritegni trasversali e longitudinali alle massime azioni sismiche SLV secondo il modello teorico locale a tirante – puntone, come previsto in ENV 1992 e CEB-FIP Model Code 90.

Nei paragrafi seguenti viene indicata la geometria, lo schema di calcolo, le armature previste e le massime azioni orizzontali  $N_{Ed}$  considerate nei vari casi, nell'ipotesi a favore di sicurezza di un'amplificazione delle forze sismiche trasmesse di 1.10 e di spessori strutturali delle superfici di contatto cautelativamente ridotte.

### 12.3.1 Campata L=25 m

#### 12.3.1.9 Ritegni trasversali

Si considera l'azione  $N_{Ed}=1.10 \cdot 3900 = 4290$  kN, un'armatura al corrente teso verticale di  $1\text{Ø}26/10$  e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci  $1\text{Ø}14/10/10$  ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno,  $1\text{Ø}16/10/10$  a contribuire all'aumento di resistenza per confinamento del corrente di calcestruzzo compresso.



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	211

NOME: RITEGNI TRASV. L=25m		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09
<b>GEOMETRIA</b>			<b>MATERIALI</b>		<b>AZIONI</b>	
D <sub>1</sub> (m)	0,15	B (m)	1,50	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN) 4290,0
D <sub>3</sub> (m)	0,20	θ (rad)	0,446 (25,5°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN) 0,0
a (m)	0,64			α <sub>cc</sub>	0,85	
d (m)	0,67			v	0,87	
<b>VERIFICA ARMATURA</b>						
- Tiranti tesi						
T=T <sub>3</sub> (kN)	2705,2					
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	7960 (1x1Ø26/10)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	86,9%	<b>VERIFICA OK</b>
σ <sub>s</sub> (MPa)	339,86					
T <sub>w</sub> =T <sub>2</sub> (kN)	4290,0					
A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	14771 (1Ø14/10/10)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	74,2%	<b>VERIFICA OK</b>
σ <sub>sw</sub> (MPa)	290,44					
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>						
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)						
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	30144 (1Ø16/10/10)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	57,0			
σ <sub>1</sub> (MPa)	7,86	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	32,3			
α	1,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	28,02			
σ <sub>2</sub> (MPa)	7,86					
- Puntoni compressi						
C <sub>1</sub> (kN)	4754,2					
B <sub>1</sub> (m)	0,14			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	83,6%	<b>VERIFICA OK</b>
σ <sub>c1</sub> (MPa)	23,42					
C=C <sub>2</sub> (kN)	4754,2					
B <sub>2</sub> (m)	0,46			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	24,4%	<b>VERIFICA OK</b>
σ <sub>c2</sub> (MPa)	6,83					

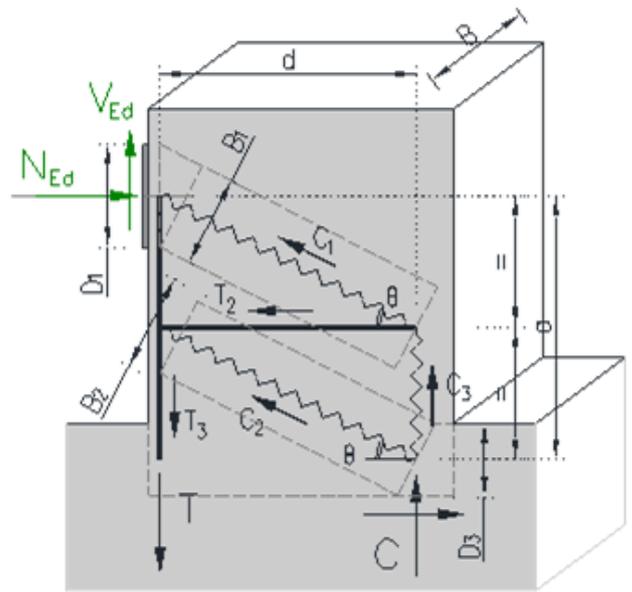


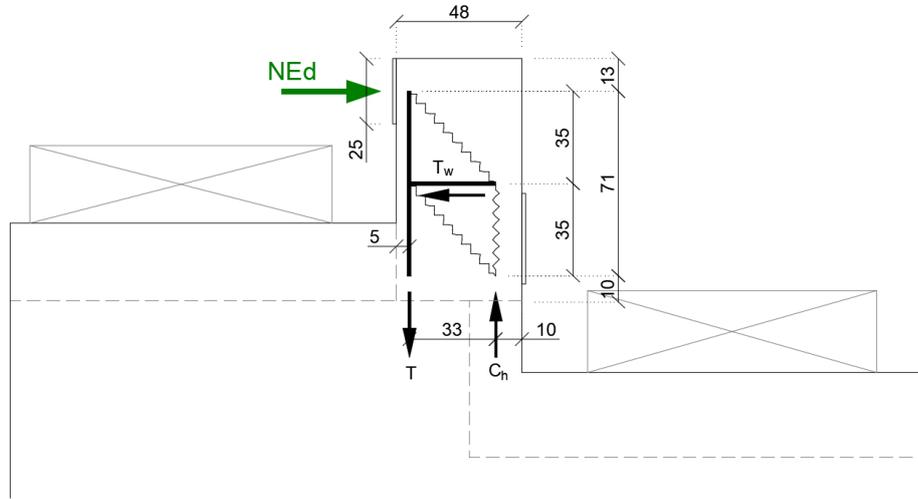
Figura 54 – Schema delle verifiche locali del ritegno trasversale

### 12.3.1.10 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione  $N_{Ed}=1.10 \cdot 4600 = 5060$  kN, un'armatura al corrente teso verticale di 1Ø24/10 e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci 1Ø16/10/10 ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno, 1Ø24/10/20 a contribuire all'aumento di resistenza per confinamento del corrente di calcestruzzo compresso.

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	212



NOME: RITEGNI LONG. L=25m				VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
<b>GEOMETRIA</b>				<b>MATERIALI</b>				<b>AZIONI</b>	
D <sub>1</sub> (m)	0,25	B (m)	2,00	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN)	5060,0		
D <sub>3</sub> (m)	0,20	θ (rad)	0,822 (47,1°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN)	0,0		
a (m)	0,71			α <sub>cc</sub>	0,85				
d (m)	0,33			v	0,87				
<b>VERIFICA ARMATURA</b>									
- Tiranti tesi									
T=T <sub>3</sub> (kN)	1988,6								
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	9043	(1x1Ø24/10)		σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	56,2%	<b>VERIFICA OK</b>			
σ <sub>s</sub> (MPa)	219,90								
T <sub>w</sub> =T <sub>2</sub> (kN)	5060,0								
A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	28536	(1Ø16/10/10)		σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	45,3%	<b>VERIFICA OK</b>			
σ <sub>sw</sub> (MPa)	177,32								
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>									
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)									
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	30772	(1Ø14/10/10)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	52,4					
σ <sub>1</sub> (MPa)	6,02		f <sub>cd,c</sub> (MPa)	29,7					
α	1,00		σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	25,75					
σ <sub>2</sub> (MPa)	6,02								
- Puntoni compressi									
C <sub>1</sub> (kN)	7431,9								
B <sub>1</sub> (m)	0,17			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	84,8%	<b>VERIFICA OK</b>			
σ <sub>c1</sub> (MPa)	21,83								
C=C <sub>2</sub> (kN)	7431,9								
B <sub>2</sub> (m)	0,27			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	52,8%	<b>VERIFICA OK</b>			
σ <sub>c2</sub> (MPa)	13,61								

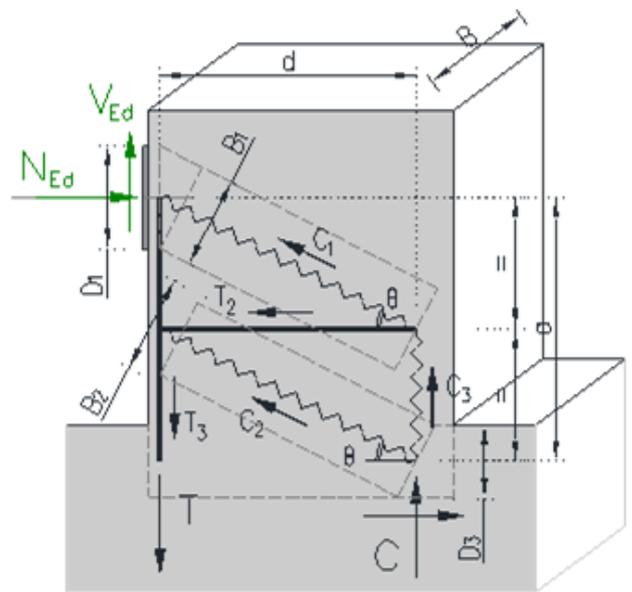


Figura 55 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:**  
**Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	213

### 12.3.2 Campata L=40 m

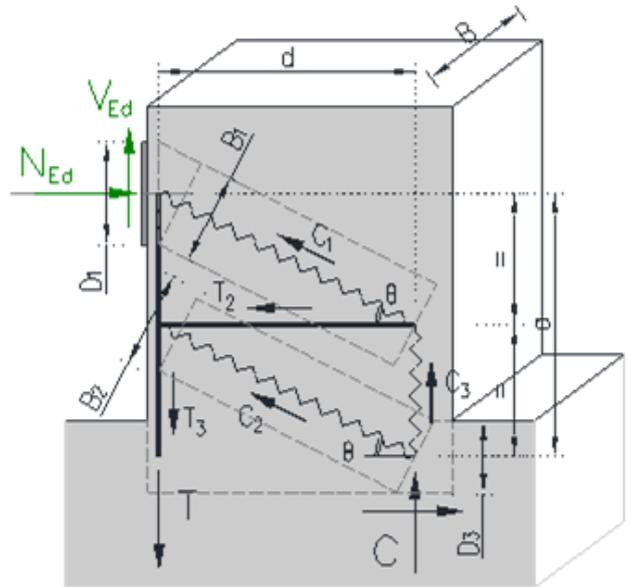
#### 12.3.2.9 Ritegni trasversali

Dato che lo scarico avviene mediante un ritegno metallico sospeso collegato al traverso, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per le verifiche di dettaglio.

#### 12.3.2.10 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione  $N_{Ed}=1.10 \cdot 6500 = 7150$  kN, un'armatura al corrente teso verticale di  $1 \times 1\text{Ø}28/10$  e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci  $1\text{Ø}18/10/10$  ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.

NOME: RITEGNI LONG. L=40m		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)		Rev. 09					
<b>GEOMETRIA</b>		<b>MATERIALI</b>		<b>AZIONI</b>					
$D_1$ (m)	0,35	$B$ (m)	2,00	$f_{yd}$ (MPa)	391,3	$N_{Ed}$ (kN)	7150,0	$V_{Ed}$ (kN)	0,0
$D_3$ (m)	0,20	$\theta$ (rad)	0,567 (32,5°)	$f_{ck}$ (MPa)	33,20				
$a$ (m)	0,42			$\alpha_{cc}$	0,85				
$d$ (m)	0,33			$v$	0,87				
<b>VERIFICA ARMATURA</b>									
- Tiranti tesi									
$T=T_3$ (kN)	3925,0								
$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	12309 (1x1Ø28/10)	$\sigma_{Ed}/f_{yd}$	81,5%	<b>VERIFICA OK</b>					
$\sigma_s$ (MPa)	318,87								
$T_w=T_2$ (kN)	7150,0								
$A_{sw}$ (mm <sup>2</sup> )	21365 (1Ø18/10/10)	$\sigma_{Ed}/f_{yd}$	85,5%	<b>VERIFICA OK</b>					
$\sigma_{sw}$ (MPa)	334,67								
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>									
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)									
$A_{sh}$ (mm <sup>2</sup> )	0 (-)	$f_{ck,c}$ (MPa)	33,2						
$\sigma_1$ (MPa)	0,00	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8						
$\alpha$	1,00	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	16,31						
$\sigma_2$ (MPa)	0,00								
- Puntoni compressi									
$C_1$ (kN)	8475,0	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	88,0%	<b>VERIFICA OK</b>					
$B_1$ (m)	0,30								
$\sigma_{c1}$ (MPa)	14,35								
$C=C_2$ (kN)	8475,0	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	69,7%	<b>VERIFICA OK</b>					
$B_2$ (m)	0,37								
$\sigma_{c2}$ (MPa)	11,38								



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:  
Relazione di calcolo pile di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	05	002	B	214

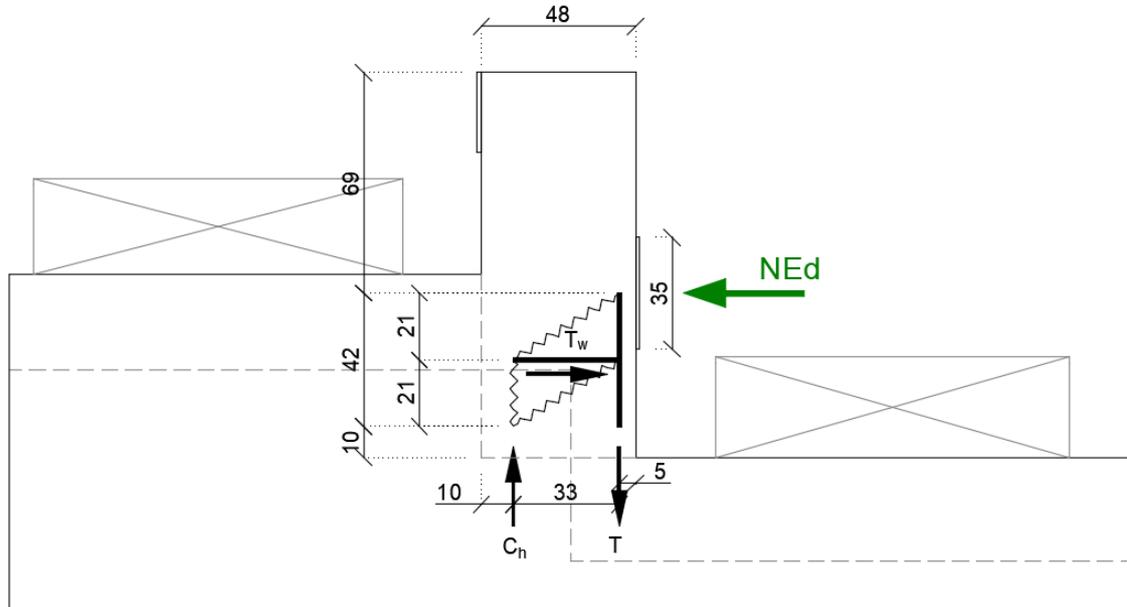


Figura 56 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	215

### 13. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.

Dalle verifiche effettuate sugli elementi in c.a. costituenti la sottostruttura in oggetto, si riassumono di seguito i principali valori di incidenza di armature previsti rispetto ai volumi totali di calcestruzzo.

Sottostruttura	Plinto (kg/m <sup>2</sup> )	Elevazione (kg/m <sup>2</sup> )	Pulvino (kg/m <sup>2</sup> )	Baggioli (kg/m <sup>2</sup> )	Ritegni (kg/m <sup>2</sup> )
PILE TRANSIZIONE	180	220	160	350	450

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>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</b> <b>Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	216

## 14. APPOGGI E GIUNTI

### 14.1 APPOGGI

Gli apparecchi d'appoggio sono dimensionati per le massime azioni statiche orizzontali, trasversali e verticali in condizione statica SLU e sismica SLV, con riferimento all'analisi elastica con  $q=1.00$ .

Le massime azioni sismiche assorbite dai vincoli dell'impalcato in acciaio L=40 m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più rigida, nel caso del viadotto in esame quella di altezza H=12.50 m.

Massa efficace longitudinale (kg)	1842895	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	973374	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	973374	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	12532	
Forza sismica trasversale (kN)	5591	
Forza sismica verticale (kN)	1671	
Spettro elastico longitudinale $S_e(T)$ (g)	0,6932	(vedi calcolo pila transizione)
Spettro elastico trasversale $S_e(T)$ (g)	0,5855	
Spettro elastico verticale $S_{ve}(T)$ (g)	0,1750	

IMPALCATO ACCIAIO L=40m									
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
<b>SLU PERM</b>									
Max (kN)	±0	±0	+2350	±0	±0	+2300	±0	±0	+3600
Min (kN)	±0	±0	+2350	±0	±0	+2300	±0	±0	+3600
<b>SLU</b>									
Max (kN)	±350	±300	+5000	±0	±400	+4700	±0	±0	+5450
Min (kN)	-±1250	-±100	+1600	±0	-±150	+1550	±0	±0	+1900
<b>SLV</b>									
Max (kN)	±6500	±2800	+2150	±0	±5600	+2150	±0	±0	+3050
Min (kN)	-±6000	-±2800	+1250	±0	-±5600	+1200	±0	±0	+1750
<b>TOTALE (kN)</b>	<b>±6500</b>	<b>±2800</b>	<b>±5000</b>	<b>±0</b>	<b>±5600</b>	<b>±4700</b>	<b>±0</b>	<b>±0</b>	<b>±5450</b>
<b>Spont. Max (mm)</b>	-	-	-	<b>±110</b>	-	-	<b>±110</b>	<b>±5</b>	-

### 14.2 ESCURSIONE DEI GIUNTI

In accordo con il p.to 2.5.2.1.5.1 del RFI DTC SICS PS MA IFS 001 A, per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio può essere valutata come segue:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2D_t + 4d_{Ed} \cdot k_2 + 2d_{eg})$$

$E_1$  spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

$E_2$  spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

<b>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo pile di transizione</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>VI</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>002</b>	<b>B</b>	217

- $E_3$  spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate
- $k_1$  coefficiente di non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo
- $k_2$  coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti
- $d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$  spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento  $d_E$  prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 delle NTC 2008
- $d_{Ee}$  spostamento corrispondente al periodo di vibrazione della pila ricavato dallo spettro elastico in termini di spostamento e  $\mu_D = q$  per  $T_1 \geq T_C$  oppure  $\mu_D = 1+(q-1) \cdot T_C/T_1$  per  $T_1 < T_C$  e con la limitazione  $\mu_D \leq 5q-4$  ( $q$  è il fattore di struttura).
- $d_{eg}$  spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 delle NTC 2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo di un punto può calcolarsi come  $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$
- $a_g, S, T_C, T_D$  parametri sismici definiti ai capitoli precedenti

Nel caso in esame si suppone in via cautelativa che tale spostamento assoluto coincida con lo spostamento relativo tra due punti, ossia si sta valutando lo spostamento relativo della fondazione in esame rispetto ad un punto fermo.

NOME: <b>PILE 7, 8</b>		CALCOLO GIUNTI IMPALCATO (MdP ITF Opere civili 2019)				Rev. 00					
SPOSTAMENTO (§2.5.2.1.5.1)											
1) Termico uniforme		2) Sismico strutturale		3) Sismico fondazioni non collegate							
$E_1$ (mm)	21,6	+	$E_2$ (mm)	69,5	+	$E_3$ (mm)	174,8	=	$E_L$ (mm)	119,6	
$E_T$ (mm)	$\pm 10,8$		$d_{Ed}$ (mm)	$\pm 31,6$		$d_{eg}$ (mm)	$\pm 87,4$		$k_1$	<b>0,45</b>	
			$k_2$	<b>0,55</b>		$a_g$ SLV (g)	<b>0,195</b>		↓	Zona sismica	$a_g < 0.25g$
L (mm)	<b>40000</b>		$\mu_d$	1,00		S	<b>1,404</b>			$E_0$ (mm)	165
$\alpha$ (1/°Cm)	<b>1,20E-05</b>		q	<b>1,00</b>		$T_B$ (s)	<b>0,181</b>			↓	$E_L$ (mm) > $E_0$ (mm)
$\Delta T$ (°C)	<b><math>\pm 22,5</math></b>		$T_1$ (s)	0,220		$T_C$ (s)	<b>0,547</b>			↓	> $E_1$ (mm)
						$T_D$ (s)	<b>2,380</b>			↓	> $E_2$ (mm)
						$F_0$	<b>2,532</b>			↓	> $E_3$ (mm)
			Spostamento sismico a livello giunti:								
			$d_{Ee}$ (mm)	31,6 (da calcoli)							
CORSAPPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)			$\pm (E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm}))$			$\pm 102 \text{ mm}$				↓	
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)			$\pm (E_L/2 + 10 \text{ mm})$			$\pm 97 \text{ mm}$				↓	
	OK		Escursione giunti progetto			<b><math>\pm 110 \text{ mm}</math></b>		←	$E_L$ (mm)	174,8	
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)			$V \geq (E_L/2 + 20 \text{ mm})$			$\pm 107 \text{ mm}$					
	OK		Varco impalcati progetto			<b><math>\pm 150 \text{ mm}</math></b>					