

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

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20

Relazione di calcolo pila CAP

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

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

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data Dicembre 2022

firma

Data Dicembre 2022

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 5 0 5	0 0 1	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	30/05/23	Martignoni	31/05/23	Rinaldi	01/06/23	

File: LI0B.0.2.E.ZZ.CL.VI05.0.5.001.B.DOCX

n. Elab.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</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 .....	6
<b>3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
3.1 Normativa di riferimento .....	8
3.2 Normativa tecnica nazionale .....	8
3.3 Manuali ITF .....	9
3.4 Bibliografia e altri riferimenti .....	9
<b>4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>10</b>
4.1 Calcestruzzo .....	10
4.2 Acciaio .....	11
4.3 Durabilità .....	12
<b>5.. APPROCCIO DI CALCOLO .....</b>	<b>16</b>
5.1 Caratteristiche delle opere .....	16
5.2 Criteri generali di verifica .....	16
5.3 Software di calcolo .....	24
5.4 Validazione programmi di calcolo .....	26
<b>6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>27</b>
6.1 Categoria di sottosuolo .....	27
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto .....	27
<b>7.. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>28</b>
7.1 Azioni permanenti strutturali ( $G_1$ ) .....	28
7.2 Azioni permanenti non strutturali ( $G_2$ ) .....	28
7.3 Ritiro del calcestruzzo ( $\epsilon_2$ ) .....	30
7.4 Azioni variabili verticali (Q) .....	31
7.5 Azioni Eccezionali (A) .....	40
7.6 Azioni variabili orizzontali (Q) .....	45
7.7 Azione del vento ( $Q_6$ ) .....	55
7.8 Azione sismica (e) .....	60
7.9 Variazioni termiche ( $Q_7$ ) .....	72
7.10 Attrito ( $Q_8$ ) .....	72
7.11 Scarichi agli appoggi .....	73

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.  MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>2</b>

<b>8..</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>76</b>
8.1	Combinazioni di carico adottate.....	77
<b>9..</b>	<b>VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>79</b>
9.1	Elementi in cemento armato.....	79
<b>10.</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>85</b>
10.1	Analisi statica .....	85
10.2	Analisi sismica.....	85
<b>11.</b>	<b>ANALISI PILA H=7.50 M .....</b>	<b>87</b>
11.1	Azioni impalcati .....	87
11.2	Sollecitazioni elevazione .....	95
11.3	Sollecitazioni in fondazione .....	102
11.4	Verifiche elevazione .....	115
11.5	Verifica plinto di fondazione.....	132
11.6	Verifiche pulvino.....	142
<b>12.</b>	<b>VERIFICHE LOCALI.....</b>	<b>145</b>
12.1	Baggioli .....	145
12.2	Deformabilità pila.....	147
12.3	Ritegni.....	150
<b>13.</b>	<b>RIEPILOGO INCIDENZE C.A. ....</b>	<b>153</b>
<b>14.</b>	<b>APPOGGI E GIUNTI.....</b>	<b>154</b>
14.1	Appoggi.....	154
14.2	Escursione dei giunti .....	154

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</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 km.

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

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>4</b>

## 2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche delle pile che sostengono le campate in c.a.p. da 25 m del viadotto ferroviario denominato VI05, previsto tra le progressive chilometriche. 9+666,20 a km 9+966,20.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 300m è a doppio binario composto da 12 campate 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.

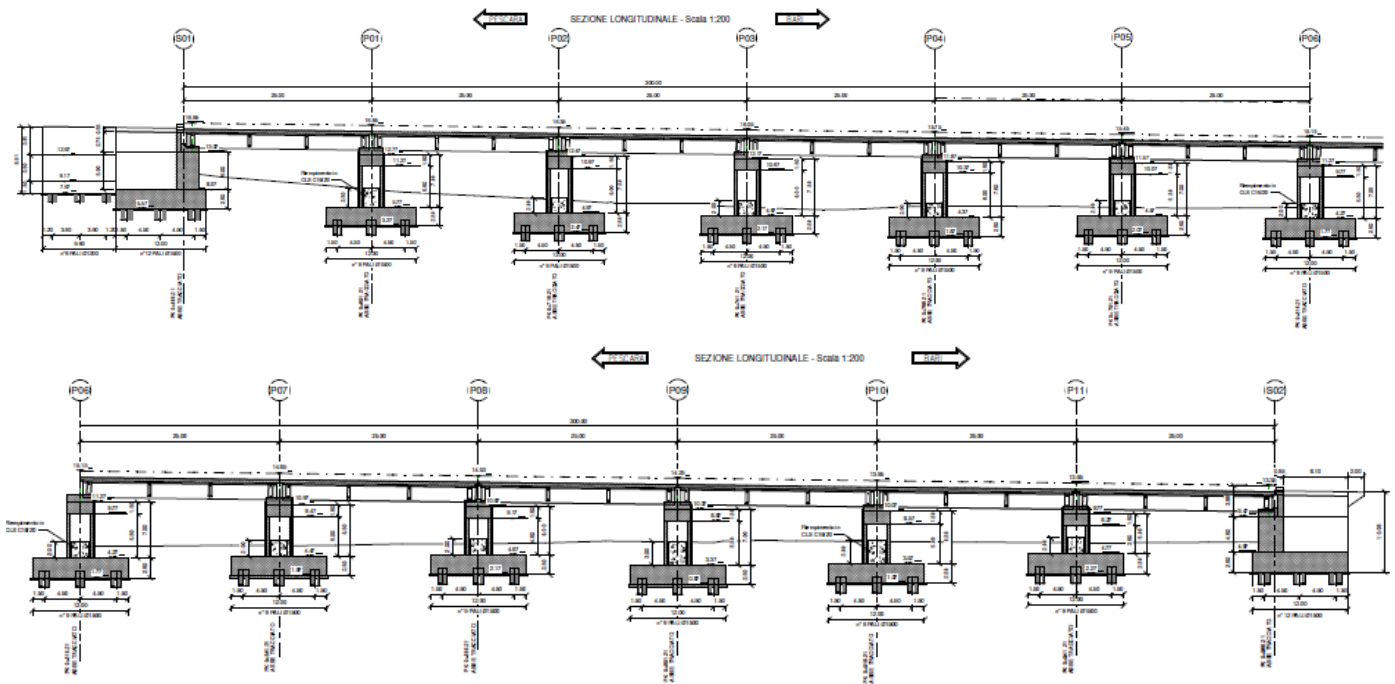


Figura 1 – Profilo longitudinale VI05

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 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.

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	5

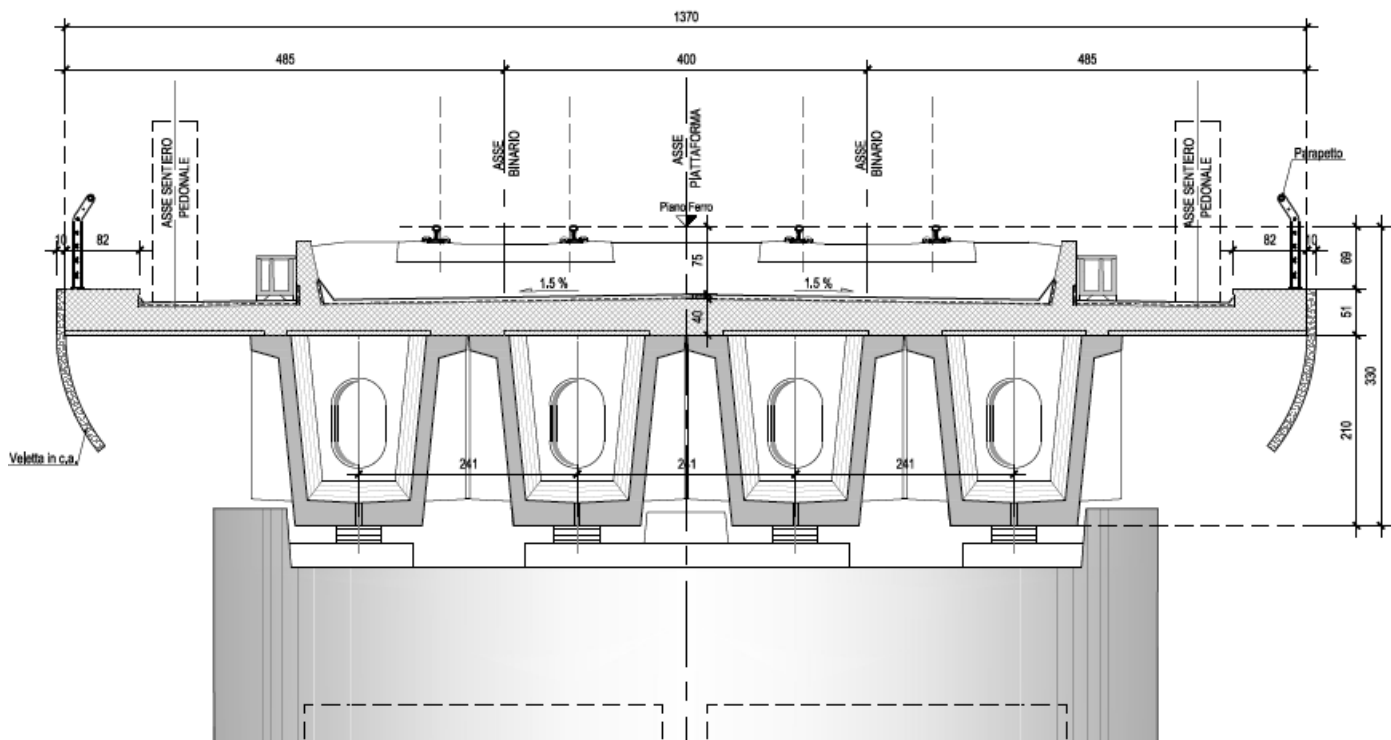


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

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	H <sub>calcolo</sub>	IMPALCATI							SISMA	
				R <sub>min</sub>	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Cat. Di Sottosuolo
				[m]								
VI05	P01	1	7	2200	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P02 ÷ P04	2	7.5	2200	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P05 ÷ P07	1	7	2200	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P08	3	6	2200	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P09 ÷ P10	1	7	2200	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P011	3	6	2200	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C

Tabella 1 – Sintesi delle pile del viadotto VI05

Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche del caso di calcolo 2 , H=7.50, corrispondente alla pila con un'altezza maggiore P02 ÷ P04 tra gli impalcati in c.a.p di luce 25.00 m.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>6</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 10.40 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.

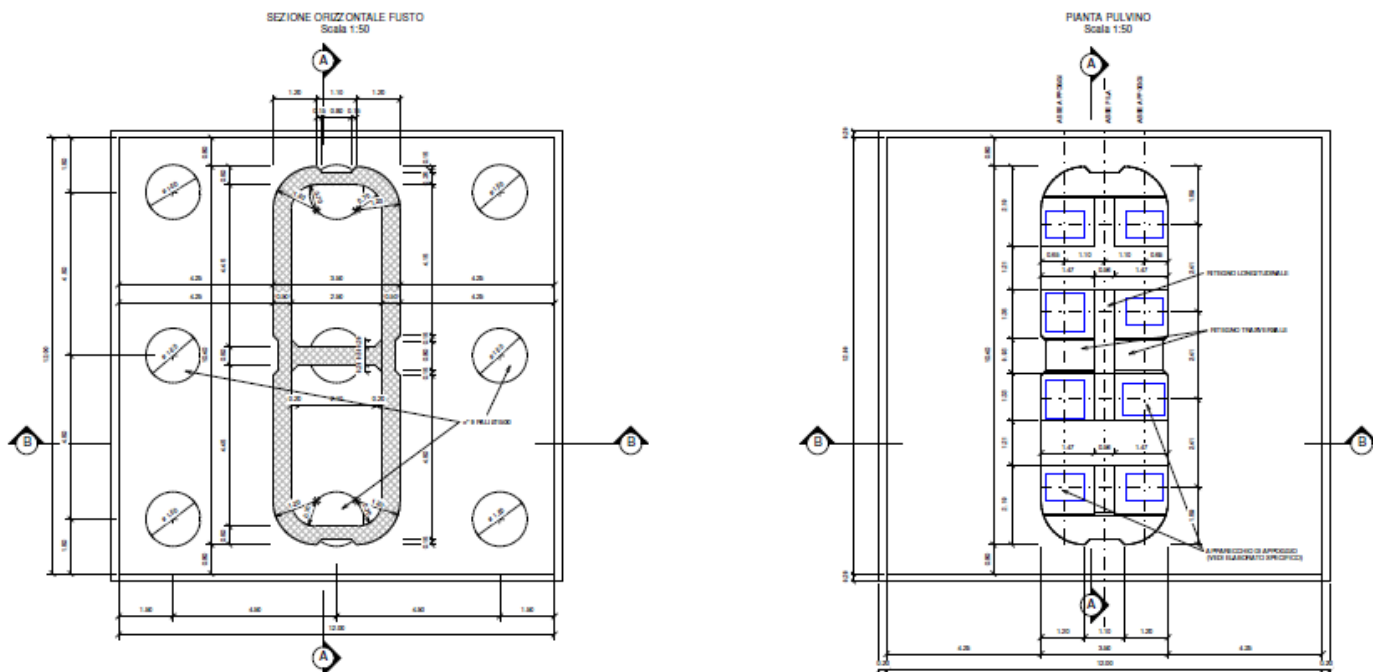


Figura 3 – Vista in pianta

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>7</b>

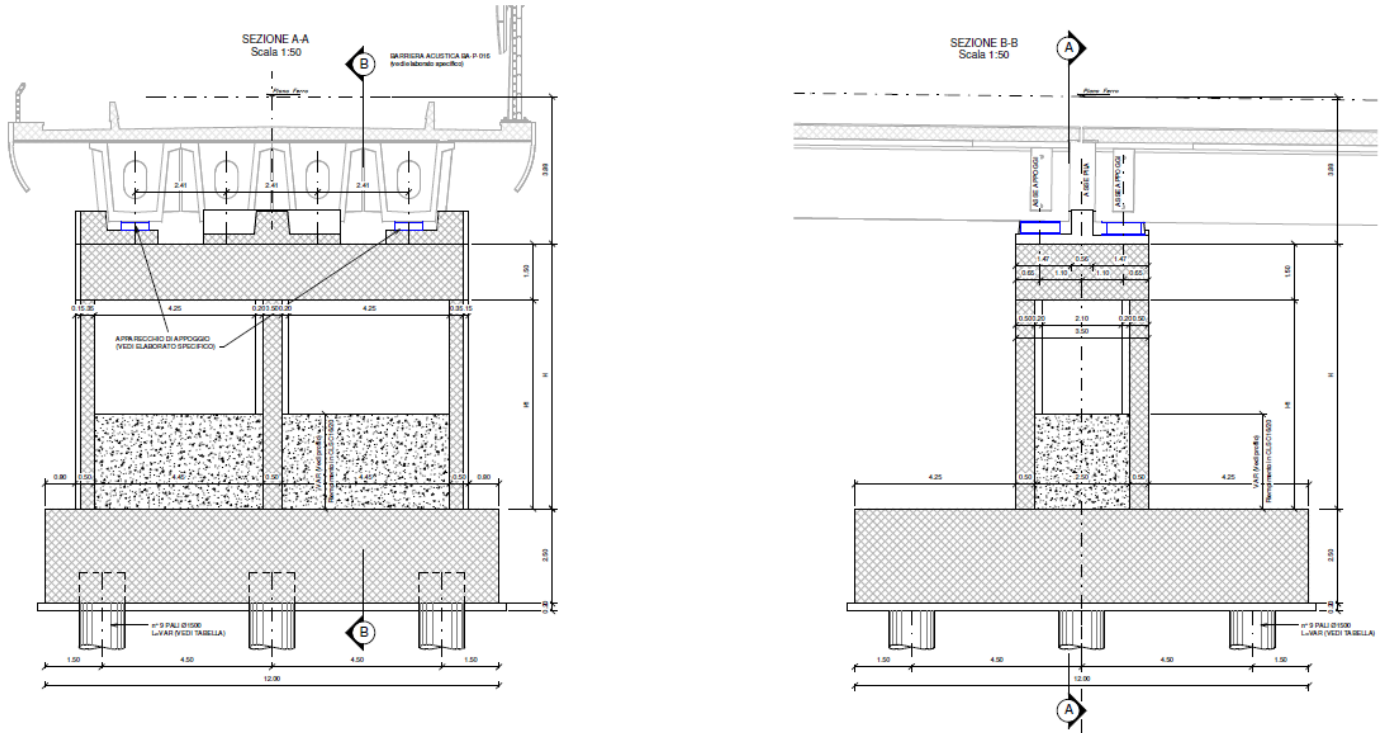


Figura 4 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale



 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

### 3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

#### 3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

##### 3.1.1 Specifiche tecniche interoperabilità ferroviarie

[1] Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.

##### 3.1.2 Materiali

[2] UNI 11104: 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206”;

[3] UNI EN 206: 2014 – “Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

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

*Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”*

[4] UNI EN 1991-1-4:2010 – “Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;

[5] UNI EN 1991-1-5:2004 – “Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;

[6] UNI EN 1991-1-7:2014 – “Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali”;

[7] UNI EN 1991-2:2005 – “Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;

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

[8] UNI EN 1992-1-1:2015 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[9] UNI EN 1992-2:2006 – “Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;

*Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”*

[10] UNI EN 1993-1-1:2014 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[11] 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”;

#### 3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

[12] Legge 5 Novembre 1971 n°1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;

[13] Legge 2 Febbraio 1974 n°64 - “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>9</b>

[14] D.M. 14/01/2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;

[15] 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”.

### 3.3 MANUALI ITF

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

[17] RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili;

[18] RFI DINIC MA PO 00 001 B - Manuale di progettazione Ponti

[19] RFI DTC ICI PO SP INF 001 A - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari del 12/10/2009

[20] RFI DINIC MA PO 00 001 C - Prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva ponti Vol.1 e vol.2

[21] RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari

[22] RFI DTC INC PO SP IFS 005 A - Specifica per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e cavalcavia.

### 3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

[23] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.

[24] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985

[25] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987

[26] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987

[27] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988

[28] 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	10

## 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  $f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 24.90$  MPa  
 Resistenza media a compressione cilindrica  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$  MPa  
 Modulo elastico  $E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$  MPa  
 Valore medio di resistenza a trazione semplice  $f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 2.56$  MPa  
 Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$  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  $f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11$  MPa  
 Resistenza di calcolo a trazione semplice  $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19$  MPa  
 Valore ultimo della deformazione a compressione  $\epsilon_{cu} = 3.5 \%$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara  $\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.70$  MPa  
 Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.  $\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 9.96$  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  $f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20$  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

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>11</b>

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26 \text{ MPa}$$

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$$

#### 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

$$R_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$$

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica

$$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20 \text{ MPa}$$

Resistenza media a compressione cilindrica

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$$

Valore medio di resistenza a trazione semplice

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ MPa}$$

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

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$$

Resistenza di calcolo a trazione semplice

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ MPa}$$

Valore ultimo della deformazione a compressione

$$\varepsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26 \text{ MPa}$$

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$$

## 4.2 ACCIAIO

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

Tensione caratteristica di rottura a trazione

$$f_{tk} = \geq 540 \text{ MPa}$$

Tensione caratteristica di snervamento a trazione

$$f_{yk} = \geq 450 \text{ MPa}$$

Modulo elastico

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_s = 1.15$$

Resistenza di calcolo

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ MPa}$$

Valore ultimo della deformazione a trazione

$$\varepsilon_{cu} = 10 \text{ ‰}$$

Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione

$$\sigma_s = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.50 \text{ MPa}$$

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI <b>HYpro</b>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	12

### 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.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2016	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Composizione 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									
	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	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	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	C30/37	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	340	360	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 solfiti 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 solfiti. 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 CEI EN 12390-9, UNI CEI EN 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 il limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).

b) 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 solfiti sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfiti 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 minimo 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	
			$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} < C < C_o$
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 ( $V_N = 50$  anni)

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	13

**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	XC2
Rapporto max A/C	0,60	0,6
Classe di resistenza minima	C25/30	C25/30
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300	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>30</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>NO</b>	valori tabella	$C_0$ C35/45
Elemento a piastra <b>NO</b>		$C_{min}$ C25/30
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie	Gruppo di esigenza A
		Copriferro nominale $c_{nom}$ (mm) <b>40</b>

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>14</b>

NOME: <b>ELEVAZIONI</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:
	XC4 XS1	XC4+XS1
Rapporto max A/C	0,50 0,50	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>40</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>NO</b>	valori tabella $C_0$ <b>C40/50</b>	
Elemento a piastra <b>NO</b>	$C_{min}$ <b>C30/37</b>	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale $c_{nom}$ (mm) <b>50</b>

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>15</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:
	XC4	XS1
Rapporto max A/C	0,50	0,50
Classe di resistenza minima	C32/40	C32/40
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340	340
Contenuto minimo di aria (%)	-	-
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-
Cemento resistente ai solfati	-	-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	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	$C_0$ C40/50
Elemento a piastra	<b>SI</b>	$C_{min}$ C30/37
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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	16

## 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

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	17

$\Psi_0, \Psi_1, \Psi_2$  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)

### 5.2.2 Stati limite ultimi

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

$$R_d \geq E_d \quad (\text{Eq. 2.2.1})$$

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

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>											
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>18</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	$\gamma_{Ce}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	$d$	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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	19

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
Gruppi di carico	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	$gr_3$	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 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.

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>20</b>

## 5.2.4 Strutture geotecniche

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgono 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:

$$E_d \leq R_d$$

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

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

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

$$F_d = \gamma_F \cdot F_k$$

$$X_d = X_k/\gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_E$$

$$\gamma_M$$

$$\gamma_R$$

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>21</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  $\gamma_G$ .

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	$\gamma_r$	$\gamma_\gamma$	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 [14], 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.

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	22

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- *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 e 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 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>23</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>		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	24

### 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

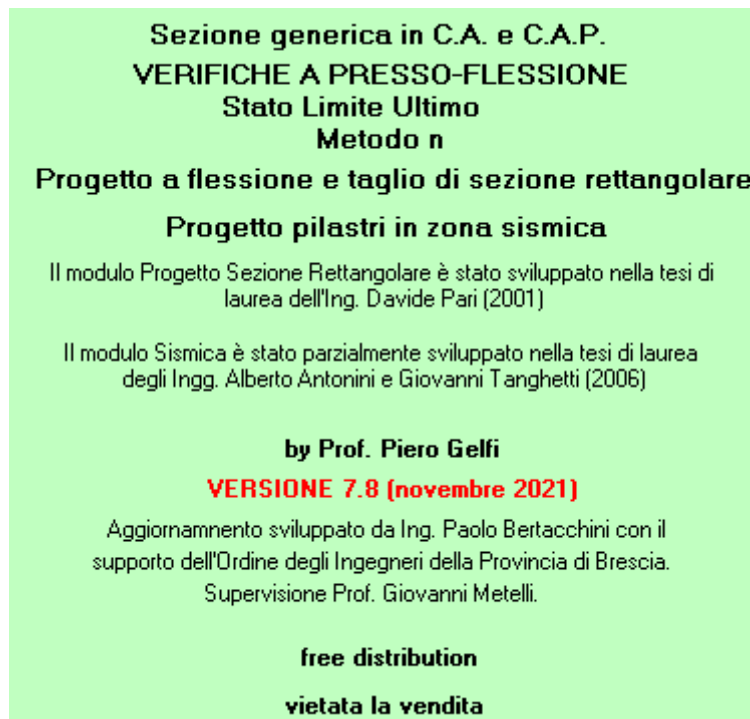
MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>		COMMESSA	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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>25</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:



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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	26

## **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.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>27</b>

## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Dalle indagini sismiche (M25, S34V, M26) 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.

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>28</b>

## 7. ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G<sub>1</sub>)

Nome	$\gamma_G$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
PP (cat. G <sub>1</sub> )	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  $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$ .

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 m, di cui in seguito si riporta un riepilogo degli scarichi e le reazioni totali sui singoli appoggi.

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 travi	35	35	35	35
PP soletta	52	4	4	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> )	1075	475	475	1075

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

Nome	$\gamma_G$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.50	-	-	-

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.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	29

### 7.2.1 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]
PP (cat. G <sub>2,1</sub> )	325	500	500	325

### 7.2.2 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

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> )	225	-138	-138	225

### 7.2.3 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>2,1</sub> )	425	-225	-225	425

### 7.2.4 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>2,1</sub> )	575	-325	-325	575

<b>MANDATARIA</b>  <b>HUB ENGINEERING</b> <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	<b>MANDANTI</b>  <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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>30</b>

### 7.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO ( $E_2$ )

Nome	Tipo	$\gamma_{e2}$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	31

## 7.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

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

Nome	Tipo	Y <sub>α</sub> (Fav / Sfav)		ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
AZIONI VERTICALI da traffico ferroviario	Variabili	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 sospenso
P1600	1,1
<b>F1, F2, F3</b>	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospenso
F1600	1,1

Figura 5 – Specifiche Tecniche di Interoperabilità (S.T.I.) - Requisiti carichi da traffico ferroviario



<b>MANDATARIA</b>  <b>HUB ENGINEERING</b> <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	<b>MANDANTI</b>  <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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	<small>COMMESSA</small> <b>LI0B</b>	<small>LOTTO</small> <b>02</b>	<small>FASE</small> <b>E</b>	<small>ENTE</small> <b>ZZ</b>	<small>TIPO DOC</small> <b>CL</b>	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> <b>VI 05 05</b>			<small>PROGR</small> <b>001</b>

#### 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.

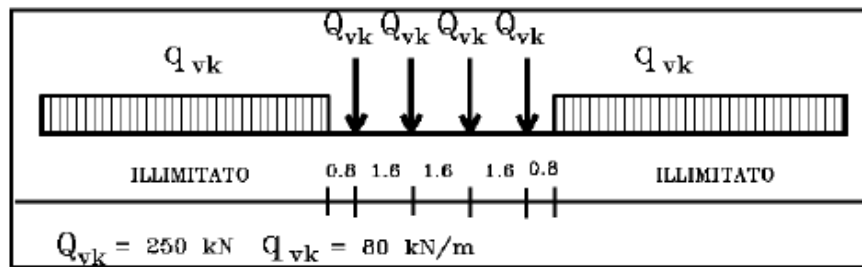


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 6 – 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.

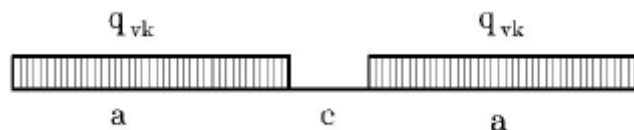


Fig. 5.2.2 - Modelli di carico SW

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 7 – 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 &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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>33</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 §5.2.2.2.3 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:

$I=22.60 \text{ m}^4$	Inerzia longitudinale elevazione pila
$A=12.97 \text{ m}^2$	Area sezione elevazione pila
$H=7.50 \text{ m}$	Altezza massima pile
$\lambda=H*\sqrt{(A/I)}=5.7 \leq 30$	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 difforni 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.

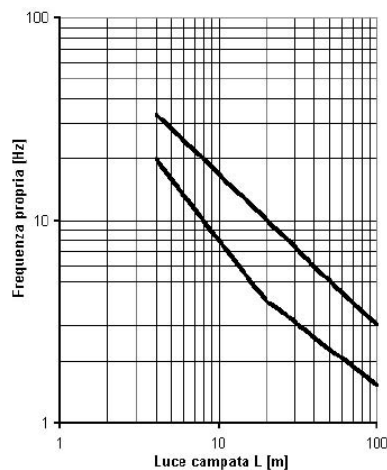


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie  $n_o$  in Hz in funzione della luce della campata

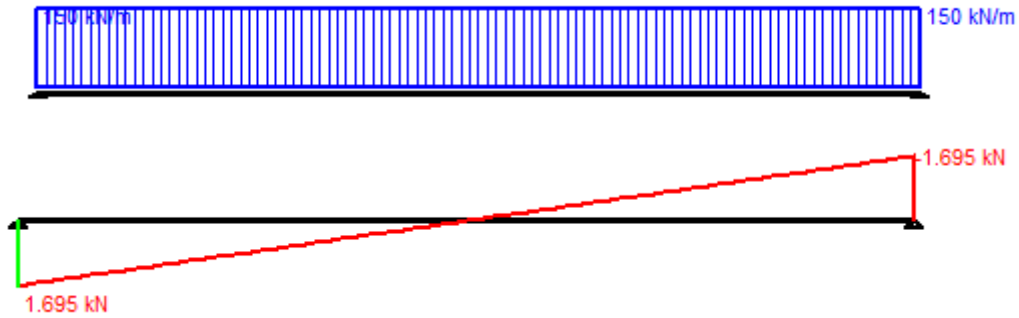
Figura 8 – Limiti frequenze proprie per il calcolo del coefficiente dinamico  $\Phi$

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

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.

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	34



**Vincoli**

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

N° Carichi dist. TRAPEZI 1 Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	22,6

N° Carichi CONCENTRATI 0 Zoom

N° Coppie CONCENTRATE 0 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="1.695"/>	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**

Visualizza  M  V  C

Risultati all'ascissa x

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

N° sezioni di calcolo

Figura 9 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

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

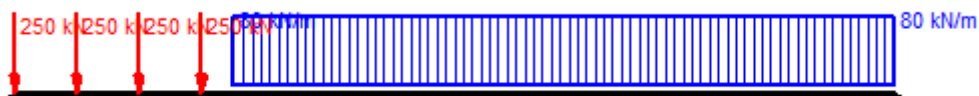
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1695 / (22.60/2) = 150.0 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.00 \cdot 150.0 \cdot 22.60/2 = 1695.0 \text{ kN}$$

(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 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>35</b>

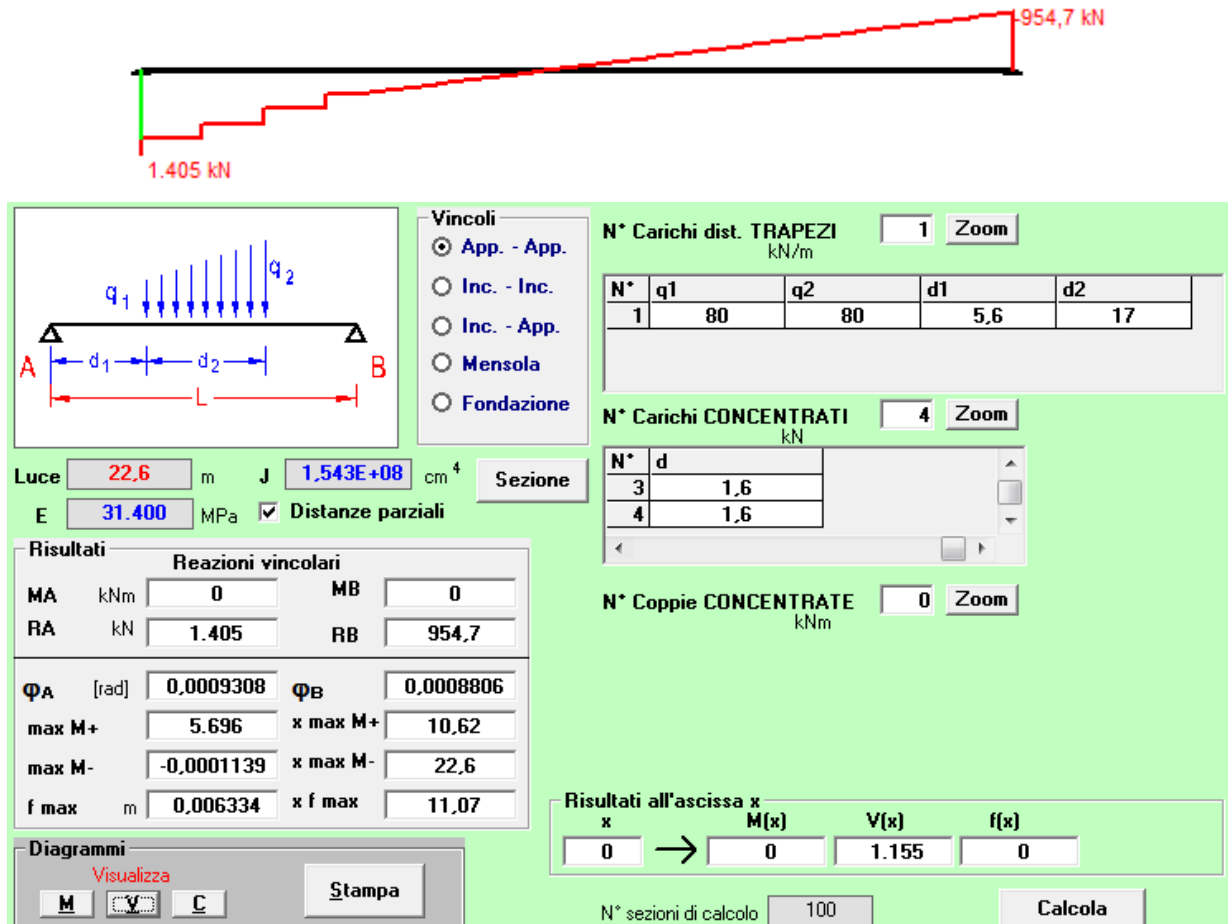


Figura 10 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

$$V_{\max} = 1405 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.1 \text{ kN}$$

(Q1\_LM71 B1)  
 Carico equivalente tagliante  
 Azione verticale applicata con e=+2.08 m

$$V_{\max} = 1405 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.1 \text{ kN}$$

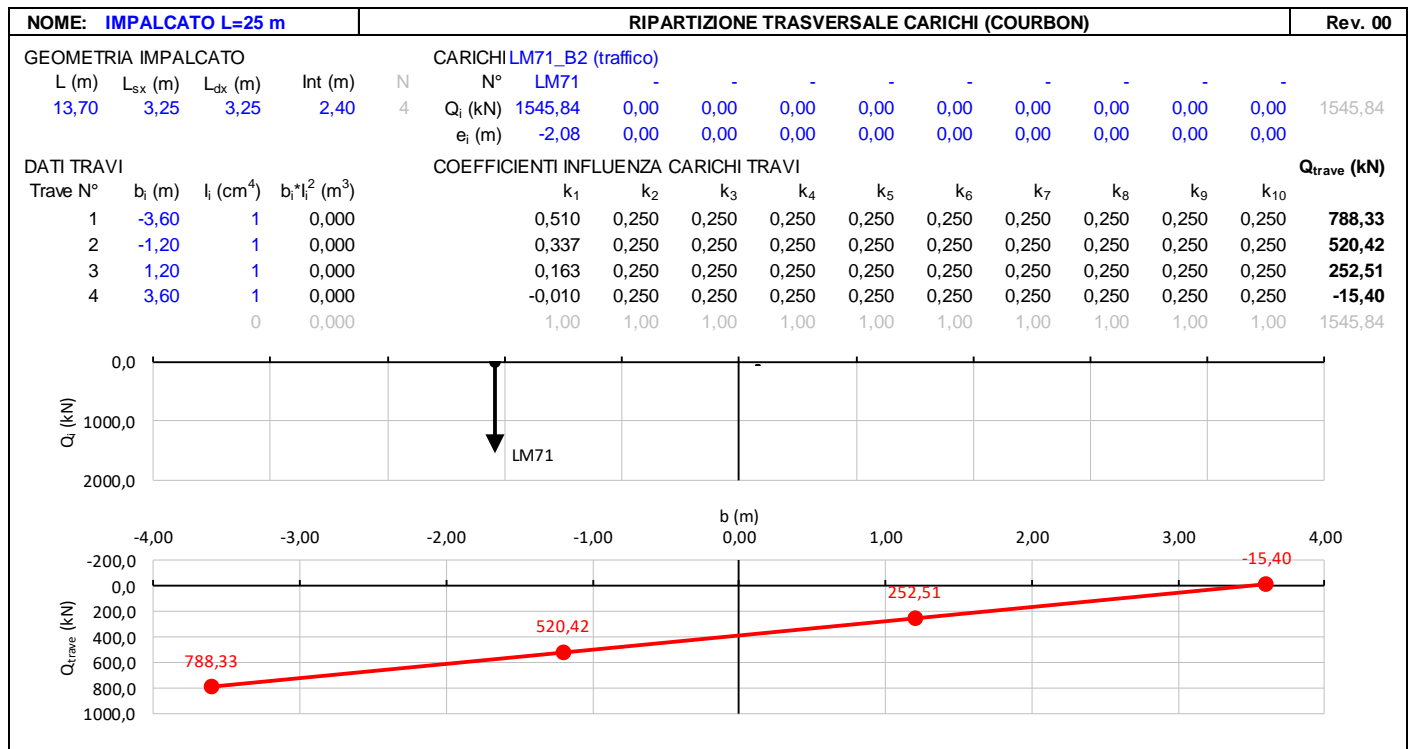
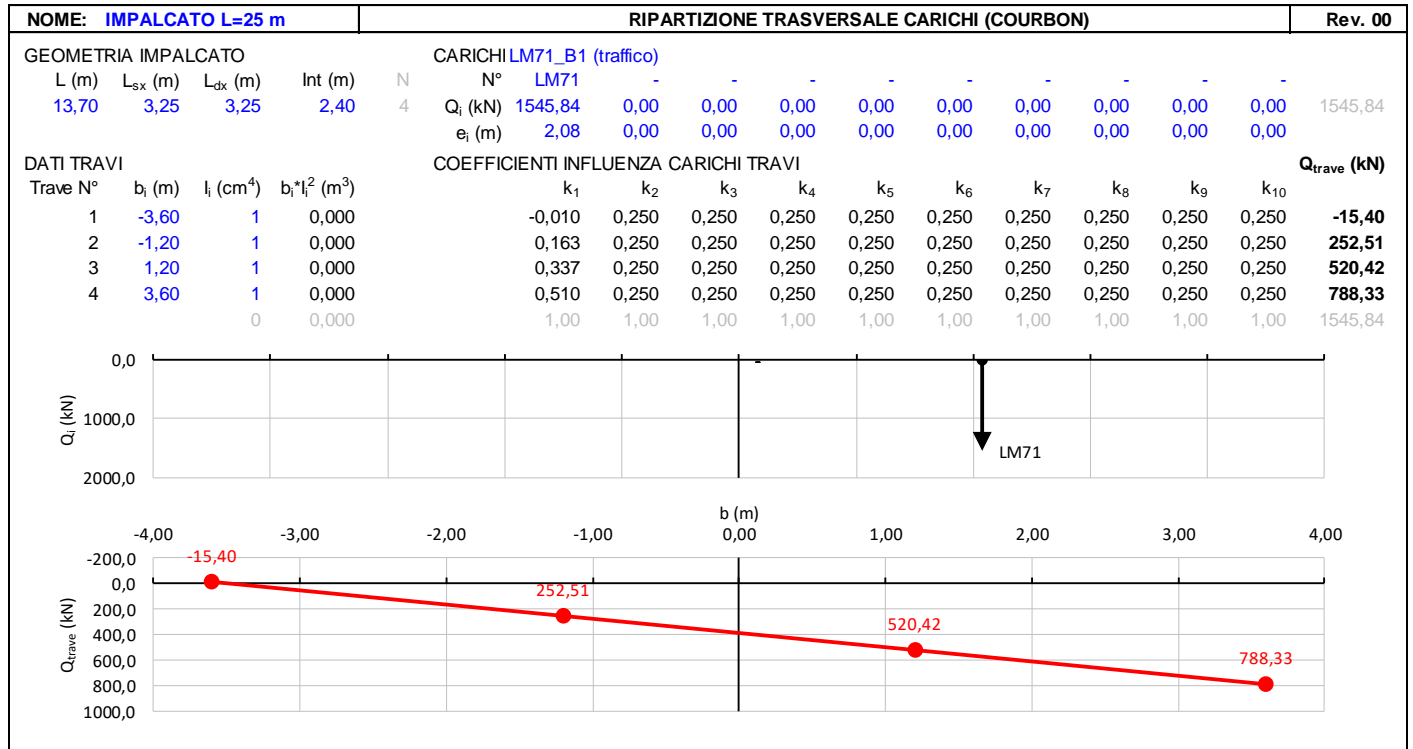
(Q1\_LM71 B2)  
 Carico equivalente tagliante  
 Azione verticale applicata con e=-2.08 m

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

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

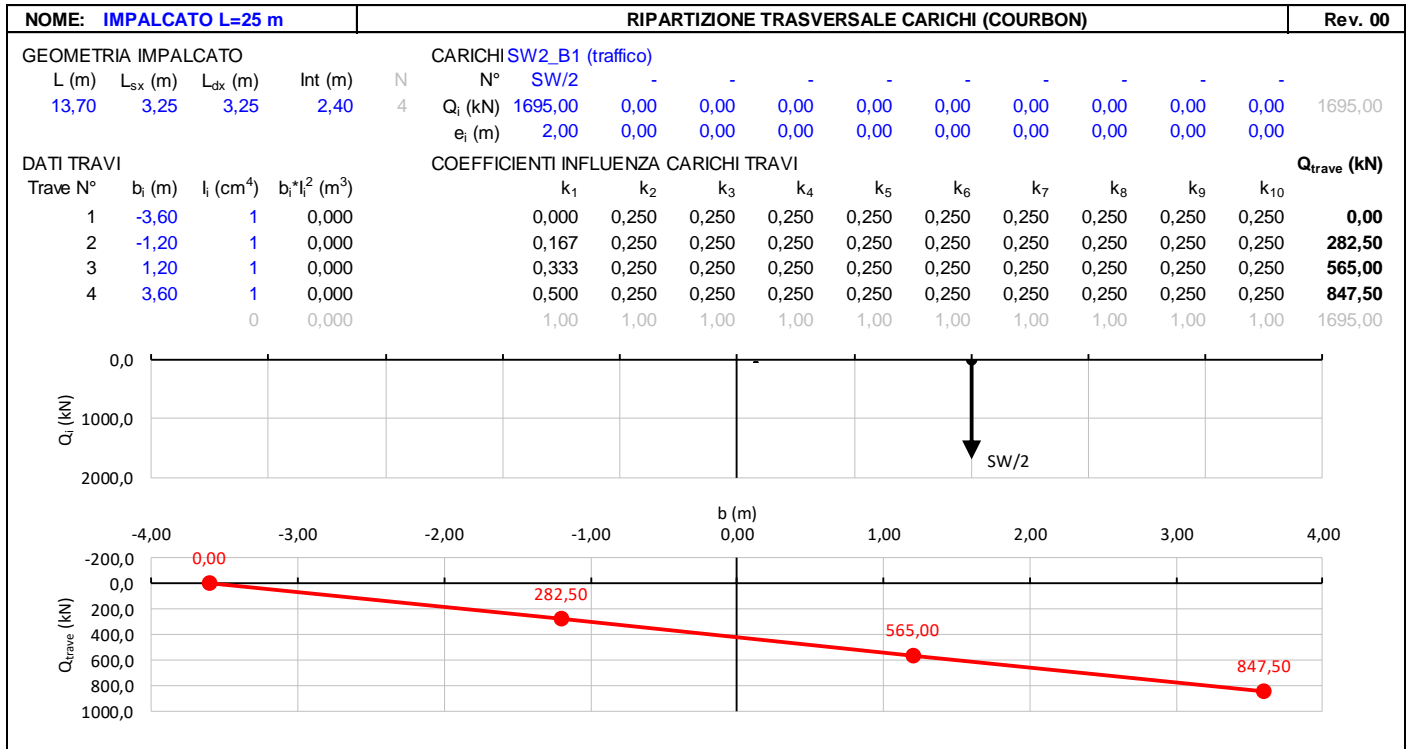
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	36



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>37</b>



**7.4.1.5 Decentramento dei carichi in tracciato curvilineo**

Ai fini del calcolo delle sottostrutture, per un tracciato di lunghezza L=25 m, raggio massimo ipotetico di R=2200 m, si ha un decentramento del carico pari a circa  $e=R\cdot\sqrt{(R^2-L^2/4)}$ =0,035 m, pertanto si ritiene tale effetto trascurabile in relazione alle dimensioni geometriche della sezione di appoggio.

**7.4.1.6 Carichi sui marciapiedi**

In accordo al punto 5.2.2.3.2, il carico non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e viene quindi utilizzato solo per le verifiche locali della soletta di impalcato.

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	38

#### 7.4.1.7 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:

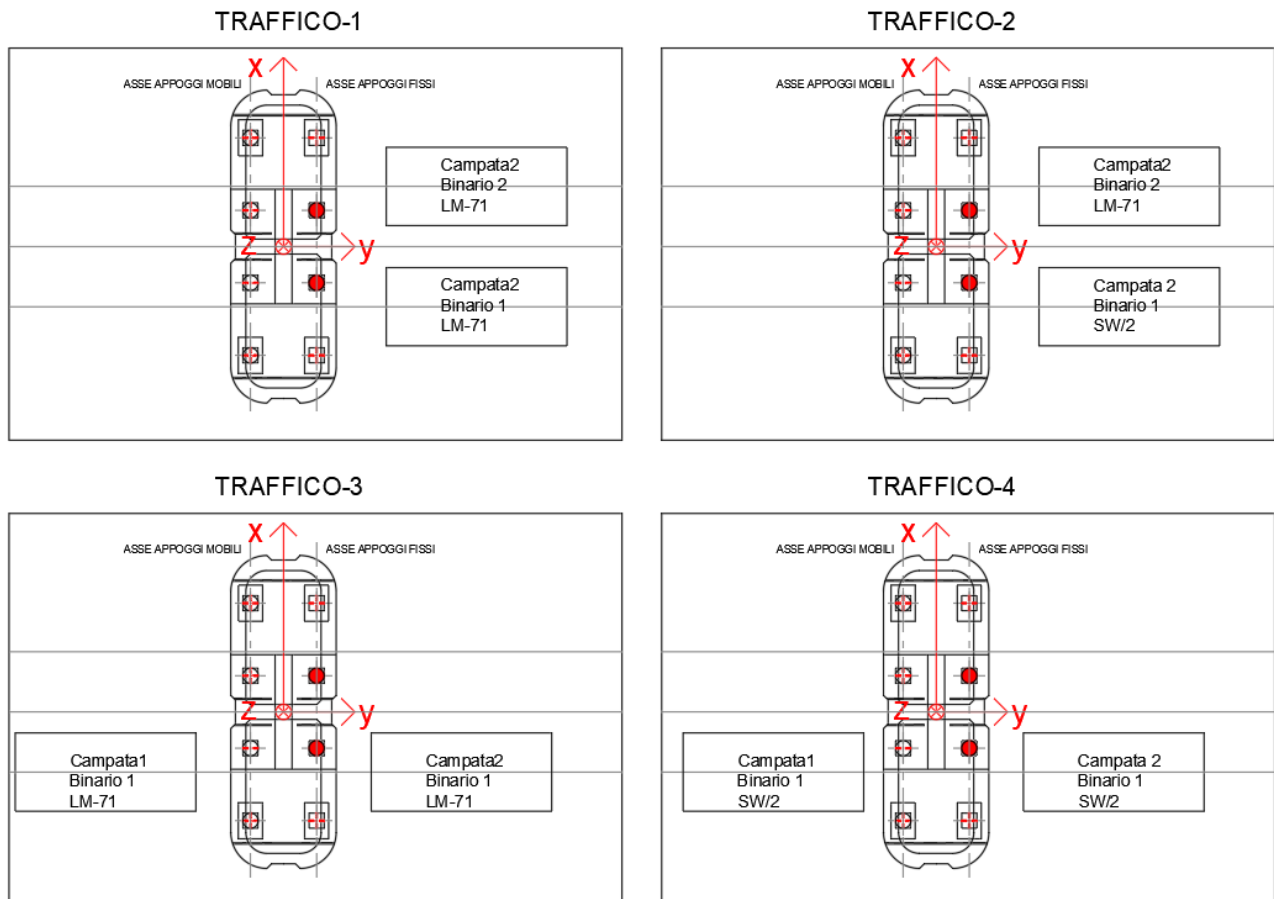


Figura 11 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	39

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
2	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0)	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71''+"SW/0)	-	1,0 (LM 71''+"SW/0)
≥3	Primo	1,0 (LM 71''+"SW/0)	0,75 (LM 71''+"SW/0)	1,0 SW/2
	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 12 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più binari*



<b>MANDATARIA</b> <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	<b>MANDANTI</b> <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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

## 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.

#### 7.5.1.1 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.

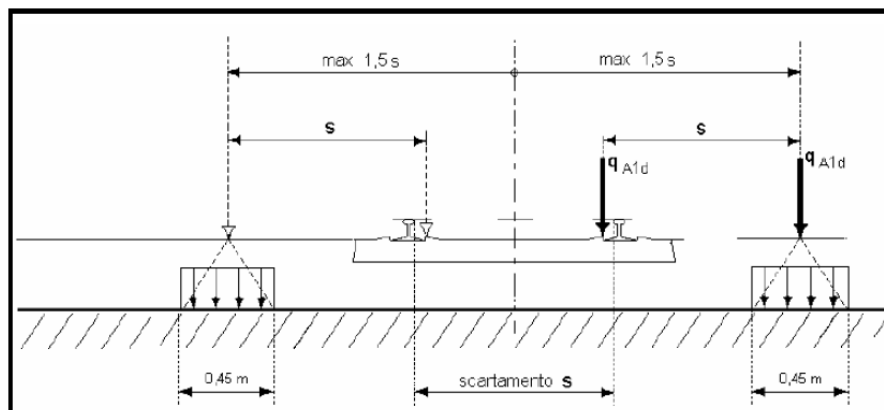
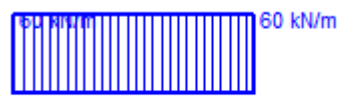


Figura 5.2.12 - Caso 1

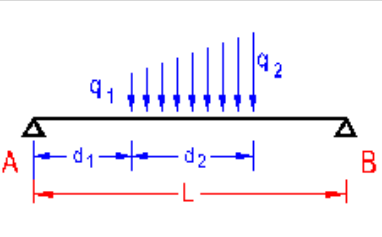
Figura 13 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

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 	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>





**Vincoli**

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

**N° Carichi dist. TRAPEZI**

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6.4

**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="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**

**Risultati all'ascissa x**

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

N° sezioni di calcolo

Figura 14 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

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

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

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

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

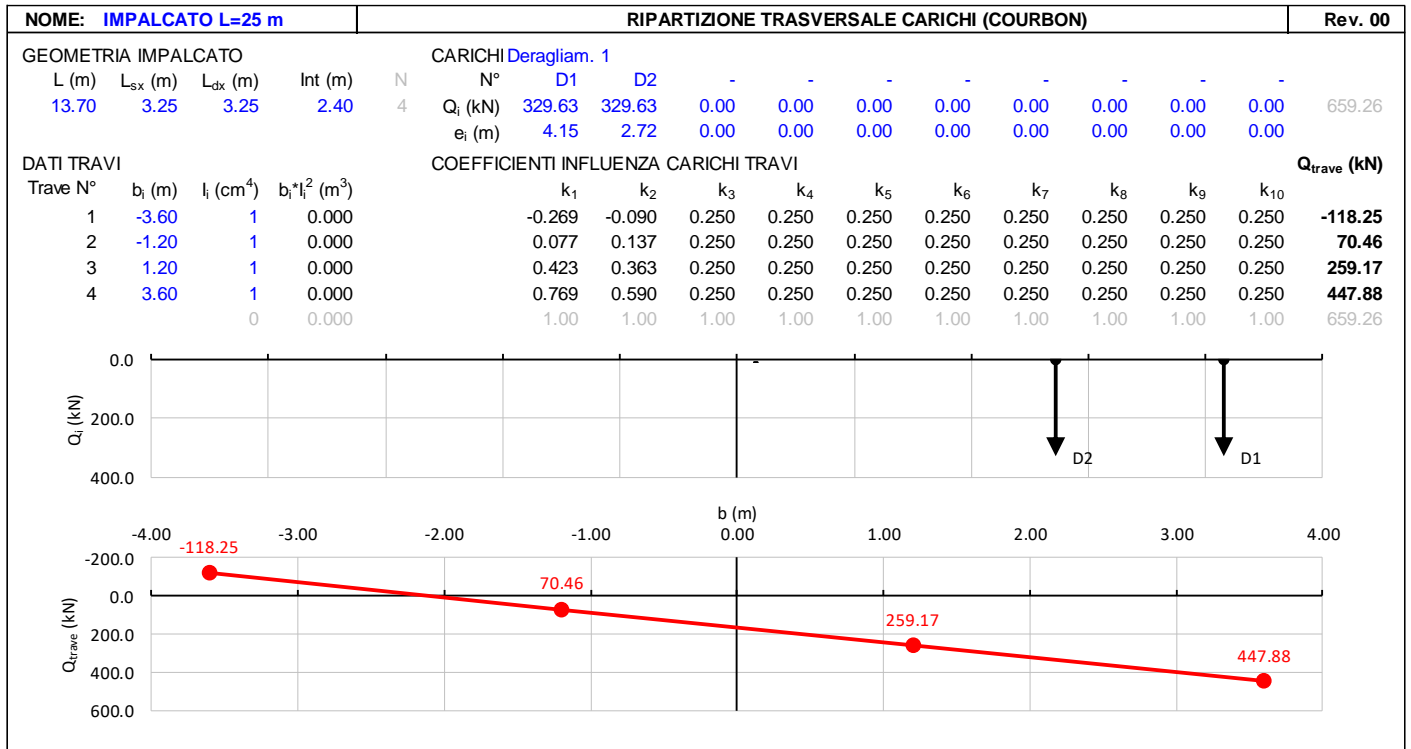
Carico equivalente tagliante

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

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

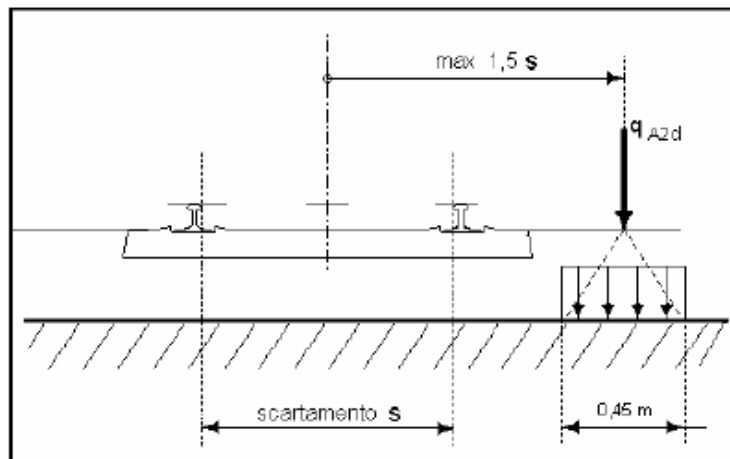
**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>42</b>



**7.5.1.2 Caso 2**

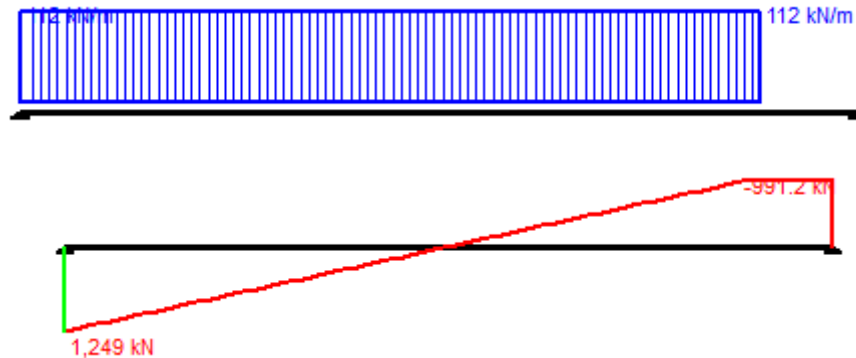
Si considera un unico carico lineare  $q_{A2d} = 80 \text{ kN/m} \times 1.4$  esteso per 20,00 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di 1,50 s rispetto all'asse del binario (Fig. 5.2.13). Per questa condizione convenzionale di carico andrà verificata la stabilità globale dell'opera, 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**

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

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**  **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	20

Luca  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"/>

**N° Carichi CONCENTRATI**  **Zoom**

**N° Coppie CONCENTRATE**  **Zoom**

**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  **Calcola**

**Diagrammi**

Figura 16 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

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

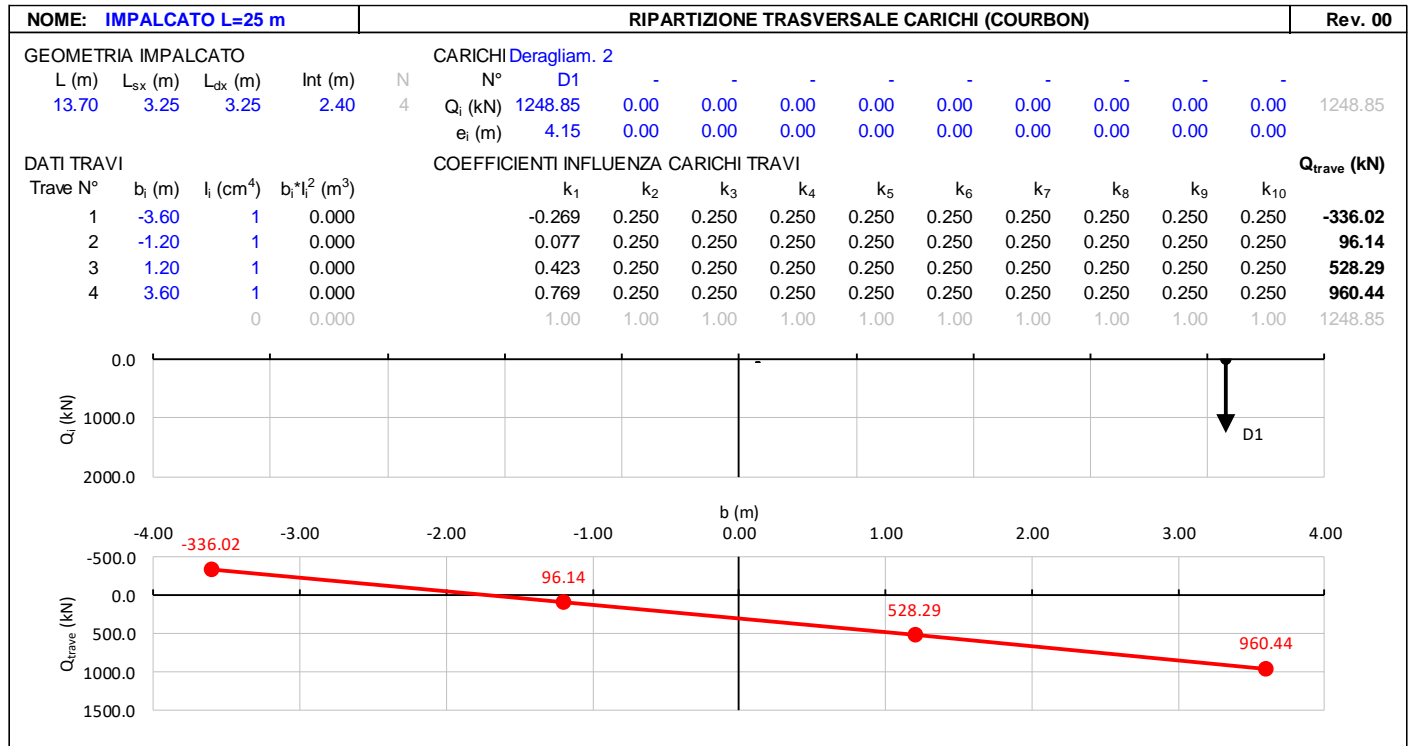
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1248.8 / (22.60/2) = 110.5 \text{ kN/m} \quad \text{Carico equivalente tagliante}$$

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

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>44</b>



### 7.5.1.3 Effetti sulla sottostruttura

Dato che le condizioni di carico previste sono da considerarsi solo per le verifiche eccezionali SLU con coefficiente unitario, mediante analisi preliminari si è accertato che tali combinazioni di azioni sollecitano la sottostruttura all'interno del campo di esercizio delle combinazioni SLU, pertanto per brevità di trattazione non sono state direttamente esplicitate nei calcoli di dimensionamento dei capitoli successivi.

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	45

## 7.6 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

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

Nome	Tipo	γ <sub>Q</sub> (Fav / Sfav)	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>
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

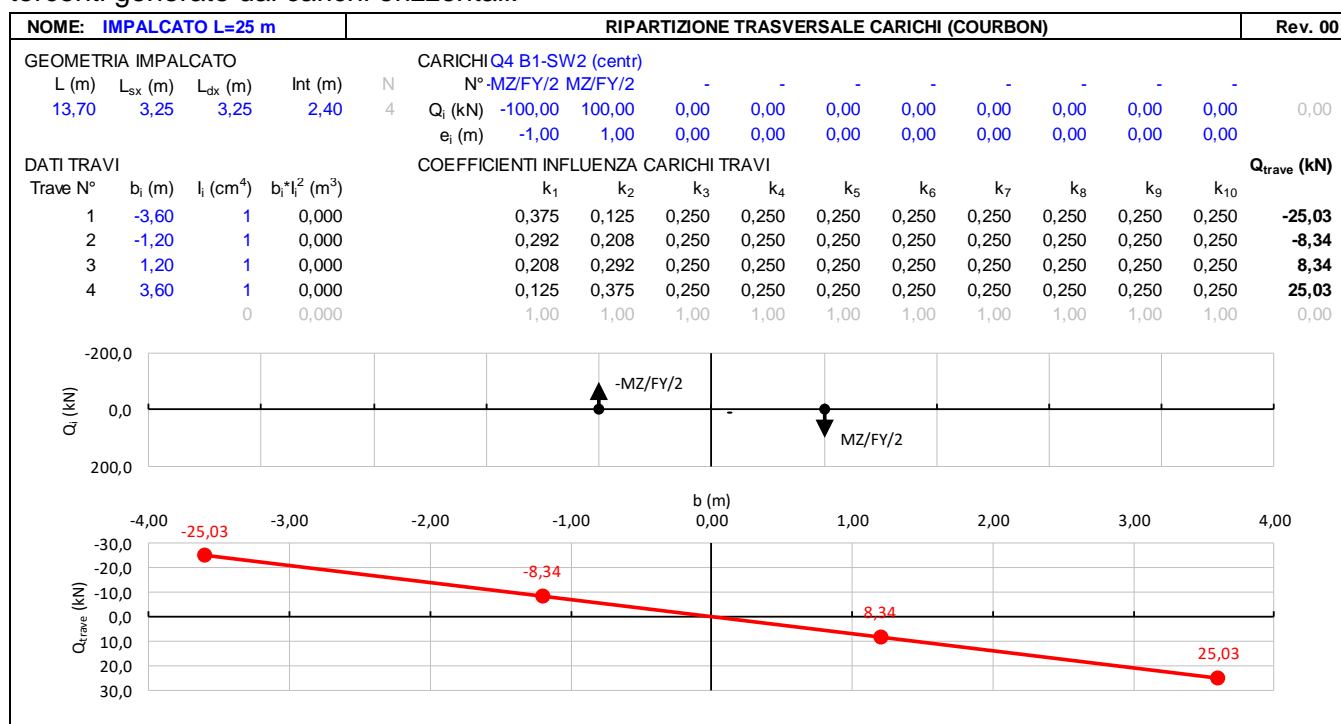
VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	46

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

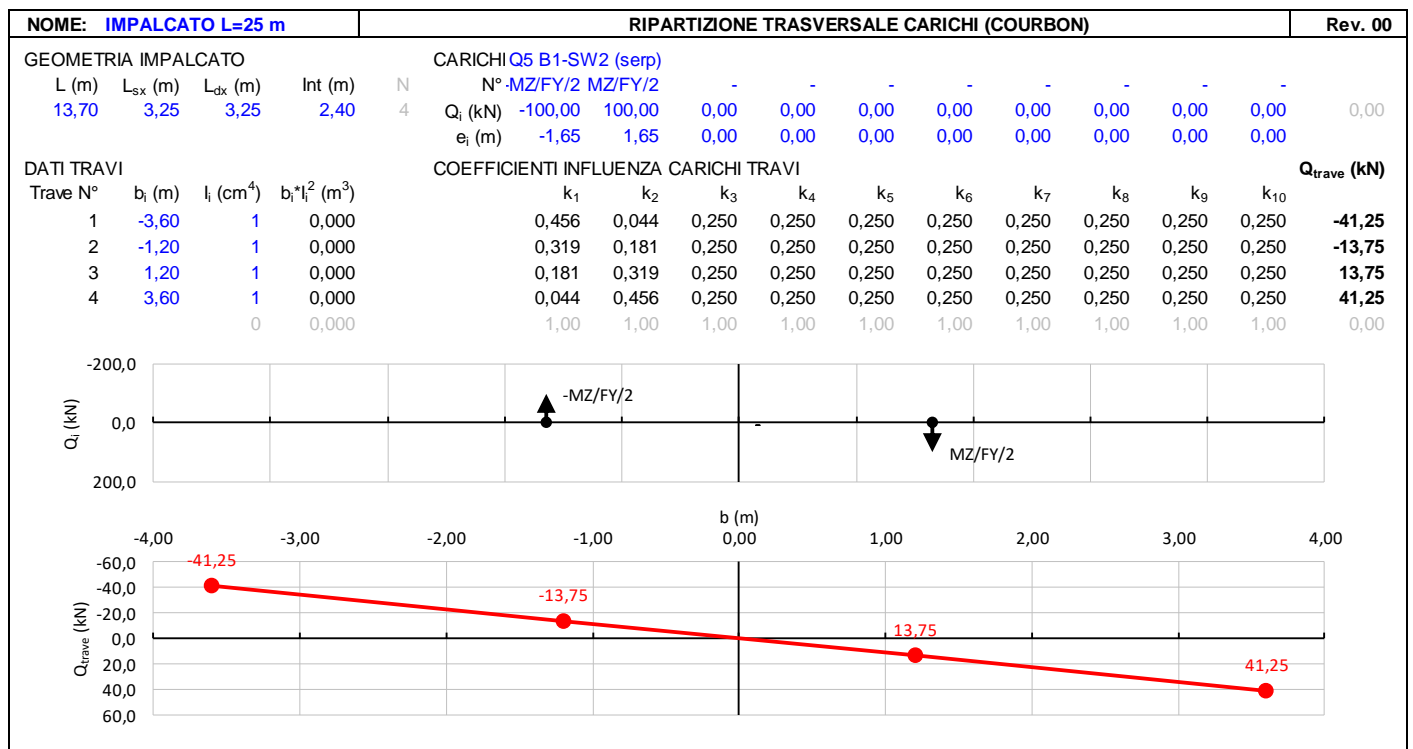
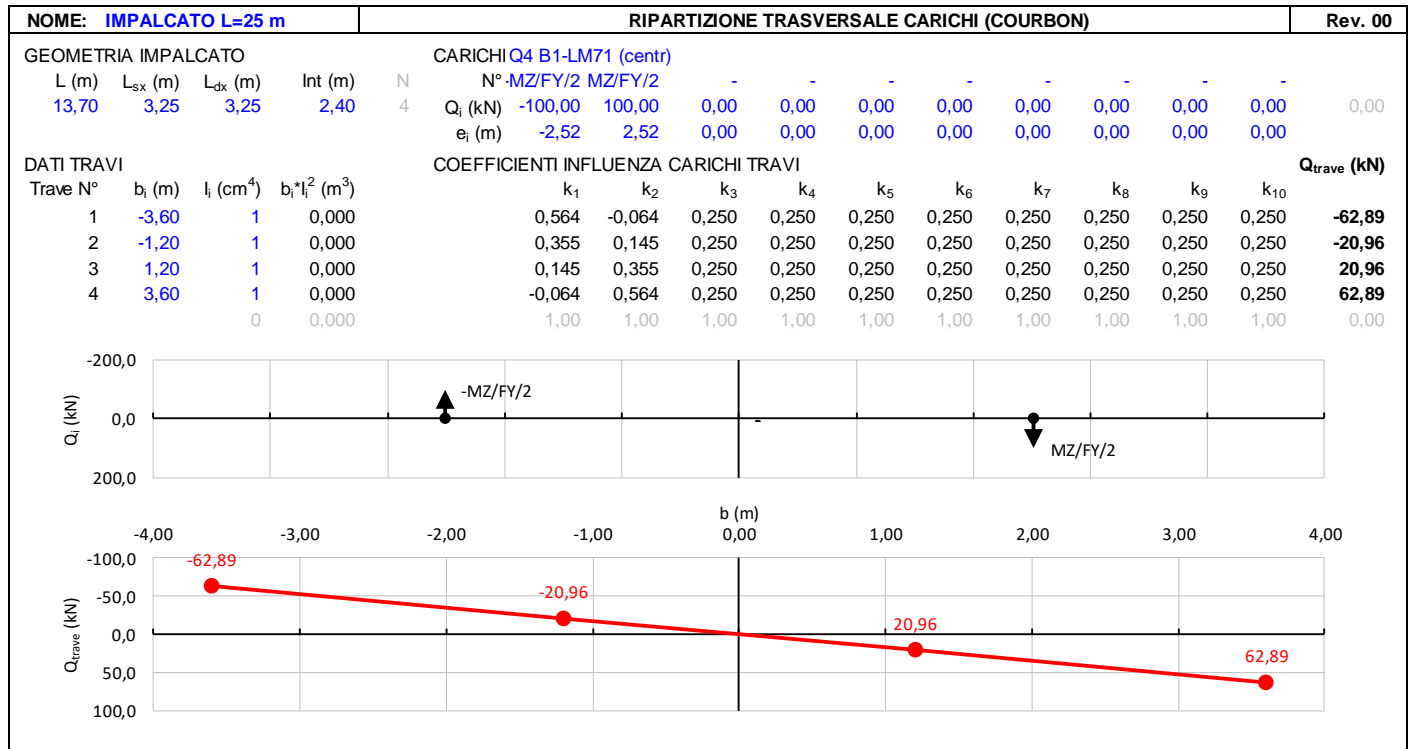
NOME: <b>IMPALCATO L=25 m</b>			CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00
DATI DEL PROGETTO							
V (km/h)	200	Velocità di progetto	Distanza PF/appoggi (m)			3,30	
R (m)	2200	Raggio di curvatura					
L <sub>f</sub> (m)	12,50	Lunghezza di binario carico					
TRENO LM71 e SW/0			TRENO SW/2				
Q <sub>vk</sub> (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)	152,45	79,65					
Q <sub>4,c</sub> (kN)	152,4	Q <sub>4,c</sub> (kN)		60,7	Forza centrifuga caratt. trasversale		
M <sub>4,c</sub> (kNm)	503,1	M <sub>4,c</sub> (kNm)		200,2	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.



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	47





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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>48</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  $\alpha$ .

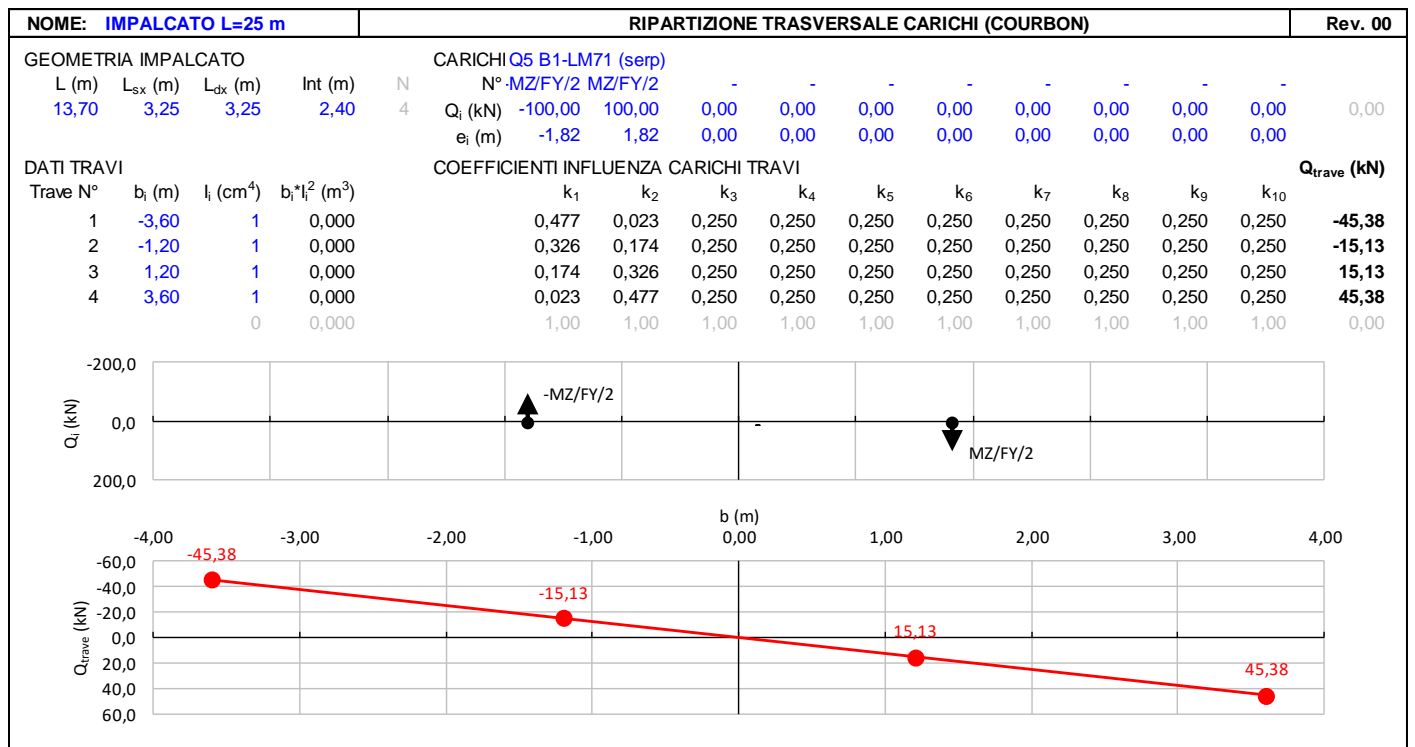
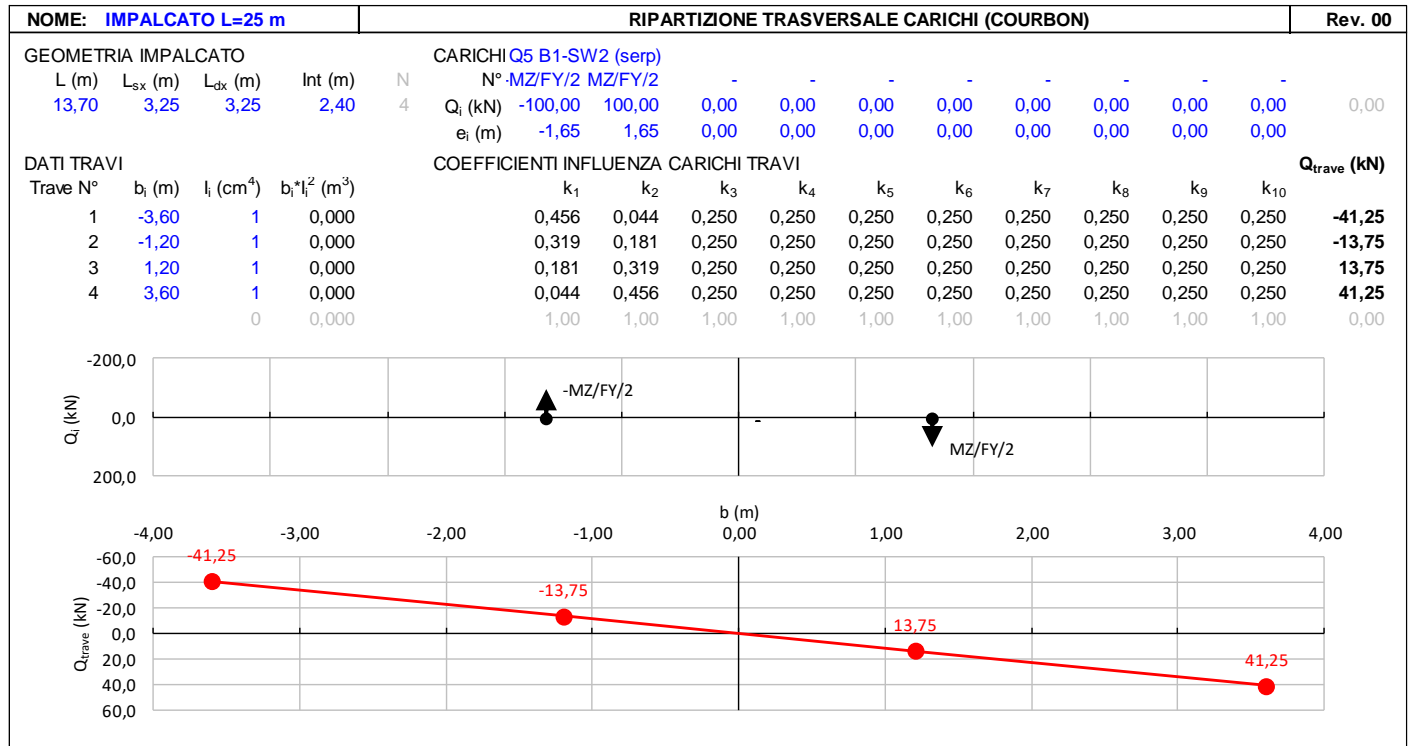
Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti (modellate come azioni verticali di 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.

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	49



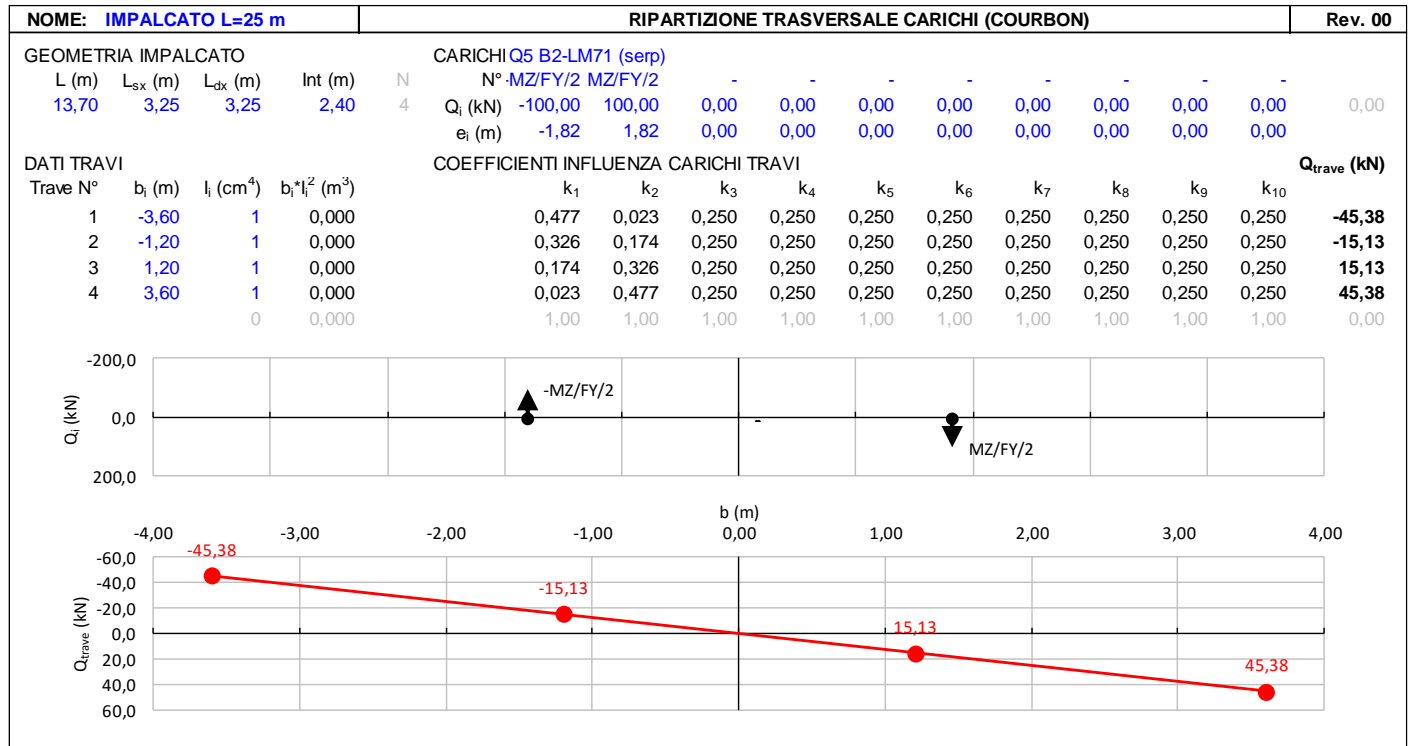
**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>50</b>



 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>51</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	$\gamma_Q$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
		(Fav / Sfav)			
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:

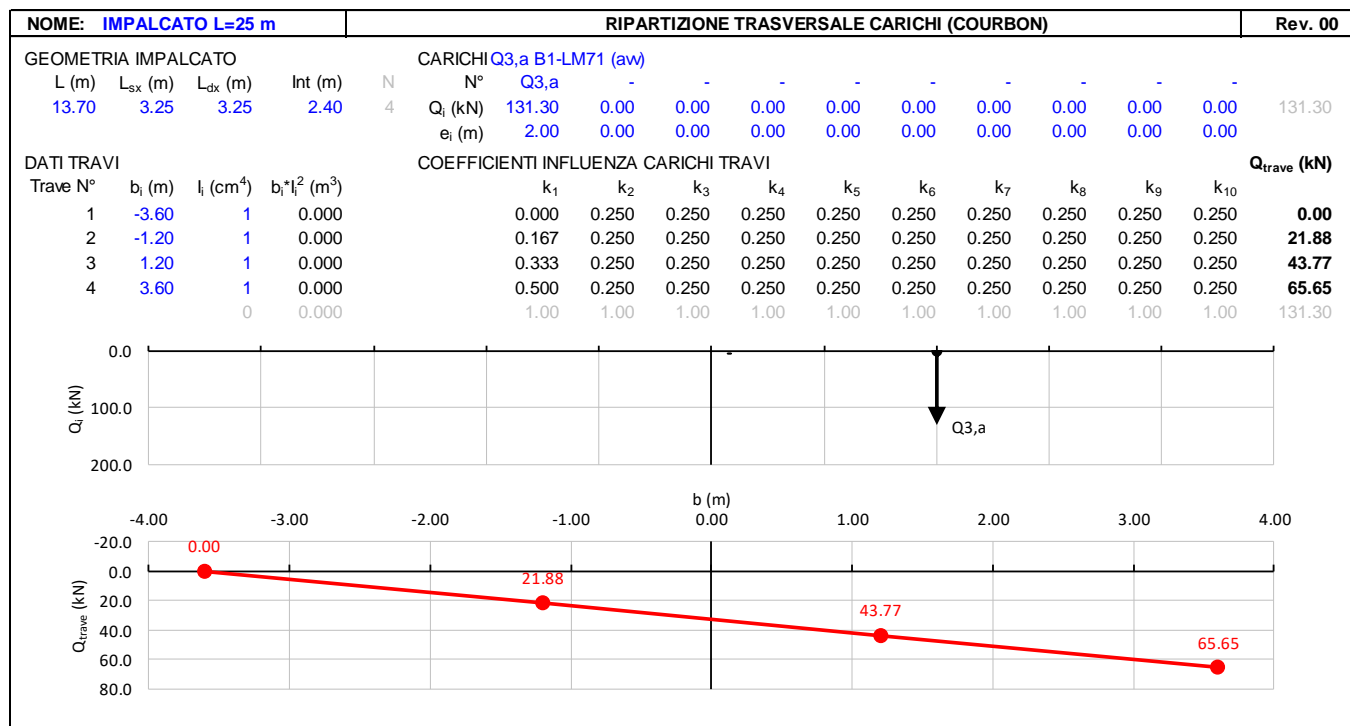
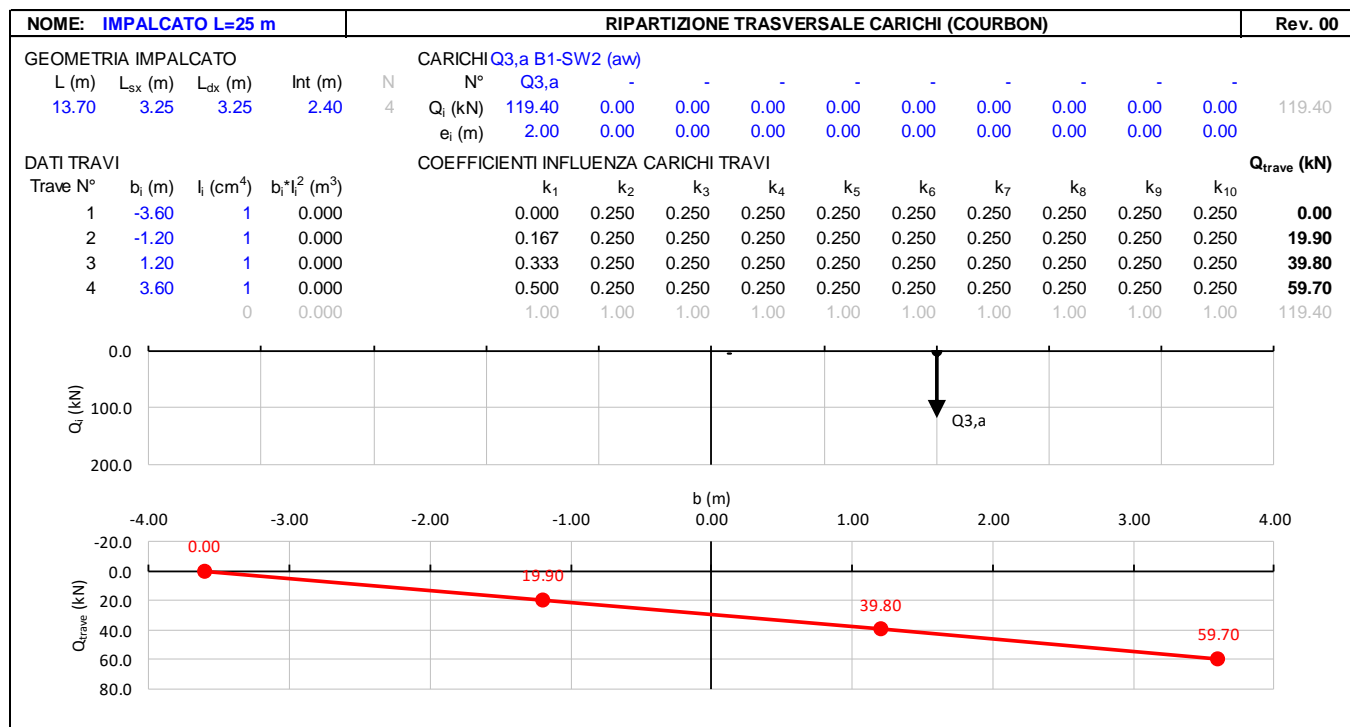
NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	22.80	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3.30
L (m)	25.00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
$\alpha$ (-)	1.10	$\alpha$ (-)	1.00	
$Q_{3,f}$ (kN)	550.0	$Q_{3,f}$ (kN)	875.0	Forza frenatura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

Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di avviamento o frenatura, 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 in prossimità degli appoggi trave, i quali determinano delle reazioni verticali che equilibrano le azioni sollecitanti torcenti generate dai carichi orizzontali.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

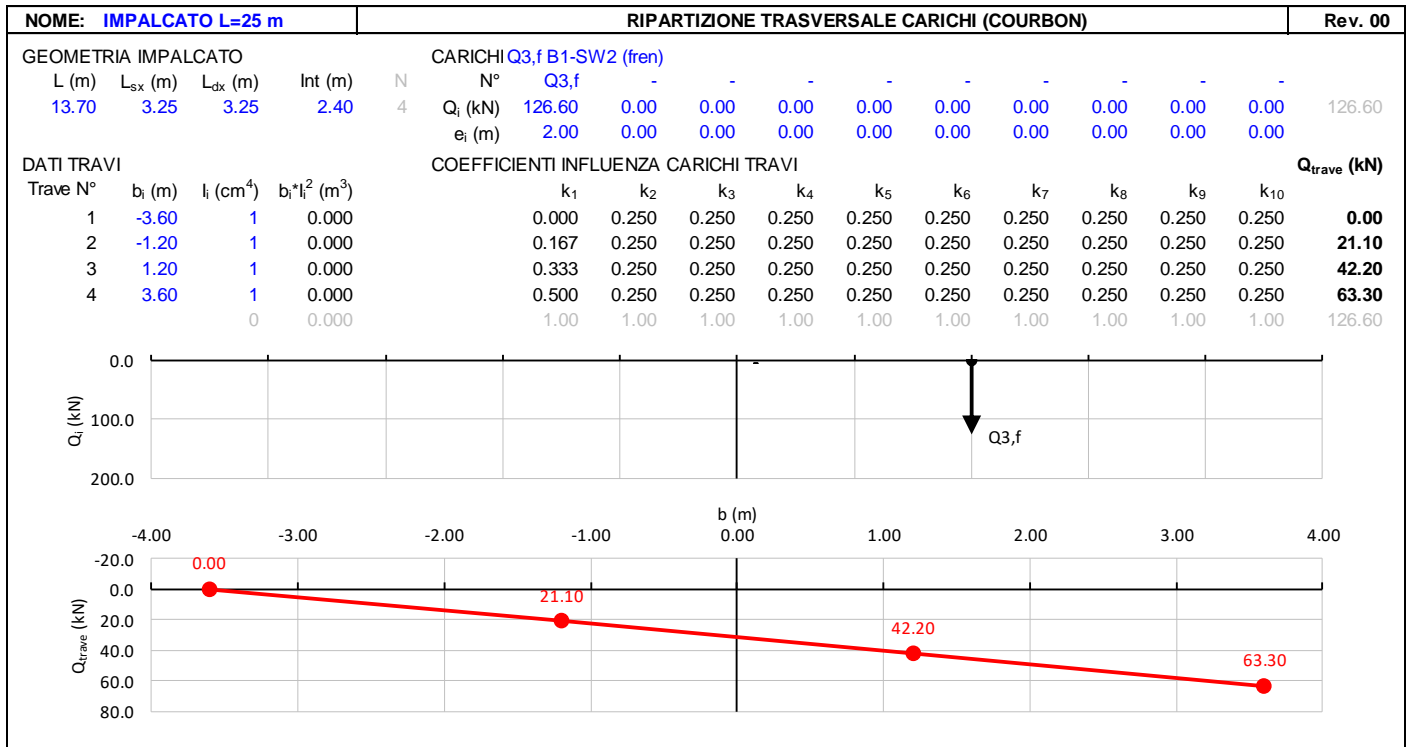
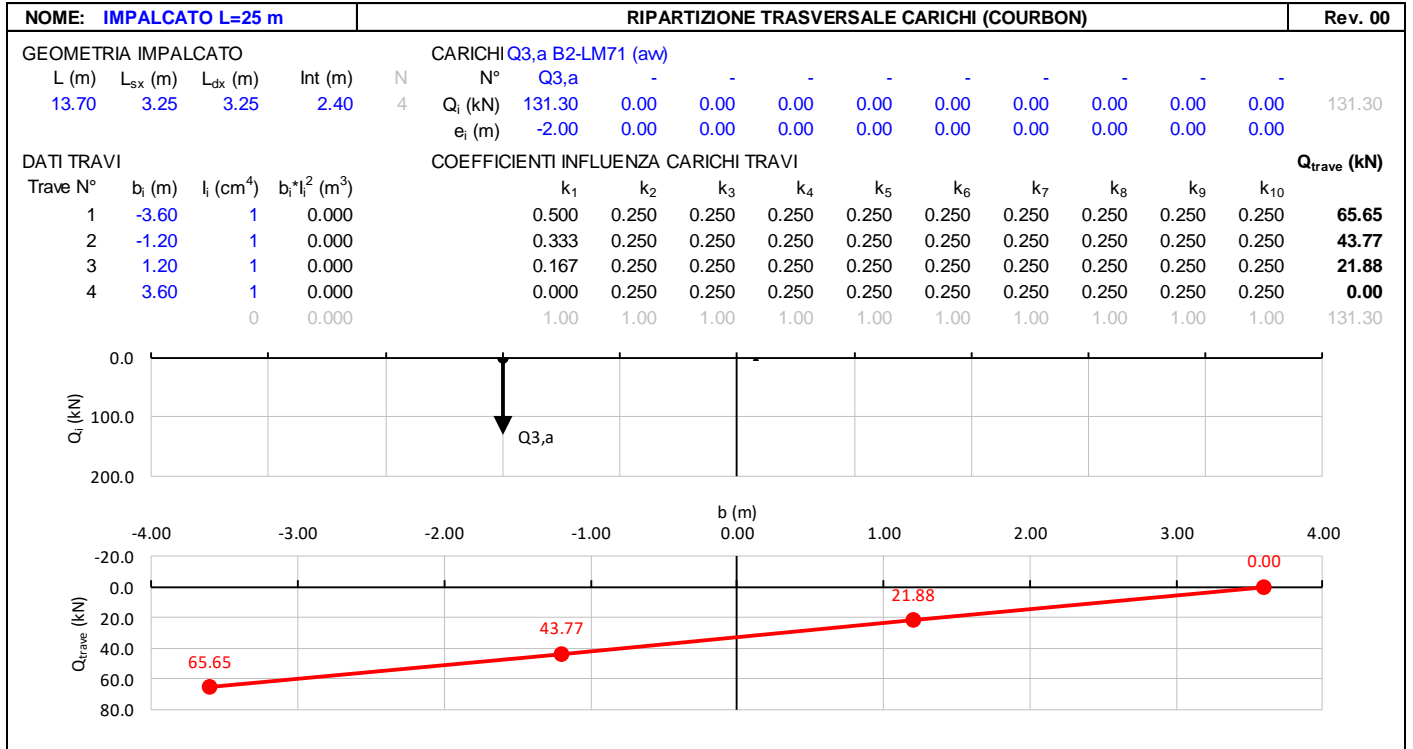
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>52</b>



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

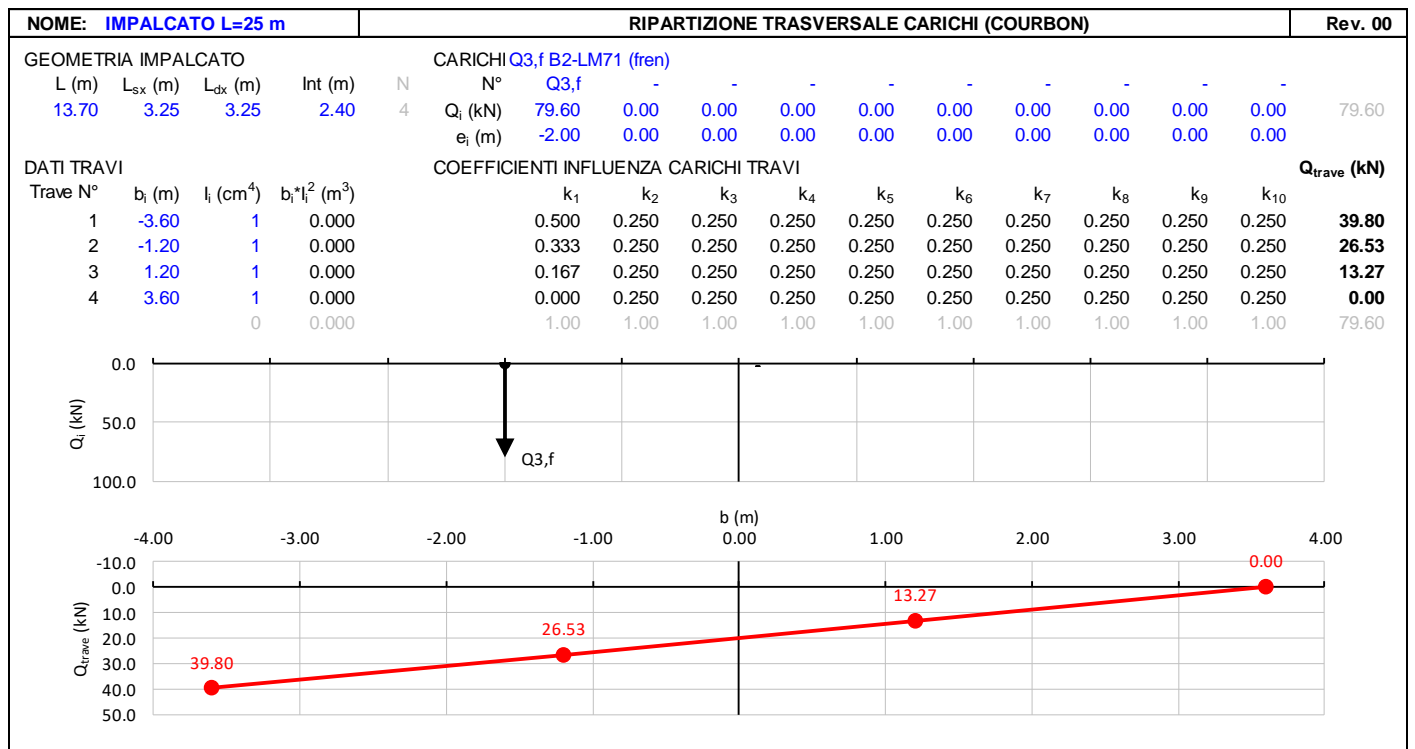
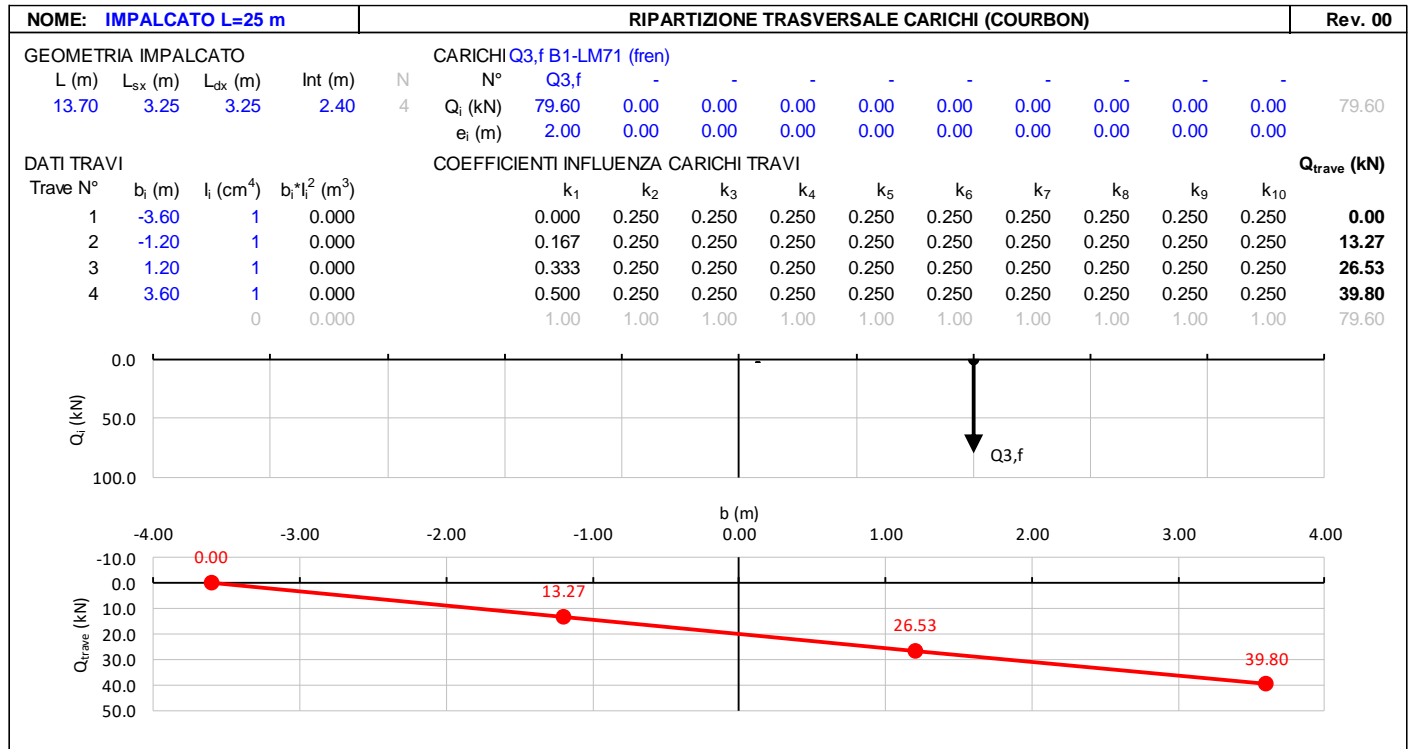
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	53



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>54</b>



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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

## 7.7 AZIONE DEL VENTO ( $Q_6$ )

Nome	Tipo	$\gamma_Q$ (Fav / Sfav)	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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:

- $q_b(z)$             pressione cinetica di riferimento  
 $c_e(z)$             coefficiente di esposizione  
 $C_{pm}$             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:

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

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

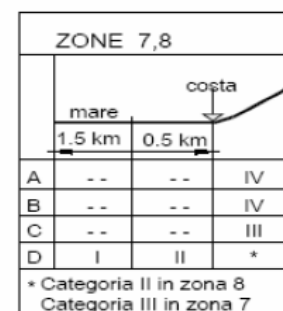
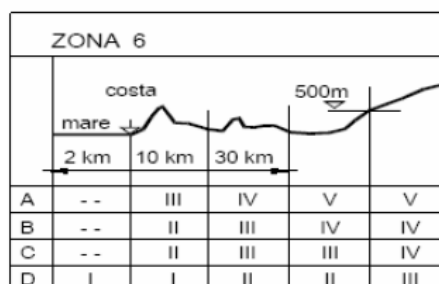
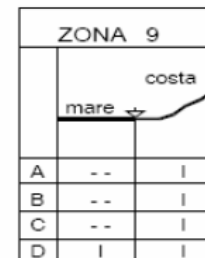
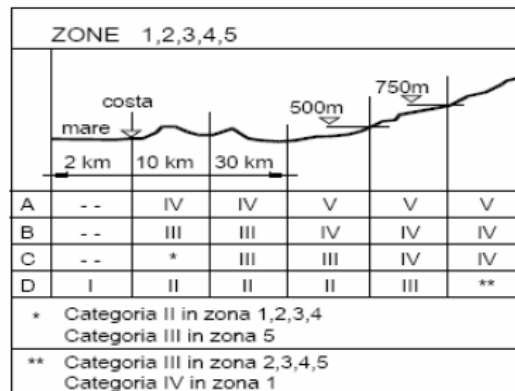


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione



MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI <b>HY</b> pro	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>56</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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>57</b>

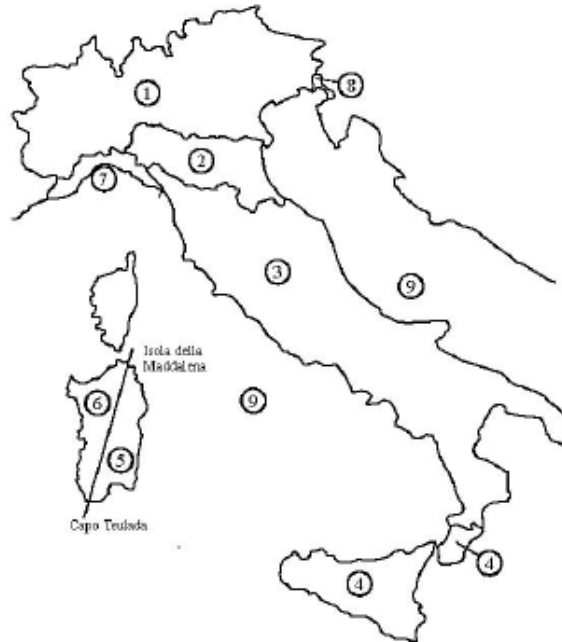


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 17 - 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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	58

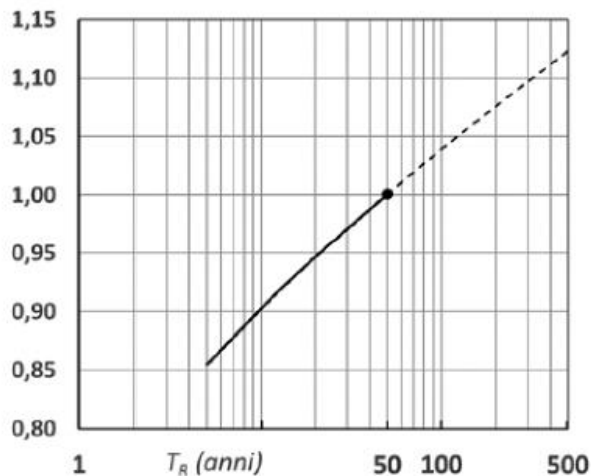


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente  $\alpha_R$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  (asse in scala logaritmica),

Figura 18 - Diagramma del coefficiente di ritorno  $\alpha_r$  in funzione del periodo di ritorno  $TR$

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.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	59

NOME: <b>CAMPATA L=25 m</b>		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO (CNR DT207/2008)				Rev. 00
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO			DATI GEOMETRICI IMPALCATO			AZIONI TOTALI IMPALCATO
Zona	3 (Tab.3.I)	$h_{tot}$ (m)	7,80	Altezza impalcato	L influenza (m)	12,50
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00 Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	13,70	Larghezza impalcato	$F_x$ (kN)	234,6
$c_a$	1,00 Coeff. altitudine	d/ $h_{tot}$	1,76 (§G.10.3)	Altezza dal suolo impalcato	$F_y$ (kN)	206,3
$v_b$ (m/s)	27,00 Velocità base riferimento vento	z (m)	20,00	Coeff. esposizione	$M_z$ (kNm)	645,6
$T_R$ (anni)	75 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		
$k_a$	0,02 Fattore altitudine (Tab.3.I)	$c_{rx}$	1,749			
$a_s$ (m s.l.m.)	500 Altitudine sito	$c_{ry}$	0,876			
$a_0$ (m s.l.m.)	500 Altitudine base (Tab.3.I)	$c_{mz}$	0,20			
Categoria	2 (Tab. 3.II - 3.III)	$f_x$ (kN/m)	18,77 (§G.10.3)			
$k_r$	0,19 Fattore terreno (Tab.3.II)	$f_y$ (kN/m)	16,51 (§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)					
$c_t$	1,00 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			
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q6 (vento)											
L (m)	$L_{sx}$ (m)	$L_{dx}$ (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	FY	-	-	-	-	-	-	-
13,70	3,25	3,25	2,40	4	$Q_i$ (kN)	-206,32	206,32	206,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,32
					$e_i$ (m)	-1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI										$Q_{trave}$ (kN)	
Trave N°	$b_i$ (m)	$I_i$ (cm <sup>4</sup> )	$b_i \cdot I_i^2$ (m <sup>3</sup> )	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$k_9$	$k_{10}$		
1	-3,60	1	0,000	0,446	0,054	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-29,12	
2	-1,20	1	0,000	0,315	0,185	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	24,68	
3	1,20	1	0,000	0,185	0,315	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	78,48	
4	3,60	1	0,000	0,054	0,446	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	132,28	
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	206,32	

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>60</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 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	61

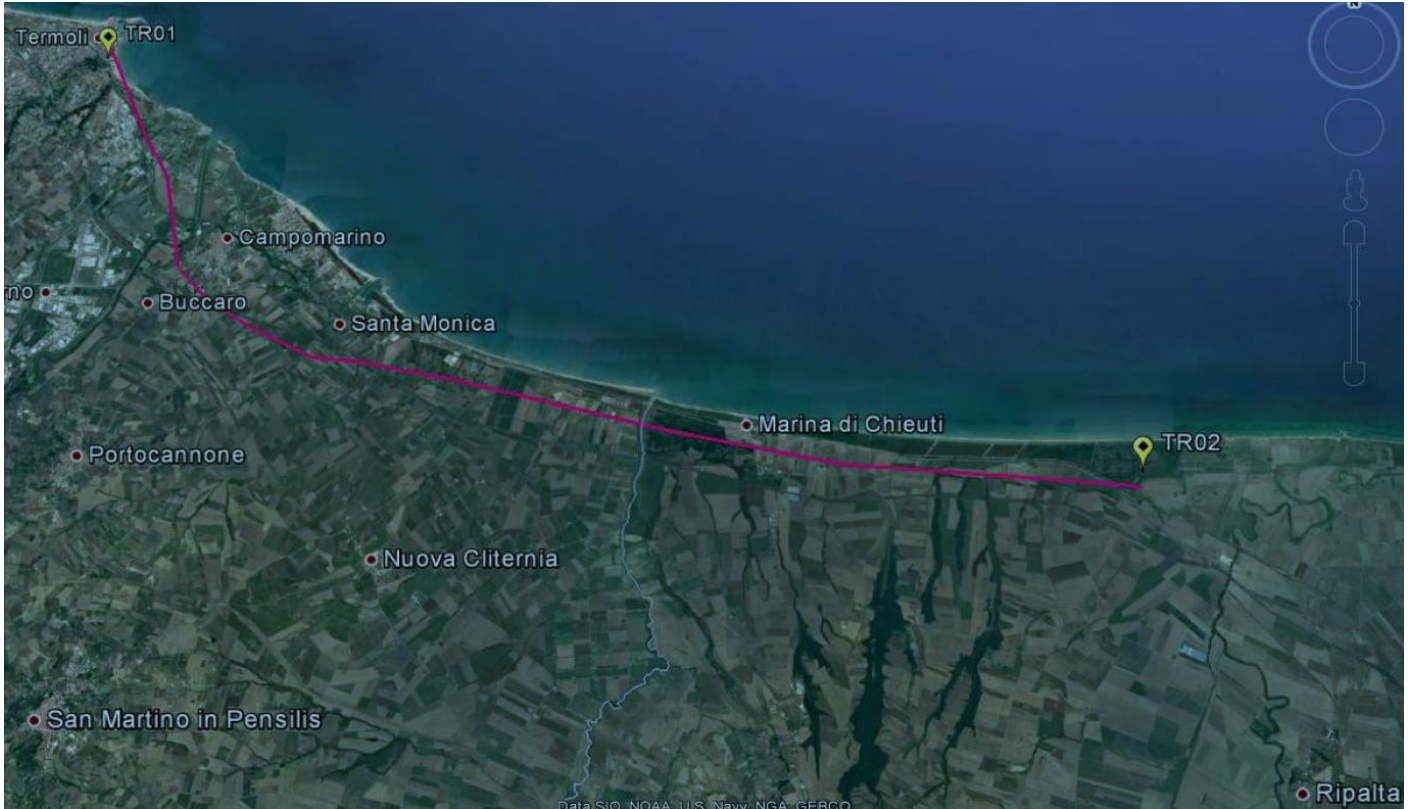


Figura 19- Configurazione planimetrica tracciato

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	62

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale V <sub>N</sub> [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 ≥ 250 km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa V <sub>N</sub> 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 <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub> [-]	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> [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 e 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>63</b>

invece una parte della resistenza e rigidezza 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

“B”

*Rocce tenere e depositi di terreni a gran grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 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



MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>64</b>

Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
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	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
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.

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	65

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  $S_d(T) \geq 0,2a_g$ .

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:

$$q = q_0 * K_R$$

$q_0$      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  $q = 1.00$ .

### 7.8.2.1     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.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

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:

$$\lambda(\alpha) = 1.00 \quad \alpha \geq 3.00$$

$$(\alpha/3)^{0.5} \quad 3.00 > \alpha \geq 1.00$$

$$\alpha = L/H$$

L                    distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo

H                    dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica

Per gli elementi duttili di calcestruzzo armato si ha che per la scelta dei valori di  $q_0$  si ha:

$v_k < 0.30$	$q_0 =$ valori di Tab. 7.3.II
$0.30 < v_k < 0.60$	$q_0(v_k) = q_0(v_k=0.3) - (v_k / 0.3 - 1) * (q_0(v_k=0.3) - 1)$
$v_k = N_{Ed} / (A_c * f_{ck}) < 0.30$	sollecitazione di compressione normalizzata
$N_{Ed}$	sforzo di progetto
$A_c * f_{ck}$	resistenza a compressione semplice della sezione

In accordo al §7.9.2 delle NTC 2008, per le verifiche strutturali delle pile si considera classe di duttilità CD“B” e coefficiente di struttura  $q_0 = 1.50$ , per le spalle si considera coefficiente di struttura  $q_0 = 1.50$ .

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	67

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,195 g
$F_0$	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**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  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

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	68

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

**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**

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

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

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

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

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

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

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

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

**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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	69

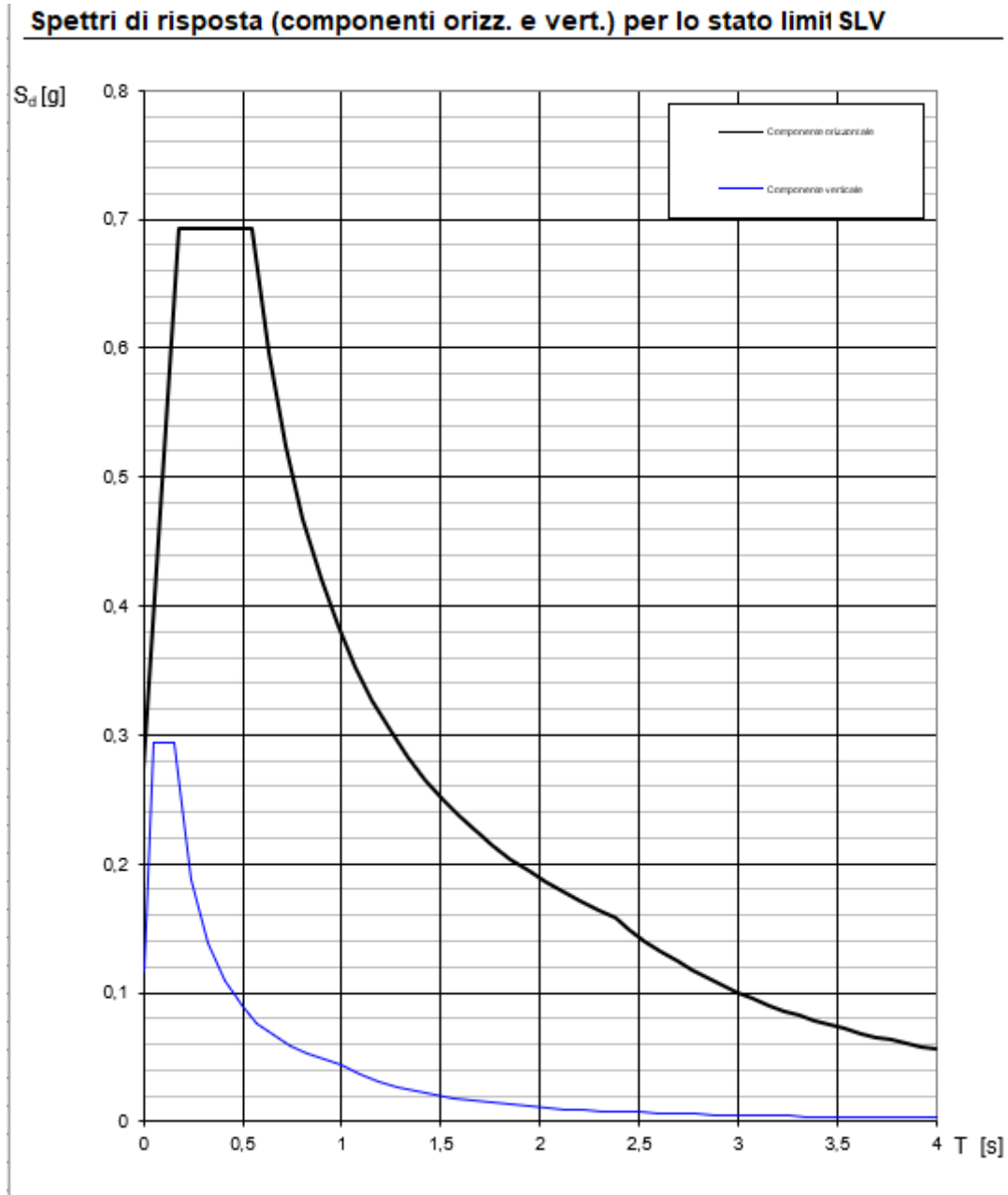


Figura 20 – Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

In accordo con le prescrizioni normative, lo spettro di risposta elastico è stato considerato solo ai fini della valutazione delle azioni in fondazione e per la valutazione delle azioni sugli apparecchi di appoggio.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	70

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

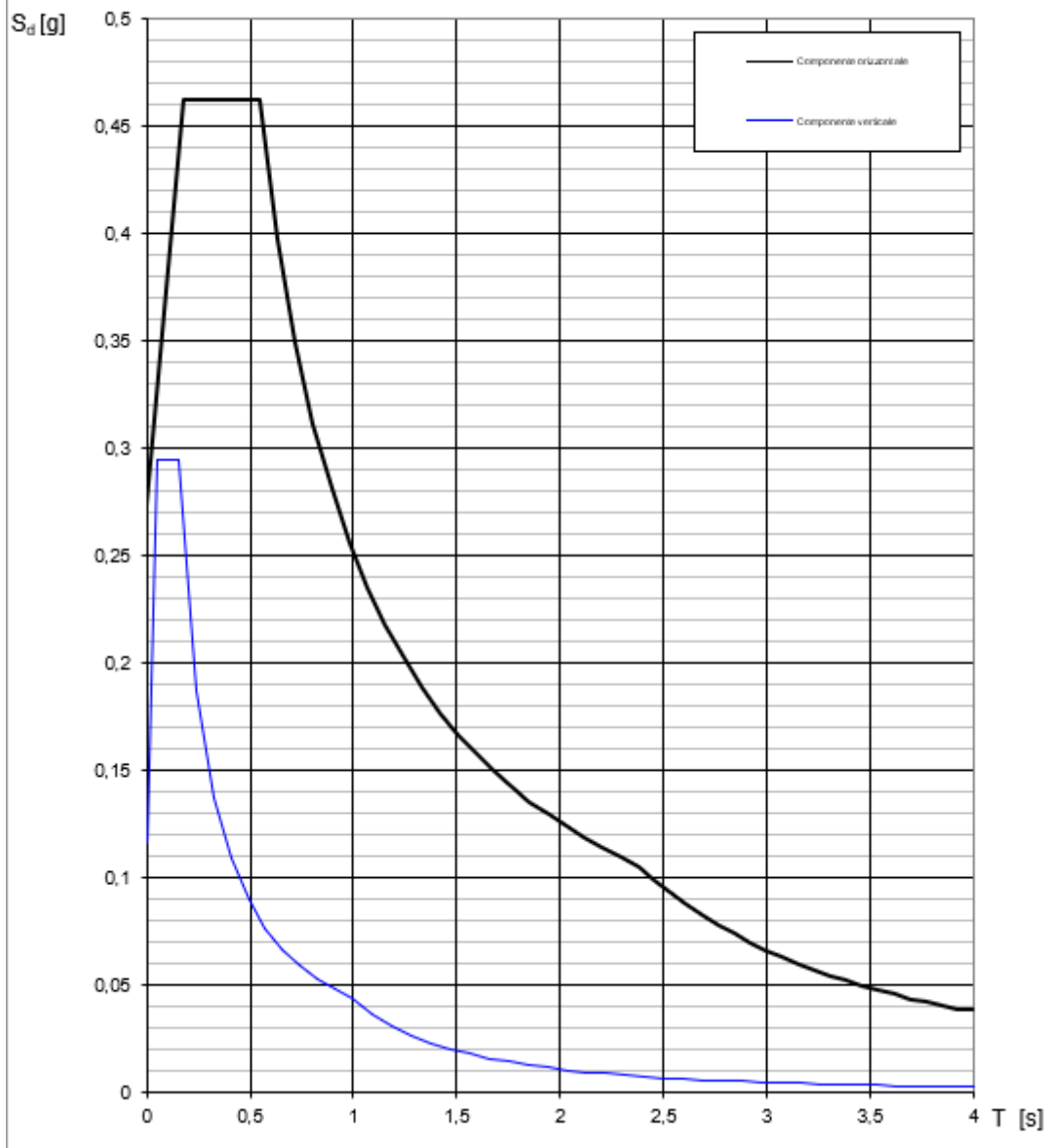



Figura 21 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	71

### 7.8.3 Amplificazione sismica di progetto

#### 7.8.3.1 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:

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

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

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

#### 7.8.3.2 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:

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

$G$  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  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	72

## 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.

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>													
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	73

## 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 CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi											
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (M)		
	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)
	1,10	-3,62	-0,60	1,10	-1,21	-0,60	1,10	1,21	-0,60	1,10	3,62	-0,60
Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
<b>Permanenti</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	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
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	-25	0	30	-8	0	30	8	0	0	25
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-63	0	76	-21	0	76	21	0	0	63
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-63	0	76	-21	0	76	21	0	0	63
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)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	117	25	0	117	78	0	0	132

Tabella 21 – Scarichi caratteristici appoggi fissi – Campata L=25 m

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	74

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Scorrevoli											
	Appoggio 5 (M)			Appoggio 6 (UL)			Appoggio 7 (M)			Appoggio 8 (M)		
	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)	y (m)	x (m)	z (m)
	-1,10	-3,62	-0,60	-1,10	-1,21	-0,60	-1,10	1,21	-0,60	-1,10	3,62	-0,60
Permanenti	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
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	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
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	-25	0	61	-8	0	0	8	0	0	25
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-63	0	152	-21	0	0	21	0	0	63
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-63	0	152	-21	0	0	21	0	0	63
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)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
<b>Effetti ambientali</b>												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	234	25	0	0	78	0	0	132

Tabella 22 – Scarichi caratteristici appoggi mobili – Campata L=25 m

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	75

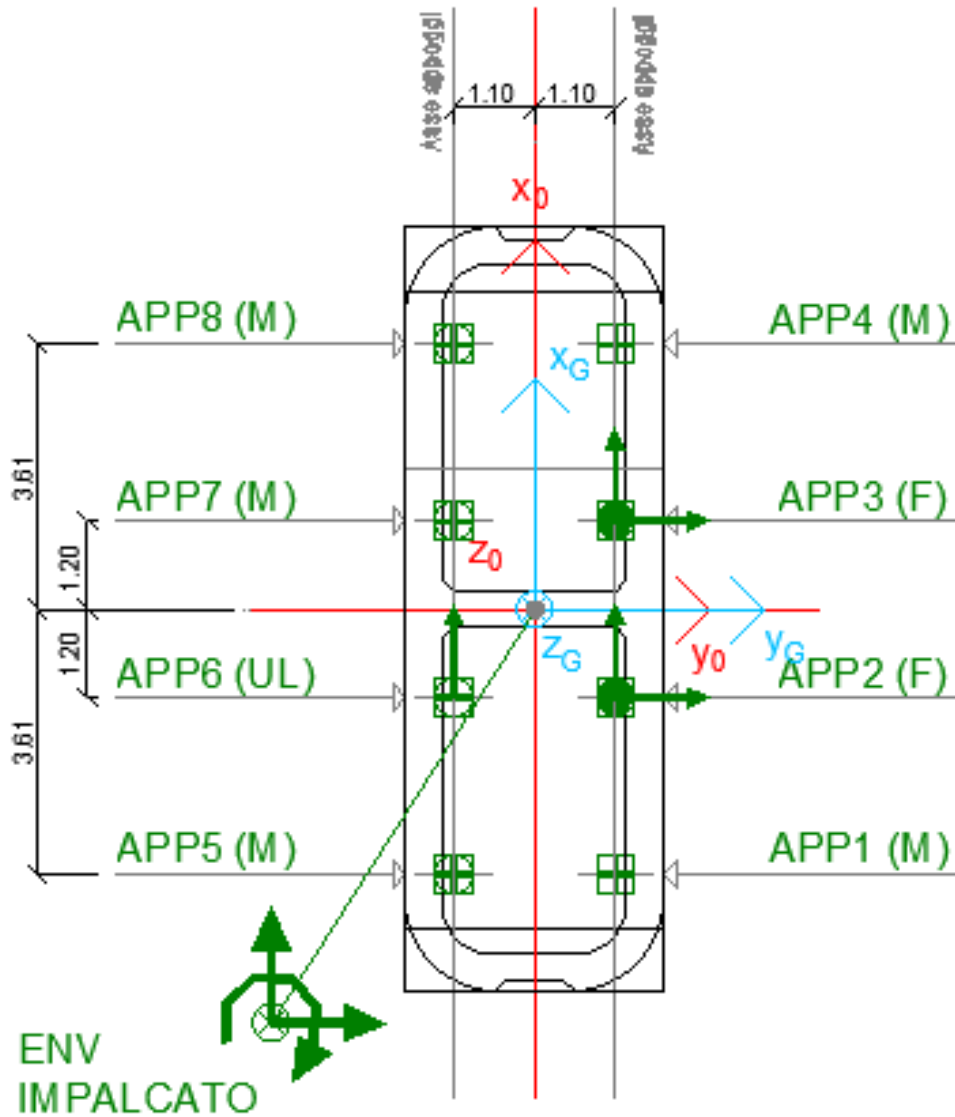


Figura 22- - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>								
<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	76

## 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
	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
Gruppi di carico	$gr_2$	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 CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

## 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  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,50 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
  - 6  $1,35 \cdot Gk1 + 1,50 \cdot Gk2b + 1,35 \cdot Gk2v + 1,50 \cdot Qk6 + 1,35 \cdot Qk2g$
  - 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  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 0,8 \cdot Qk3a, i + 0,8 \cdot Qk3f, i + 1,00 \cdot Qk4 + 1,00 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$
  - 10  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk3a, i + 1,00 \cdot Qk3f, i + 0,8 \cdot Qk4 + 0,8 \cdot Qk5 + 0,6 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk1 + 1,00 \cdot Qk2g + 1,00 \cdot Qk2q$
  - 11  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk6 + 1,00 \cdot Qk2g$
  - 12  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v$
  - 13  $1,00 \cdot Gk1 + 1,00 \cdot Gk2b + 1,00 \cdot Gk2v + 1,00 \cdot Qk2g$

Figura 23 - Tipologie di combinazioni di carico

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	78

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2.1 (ballast)	Gk2v-G2.2 (arredi vari)	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	0,00	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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	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	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	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	0,00	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	0,00	1,45	0,90	0,00	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	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	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	0,00	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	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	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	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	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	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	4	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	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	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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	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	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	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	1,50	0,00	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	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	-1,50	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	-1,50	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	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	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	-1,50	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	-1,50	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	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	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	-0,90	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	-0,90	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	0,90	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	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	-0,90	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	-0,90	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	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	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	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	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	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	37	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0																				

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	79

## 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 [12] 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 [12], 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*

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

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

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

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

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

$d$  Altezza utile della sezione (mm)

$b_w$  Larghezza minima della sezione (mm)

*Elementi provvisti di armature resistenti a taglio*



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	80

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

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-compressione

$\theta$

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 membrature 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)

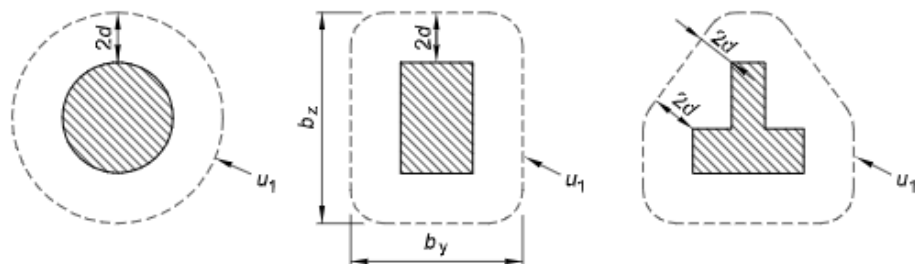
$V_{Ed}$  azione sollecitante di progetto

$u_i$  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



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	81

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

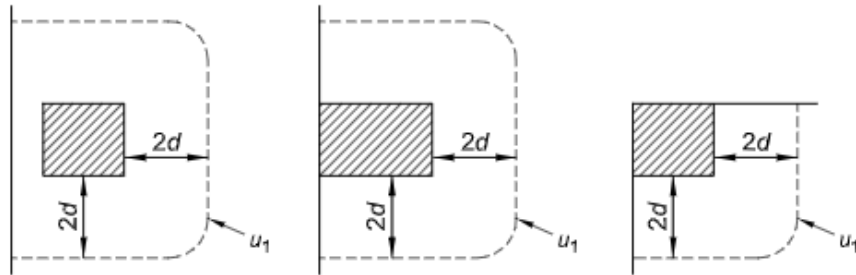


Figura 24 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

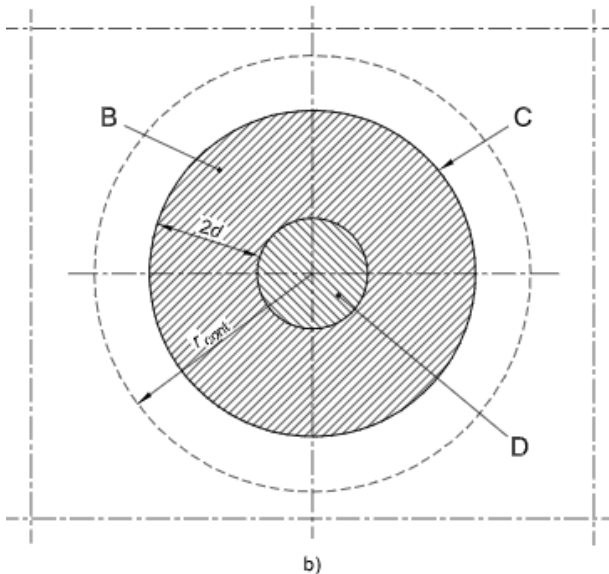
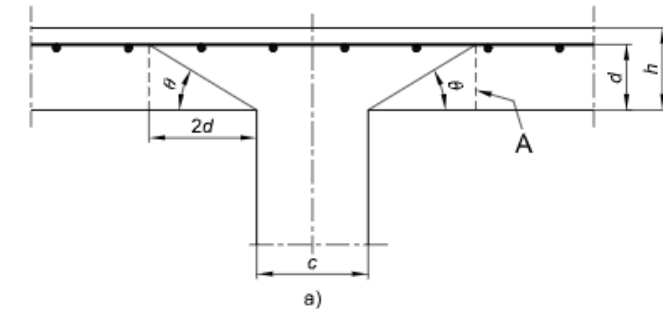


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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 25 – 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:

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	82

$$V_{Rd,cs} = 0.75 \cdot V_{Rd,c} + 1.5 \cdot \left(\frac{d}{s_r}\right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

per piastra con armature a punzonamento

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

valore massimo assoluto

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

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

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

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

percentuale di armatura longitudinale nelle due direzioni principali

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

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

tensioni normali nelle due direzioni principali

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

azioni normali nelle due direzioni principali

$A_{cy}, A_{cz}$

aree delle due direzioni principali

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

$k_1 = 0.1$

(annesso italiano all'Eurocodice)

$s_r$

passo radiale perimetri di armatura a taglio-punzonamento

$A_{sw}$

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

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

resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento

$\alpha$

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

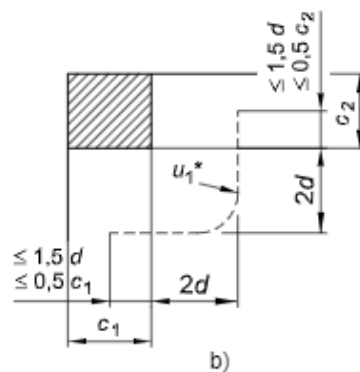
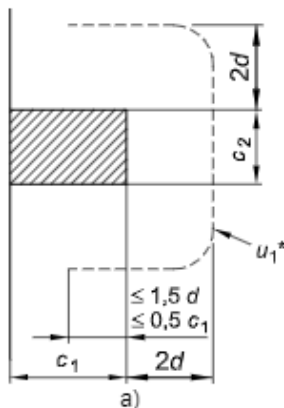


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente  $u_1$ .

Legenda

a) Pilastro di bordo

b) Pilastro d'angolo

Figura 26 – Geometria dei perimetri pilastri per elementi d'angolo e di bordo

<p>MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small></p> <p>MANDANTI <b>HYpro</b></p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b></p> <p><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b></p>																						
<p><b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b></p> <p><b>Relazione di calcolo pila CAP</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td><b>LI0B</b></td> <td><b>02</b></td> <td><b>E</b></td> <td><b>ZZ</b></td> <td><b>CL</b></td> <td><b>VI</b></td> <td><b>05</b></td> <td><b>05</b></td> <td><b>001</b></td> <td><b>B</b></td> <td><b>83</b></td> </tr> </table>	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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>83</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>83</b>													

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

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

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

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

### 9.1.2.1 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:

$$E_d \leq C_d$$

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

$C_d = C(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$  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 valori limite delle tensioni riportati al paragrafo 2.5.1.8.3.2.1 del MdP ITF:

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	$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk}$

### 9.1.2.2 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	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$ $w_3 = 0.40 \text{ mm}$

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>84</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 24 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

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 25 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [15], 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-XS1	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 26 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

## 10. MODELLO DI CALCOLO

### 10.1 ANALISI STATICA

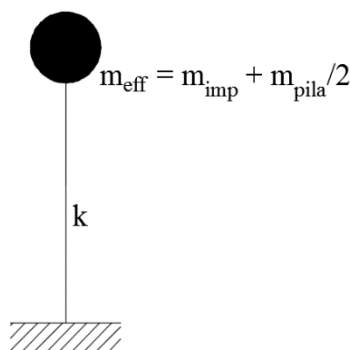
Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio.

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 27 - Modello ad oscillatore semplice*

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. Per tutte le pile con impalcato in c.a.p. da 25 m, di altezza inferiore ai 10.50 m, si è constatato che tale condizione risulta automaticamente verificata.

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. Per le altre pile di altezza maggiore si è ulteriormente constatato che è sempre possibile ricondursi all'analisi statica lineare come di seguito esplicitato.

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>86</b>

<b>VERIFICA CONDIZIONI APPLICABILITA' ANALISI LINEARE (NTC2008-NTC2018)</b>											
$W_{imp}$ (kN)	11652	Peso impalcati	$W_{fusto}$ (kN)	1946	Peso fusto pila						
$1/5 W_{imp}$ (kN)	2330	$1/5$ Peso impalcati (NTC2008-NTC2018)	$W_{pulsino}$ (kN)	1483	Peso pulsino+ritegni						
			$W_{eff,pila}$ (kN)	2455	Peso efficace pila (NTC2008)						
$W_{eff,pila} < 1/5 W_{imp}$	<b>OK VERIFICATO (NTC2018)</b>		$W_{eff,pila}$ (kN)	2131	Peso efficace pila (NTC2018)						

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.

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.

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	87

## 11. ANALISI PILA H=7.50 M

### 11.1 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.

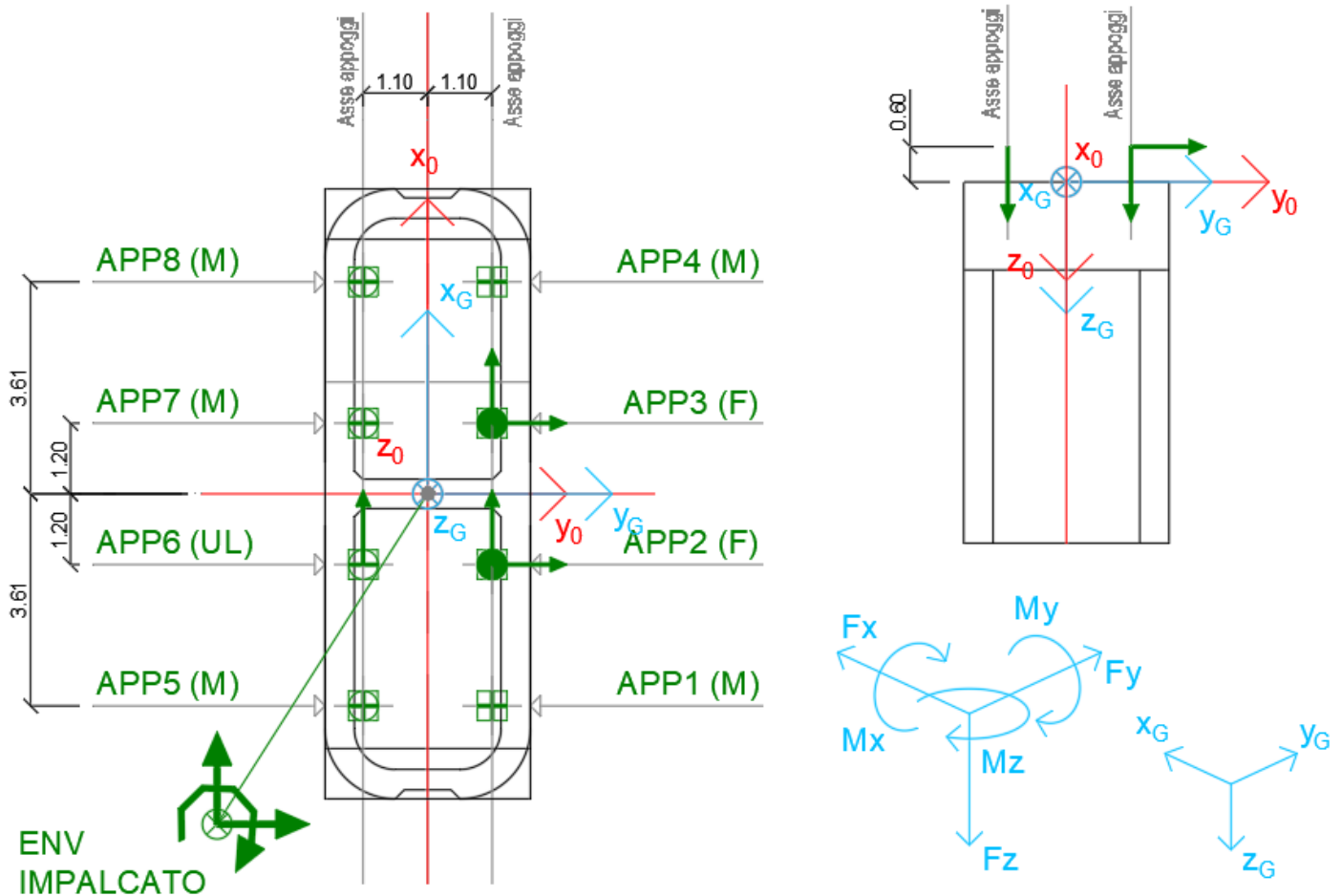


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>88</b>

NOME: <b>PILA CAP H=7.5m</b>		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (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	-0,60	1183	3887	0	0	0	1075	1183	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	1,10	-0,60	358	1175	0	0	0	325	358	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	1,10	-0,60	248	813	0	0	0	225	248	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	1,10	-0,60	468	1536	0	0	0	425	468	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	1,10	-0,60	633	2079	0	0	0	575	633	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-66	-3,62	1,10	-0,60	-72	-237	0	0	0	-66	-72	-237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	-3,62	1,10	-0,60	-44	-144	0	0	0	-40	-44	-144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-25	-3,62	1,10	-0,60	-28	-90	0	0	0	-25	-28	-90	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-63	-3,62	1,10	-0,60	-69	-227	0	0	0	-63	-69	-227	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-63	-3,62	1,10	-0,60	-69	-227	0	0	0	-63	-69	-227	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	1,10	-0,60	-45	-149	0	0	0	-41	-45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	1,10	-0,60	-50	-164	0	0	0	-45	-50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	1,10	-0,60	-50	-164	0	0	0	-45	-50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	1,10	-0,60	-32	-106	0	0	0	-29	-32	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	1,10	-0,60	-17	-56	0	0	0	-15	-17	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	1,10	-0,60	867	2850	0	0	0	788	867	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	1,10	-0,60	47	0	-285	0	79	0	47	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	1,10	-0,60	14	0	-85	0	24	0	14	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	-0,60	523	573	0	0	0	475	523	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	1,10	-0,60	550	603	0	0	0	500	550	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	1,10	-0,60	-151	-166	0	0	0	-138	-151	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	1,10	-0,60	-248	-271	0	0	0	-225	-248	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	1,10	-0,60	-358	-392	0	0	0	-325	-358	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	-275	-20	-1,21	1,10	-0,60	-187	-24	331	0	-275	-20	-187	-24	331
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-303	-22	-1,21	1,10	-0,60	-206	-26	365	0	-303	-22	-206	-26	365
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1210	-44	-1,21	1,10	-0,60	678	-53	-1458	0	1210	-44	678	-53	-1458
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-292	-21	-1,21	1,10	-0,60	-198	-25	351	0	-292	-21	-198	-25	351
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-183	-13	-1,21	1,10	-0,60	-125	-16	221	0	-183	-13	-125	-16	221
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	733	-27	-1,21	1,10	-0,60	411	-32	-884	0	733	-27	411	-32	-884
Q4 B1-SW2 (centr)	30	0	-8	-1,21	1,10	-0,60	-9	-28	-33	30	0	-8	-9	-28	-33
Q4 B1-LM71 (centr)	76	0	-21	-1,21	1,10	-0,60	-23	-71	-84	76	0	-21	-23	-71	-84
Q4 B2-LM71 (centr)	76	0	-21	-1,21	1,10	-0,60	-23	-71	-84	76	0	-21	-23	-71	-84
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,21	1,10	-0,60	-15	-47	-55	50	0	-14	-15	-47	-55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	1,10	-0,60	-17	-51	-61	55	0	-15	-17	-51	-61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	1,10	-0,60	-17	-51	-61	55	0	-15	-17	-51	-61
Q6 (vento)	117	0	25	-1,21	1,10	-0,60	27	-40	-129	117	0	25	27	-40	-129
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	1,10	-0,60	278	304	0	0	0	253	278	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	1,10	-0,60	572	627	0	0	0	520	572	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	1,10	-0,60	311	340	0	0	0	283	311	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	1,10	-0,60	5	0	-10	0	9	0	5	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	1,10	-0,60	9	0	-19	0	16	0	9	0	-19
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	-0,60	523	-573	0	0	0	475	523	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	1,10	-0,60	550	-603	0	0	0	500	550	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	1,10	-0,60	-151	166	0	0	0	-138	-151	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	1,10	-0,60	-248	271	0	0	0	-225	-248	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	1,10	-0,60	-358	392	0	0	0	-325	-358	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	1100	-40	1,21	1,10	-0,60	616	48	1326	0	1100	-40	616	48	1326
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1210	-44	1,21	1,10	-0,60	678	53	1458	0	1210	-44	678	53	1458
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-303	-22	1,21	1,10	-0,60	-206	26	-365	0	-303	-22	-206	26	-365
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1167	-42	1,21	1,10	-0,60	654	51	1406	0	1167	-42	654	51	1406
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	733	-27	1,21	1,10	-0,60	411	32	884	0	733	-27	411	32	884
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-183	-13	1,21	1,10	-0,60	-125	16	-221	0	-183	-13	-125	16	-221
Q4 B1-SW2 (centr)	30	0	8	1,21	1,10	-0,60	9	-28	-33	30	0	8	9	-28	-33
Q4 B1-LM71 (centr)	76	0	21	1,21	1,10	-0,60	23	-71	-84	76	0	21	23	-71	-84
Q4 B2-LM71 (centr)	76	0	21	1,21	1,10	-0,60	23	-71	-84	76	0	21	23	-71	-84
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,21	1,10	-0,60	15	-47	-55	50	0	14	15	-47	-55
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	1,10	-0,60	17	-51	-61	55	0	15	17	-51	-61
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	1,10	-0,60	17	-51	-61	55	0	15	17	-51	-61
Q6 (vento)	117	0	78	1,21	1,10	-0,60	86	-165	-129	117	0	78	86	-165	-129
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	1,10	-0,60	572	-627	0	0	0	520	572	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	1,10	-0,60	278	-304	0	0	0	253	278	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	1,10	-0,60	622	-681	0	0	0	565	622	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	1,10	-0,60	5	0	10	0	9	0	5	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	1,10	-0,60	10	0	20	0	17	0	10	0	20

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	89

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	-0,60	1183	-3887	0	0	0	1075	1183	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	1,10	-0,60	358	-1175	0	0	0	325	358	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	1,10	-0,60	248	-813	0	0	0	225	248	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	1,10	-0,60	468	-1536	0	0	0	425	468	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	1,10	-0,60	633	-2079	0	0	0	575	633	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-60	3,62	1,10	-0,60	-66	216	0	0	0	-60	-66	216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-66	3,62	1,10	-0,60	-72	237	0	0	0	-66	-72	237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-63	3,62	1,10	-0,60	-70	229	0	0	0	-63	-70	229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-40	3,62	1,10	-0,60	-44	144	0	0	0	-40	-44	144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	25	3,62	1,10	-0,60	28	-90	0	0	0	25	28	-90	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	63	3,62	1,10	-0,60	69	-227	0	0	0	63	69	-227	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	63	3,62	1,10	-0,60	69	-227	0	0	0	63	69	-227	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	1,10	-0,60	45	-149	0	0	0	41	45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	1,10	-0,60	50	-164	0	0	0	45	50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	1,10	-0,60	50	-164	0	0	0	45	50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	1,10	-0,60	146	-478	0	0	0	132	146	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	1,10	-0,60	867	-2850	0	0	0	788	867	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	1,10	-0,60	-17	56	0	0	0	-15	-17	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	1,10	-0,60	932	-3064	0	0	0	848	932	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	1,10	-0,60	47	0	285	0	79	0	47	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	1,10	-0,60	15	0	92	0	25	0	15	0	92

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	-0,60	-1183	3887	0	0	0	1075	-1183	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	-1,10	-0,60	-358	1175	0	0	0	325	-358	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	-1,10	-0,60	-248	813	0	0	0	225	-248	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	-1,10	-0,60	-468	1536	0	0	0	425	-468	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	-1,10	-0,60	-633	2079	0	0	0	575	-633	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	66	-3,62	-1,10	-0,60	-72	237	0	0	0	66	-72	237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	-3,62	-1,10	-0,60	-44	144	0	0	0	40	-44	144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-25	-3,62	-1,10	-0,60	28	-90	0	0	0	-25	28	-90	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-63	-3,62	-1,10	-0,60	69	-227	0	0	0	-63	69	-227	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-63	-3,62	-1,10	-0,60	69	-227	0	0	0	-63	69	-227	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	-1,10	-0,60	45	-149	0	0	0	-41	45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-0,60	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-0,60	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	-1,10	-0,60	32	-106	0	0	0	-29	32	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	-1,10	-0,60	17	-56	0	0	0	-15	17	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	-1,10	-0,60	-867	2850	0	0	0	788	-867	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	-1,10	-0,60	47	0	-285	0	79	0	47	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	-1,10	-0,60	14	0	-85	0	24	0	14	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	-0,60	-523	573	0	0	0	475	-523	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	-1,10	-0,60	-550	603	0	0	0	500	-550	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	-1,10	-0,60	151	-166	0	0	0	-138	151	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	-1,10	-0,60	248	-271	0	0	0	-225	248	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	-1,10	-0,60	358	-392	0	0	0	-325	358	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	20	-1,21	-1,10	-0,60	-22	24	0	0	0	20	-22	24	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	22	-1,21	-1,10	-0,60	-24	26	0	0	0	22	-24	26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	44	-1,21	-1,10	-0,60	-48	53	0	0	0	44	-48	53	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	21	-1,21	-1,10	-0,60	-23	25	0	0	0	21	-23	25	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	13	-1,21	-1,10	-0,60	-15	16	0	0	0	13	-15	16	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	27	-1,21	-1,10	-0,60	-29	32	0	0	0	27	-29	32	0
Q4 B1-SW2 (centr)	61	0	-8	-1,21	-1,10	-0,60	9	-46	67	61	0	-8	9	-46	67
Q4 B1-LM71 (centr)	152	0	-21	-1,21	-1,10	-0,60	23	-117	168	152	0	-21	23	-117	168
Q4 B2-LM71 (centr)	152	0	-21	-1,21	-1,10	-0,60	23	-117	168	152	0	-21	23	-117	168
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-14	-1,21	-1,10	-0,60	15	-77	110	100	0	-14	15	-77	110
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	-1,10	-0,60	17	-84	121	110	0	-15	17	-84	121
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	-1,10	-0,60	17	-84	121	110	0	-15	17	-84	121
Q6 (vento)	234	0	25	-1,21	-1,10	-0,60	-27	-111	258	234	0	25	-27	-111	258
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	-1,10	-0,60	-278	304	0	0	0	253	-278	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	-1,10	-0,60	-572	627	0	0	0	520	-572	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	-1,10	-0,60	-311	340	0	0	0	283	-311	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	-1,10	-0,60	5	0	-10	0	9	0	5	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	-1,10	-0,60	9	0	-19	0	16	0	9	0	-19

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>90</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	-0,60	-523	-573	0	0	0	475	-523	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	-1,10	-0,60	-550	-603	0	0	0	500	-550	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	-1,10	-0,60	151	166	0	0	0	-138	151	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	-1,10	-0,60	248	271	0	0	0	-225	248	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	-1,10	-0,60	358	392	0	0	0	-325	358	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	40	1,21	-1,10	-0,60	-44	-48	0	0	0	40	-44	-48	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	44	1,21	-1,10	-0,60	-48	-53	0	0	0	44	-48	-53	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	22	1,21	-1,10	-0,60	-24	-26	0	0	0	22	-24	-26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	42	1,21	-1,10	-0,60	-46	-51	0	0	0	42	-46	-51	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	27	1,21	-1,10	-0,60	-29	-32	0	0	0	27	-29	-32	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	13	1,21	-1,10	-0,60	-15	-16	0	0	0	13	-15	-16	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	8	1,21	-1,10	-0,60	-9	-10	0	0	0	8	-9	-10	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	21	1,21	-1,10	-0,60	-23	-25	0	0	0	21	-23	-25	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	21	1,21	-1,10	-0,60	-23	-25	0	0	0	21	-23	-25	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	14	1,21	-1,10	-0,60	-15	-17	0	0	0	14	-15	-17	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	-1,10	-0,60	-17	-18	0	0	0	15	-17	-18	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	-1,10	-0,60	-17	-18	0	0	0	15	-17	-18	0
Q6 (vento)	0	0	78	1,21	-1,10	-0,60	-86	-95	0	0	0	78	-86	-95	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	-1,10	-0,60	-572	-627	0	0	0	520	-572	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	-1,10	-0,60	-278	-304	0	0	0	253	-278	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	-1,10	-0,60	-622	-681	0	0	0	565	-622	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	-1,10	-0,60	5	0	10	0	9	0	5	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	-1,10	-0,60	10	0	20	0	17	0	10	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	-0,60	-1183	-3887	0	0	0	1075	-1183	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	-1,10	-0,60	-358	-1175	0	0	0	325	-358	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	-1,10	-0,60	-248	-813	0	0	0	225	-248	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	-1,10	-0,60	-468	-1536	0	0	0	425	-468	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	-1,10	-0,60	-633	-2079	0	0	0	575	-633	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	60	3,62	-1,10	-0,60	-66	-216	0	0	0	60	-66	-216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	66	3,62	-1,10	-0,60	-72	-237	0	0	0	66	-72	-237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	63	3,62	-1,10	-0,60	-70	-229	0	0	0	63	-70	-229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	40	3,62	-1,10	-0,60	-44	-144	0	0	0	40	-44	-144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	-1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	25	3,62	-1,10	-0,60	-28	-90	0	0	0	25	-28	-90	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	63	3,62	-1,10	-0,60	-69	-227	0	0	0	63	-69	-227	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	63	3,62	-1,10	-0,60	-69	-227	0	0	0	63	-69	-227	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	-1,10	-0,60	-45	-149	0	0	0	41	-45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-0,60	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-0,60	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	-1,10	-0,60	-146	-478	0	0	0	132	-146	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	-1,10	-0,60	-867	-2850	0	0	0	788	-867	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	-1,10	-0,60	17	56	0	0	0	-15	17	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	-1,10	-0,60	-932	-3064	0	0	0	848	-932	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	-1,10	-0,60	47	0	285	0	79	0	47	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	-1,10	-0,60	15	0	92	0	25	0	15	0	92

*Tabella 27 – Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati*

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	91

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]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	0	0	6202	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	0	0	3300	0	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	0	0	2150	0	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	908	0	908	-131	400	264	1823
	Traffico 2	0	825	0	825	-119	364	240	1657
	Traffico 3	0	908	0	908	0	256	0	1823
	Traffico 4	0	825	0	825	0	232	0	1657
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	550	0	550	-80	242	-160	-1105
	Traffico 2	0	550	0	550	-80	242	-160	-1105
	Traffico 3	0	550	0	550	0	155	0	1105
	Traffico 4	0	875	0	875	0	246	0	1757
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	305	0	0	0	0	0	-1193	-335
	Traffico 2	213	0	0	0	0	0	-834	-234
	Traffico 3	305	0	0	0	0	0	-1193	0
	Traffico 4	121	0	0	0	0	0	-475	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	0	0	-861	-242
	Traffico 2	210	0	0	0	0	0	-822	-231
	Traffico 3	220	0	0	0	0	0	-861	0
	Traffico 4	200	0	0	0	0	0	-783	0
Qk6 vento	Q6 (vento)	468	0	0	0	413	0	-1578	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	0	0	3092	3401	0	0
	Traffico 2	0	0	0	0	3241	3565	-176	0
	Traffico 3	0	0	0	0	3092	0	-6457	0
	Traffico 4	0	0	0	0	3390	0	-6808	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	175	0	175	0	105	0	0
Qk2q Attrito	Traffico 1	0	82	0	82	0	49	0	8
	Traffico 2	0	82	0	82	0	49	0	8
	Traffico 3	0	79	0	79	0	47	0	-209
	Traffico 4	0	79	0	79	0	47	0	-209

*Tabella 28 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso pulvino)*

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	92

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-G2,2 (arredi vari)	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	0,00	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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	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	2	6	SLU6	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	0,00	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	0,00	1,45	0,90	0,00	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	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	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	0,00	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	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	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	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	0,00	0,73	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	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	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	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	0,90	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	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	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	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	1,50	0,00	0,00	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	1,50	0,00	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0,0												

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>93</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	SLU8	21512	654	-12204	2815	904	4648
N <sub>vert</sub> Min	SLU20	11033	-702	2367	175	105	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLU9	16353	1182	-4324	1411	5610	-305
V <sub>trasv</sub> Min	SLU23	15606	-702	2367	236	142	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLU19	11033	-702	2367	175	105	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLU5	21079	1182	-13761	1407	508	1820
V <sub>long</sub> Max	SLU8	21512	654	-12204	2815	904	4648
V <sub>long</sub> Min	SLU32	11281	-421	1420	175	105	0
M <sub>long</sub> Max	SLU4	21007	728	-2760	2348	6261	475
M <sub>long</sub> Min	SLU19	11033	-702	2367	175	105	0
M <sub>torc</sub> Max	SLU8	21512	654	-12204	2815	904	4648
M <sub>torc</sub> Min	SLU9	16353	1182	-4324	1411	5610	-305

*Tabella 30 – 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	RA8	15042	257	-7814	1956	633	3422
N <sub>vert</sub> Min	RA12	11240	-468	1578	175	105	0
V <sub>trasv</sub> Max	RA1	14822	806	-2918	1422	4069	5
V <sub>trasv</sub> Min	RA12	11240	-468	1578	175	105	0
M <sub>trasv</sub> Max	RA12	11240	-468	1578	175	105	0
M <sub>trasv</sub> Min	RA5	14744	525	-8511	1422	482	2350
V <sub>long</sub> Max	RA8	15042	257	-7814	1956	633	3422
V <sub>long</sub> Min	RA12	11240	-468	1578	175	105	0
M <sub>long</sub> Max	RA4	14694	338	-1421	1631	4325	188
M <sub>long</sub> Min	RA12	11240	-468	1578	175	105	0
M <sub>torc</sub> Max	RA8	15042	257	-7814	1956	633	3422
M <sub>torc</sub> Min	RA3	14734	423	-1768	1356	4204	-16
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	11652	0	0	175	105	0
N <sub>vert</sub> Min	QP1	11652	0	0	0	0	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP3	11652	0	0	175	105	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP1	11652	0	0	0	0	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	94

M <sub>trav</sub> Max	QP3	11652	0	0	175	105	0
M <sub>trav</sub> Min	QP1	11652	0	0	0	0	0
V <sub>long</sub> Max	QP3	11652	0	0	175	105	0
V <sub>long</sub> Min	QP1	11652	0	0	0	0	0
M <sub>long</sub> Max	QP3	11652	0	0	175	105	0
M <sub>long</sub> Min	QP1	11652	0	0	0	0	0
M <sub>torc</sub> Max	QP3	11652	0	0	175	105	0
M <sub>torc</sub> Min	QP1	11652	0	0	0	0	0

*Tabella 31 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo*

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	95

## 11.2 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.

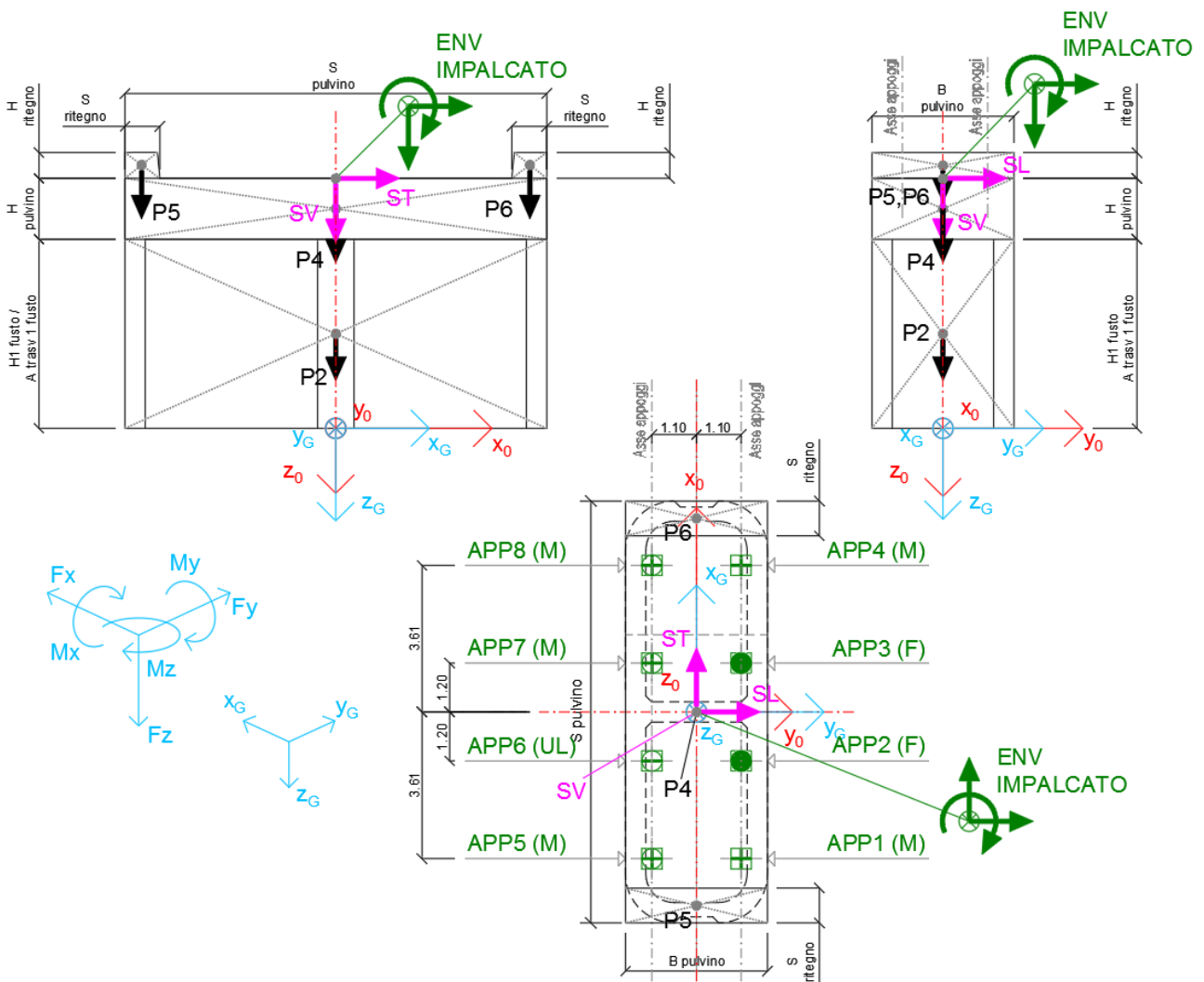


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	96

### 11.2.1 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 sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$  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 CAP H=7.5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO														
CARATTERISTICHE PILA				DIREZIONE LONGITUDINALE				DIREZIONE TRASVERSALE				DIREZIONE VERTICALE						
$H_{pila}$ (m)	7,50	Altezza pila		$k_{long}$ (N/m)	5,36E+09	Rigidezza flessionale		$k_{tr,transv}$ (N/m)	3,01E+10	Rigidezza flessionale fessurata		$W_{imp,transv}$ (kN)	11652	Peso impalcato				
$E$ (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata ( $E=E_m$ )		$k_{f,long}$ (N/m)	2,68E+09	Rigidezza flessionale fessurata		$W_{f,transv}$ (kN)	3390	Rigidezza flessionale fessurata		$W_{f,transv}$ (kN)	3390	Traffico 4				
$E_f$ (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata ( $E=0.50 \cdot E_m$ )		(campata fissa: peso impalcato sismico + Traffico 2)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)						
				$W_{imp,long}$ (kN)	11652	Peso impalcato		$W_{imp,transv}$ (kN)	11652			$W_{imp,vert}$ (kN)	11652					
				$W_{f,long}$ (kN)	3241	Traffico 2		$W_{f,transv}$ (kN)	3390	Traffico 4		$W_{f,vert}$ (kg)	3390	Traffico 4				
				$W_{eff,long}$ (kN)	14756	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico		$W_{eff,transv}$ (kN)	14785			$W_{eff,vert}$ (kN)	14785					
				$m_{long}$ (kg)	1504130	Massa efficace		$m_{tr,transv}$ (kg)	1507171			$m_{vert}$ (kg)	1507171					
				$T_{1,long}$ (s)	0,105	Periodo di vibrazione		$T_{1,transv}$ (s)	0,044			$T_{1,vert}$ (s)	MAX					
				$T_{1f,long}$ (s)	0,149	Periodo di vibrazione fessurata		$T_{1f,transv}$ (s)	0,063			$T_{1f,vert}$ (s)	MAX					
				$T_B$ (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							SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO						
				$q$ (-)	1,50							$S_{d,long}(T_{1f,long})$ (g)	0,4287					
GERARCHIA RESISTENZE (§7.9.5)				Longitudinale trasversale								$S_{d,long}(T_{1,long})$ (g)	0,3833					
				H (m)	3,50	10,40	Dimensione sezione nel piano di inflessione cerniera plastica						Longitudinale		$S_{d,long}$ (g)	0,4287		
				L (m)	7,50	7,50	Distanza cerniera plastica da sezione momento nullo								$S_{d,transv}(T_{1f,transv})$ (g)	0,3392		
				$\alpha$	2,143	1,000									$S_{d,transv}(T_{1,transv})$ (g)	0,3200		
				$\lambda$	0,845	0,577							Trasversale		$S_{d,transv}$ (g)	0,3392		
				$\nu_k$	0,042	0,042	< 0.60								$S_{d,vert}(T_{1f,vert})$ (g)	0,1750		
				$N_{Ed}$ (kN)	18184	18213	Azione verticale sollecitante sismica								$S_{d,vert}(T_{1,vert})$ (g)	0,1750		
				$A_c$ (mq)	12,97	12,97	Area sezione cerniera plastica						Verticale		$S_{d,vert}$ (g)	0,1750		
				$f_{ck}$ (MPa)	33,20	33,20	Resistenza caratteristica calcestruzzo											
				$q_0$	2,96	2,02	$q_0$ (da Tabella 7.9.I)											
				$q$	1,50	1,50	Fattore di struttura di progetto											
					1,29	1,10	$\gamma_{Rd}$ (max da §7.9.5.1)											
				$\gamma_{Rd}$	1,10	1,10	Coeff. sovrarresistenza di progetto (per calcolo involucri azioni SLV GR)											
NOME: ELEVAZIONE PILA CAP H=7.5m				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 masse efficaci	SL	0	6326	0	0,00	0,00	-7,50	47443	0	0	0	0	6326	0	47443	0	0	0
	ST	5015	0	0	0,00	0,00	-7,50	0	-37614	0	0	5015	0	0	0	-37614	0	0
	SV	0	0	2588	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	0	2588	0	0	0	0

Tabella 32 – 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**

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>97</b>

NOME: ELEVAZIONE PILA CAP H=7.5m				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H1 fusto (m)	6,00	Area trasv 2 fusto (m <sup>2</sup> )		12,97	B pulvino (m)	3,50	H piano appoggi (m)		0,00	X <sub>G</sub> elevazione	0,00					
H2 fusto (m)	0,00	H pulvino (m)		1,50	H ritegno (m)	0,84	B piano appoggi (m)		0,00	Y <sub>G</sub> elevazione	0,00					
Area trasv 1 fusto (m <sup>2</sup> )	12,97	S pulvino (m)		10,40	S ritegno (m)	0,80				Z <sub>G</sub> elevazione	0,00					
NOME: ELEVAZIONE PILA CAP H=7.5m				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	1946	0,00	0,00	-3,00	0	0	0						
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	0	0						
	P4	0	0	1365	0,00	0,00	-6,75	0	0	0						
	P5	0	0	59	4,80	0,00	-7,92	0	-282	0						
	P6	0	0	59	-4,80	0,00	-7,92	0	282	0						
	P7	0	0	0	0,00	0,00	-7,50	0	0	0						
		0	0	3428				0	0	0	0	0	3428	0	0	
NOME: ELEVAZIONE PILA CAP H=7.5m				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	654	2815	21512	0,00	0,00	-7,50	904	-12204	4648	654	2815	21512	22015	-17112	4648
	Nvert Min	-702	175	11033	0,00	0,00	-7,50	105	2367	0	-702	175	11033	1416	7634	0
	Vtrasv Max	1182	1411	16353	0,00	0,00	-7,50	5610	-4324	-305	1182	1411	16353	16192	-13191	-305
	Vtrasv Min	-702	236	15606	0,00	0,00	-7,50	142	2367	0	-702	236	15606	1911	7634	0
	Mtrasv Max	-702	175	11033	0,00	0,00	-7,50	105	2367	0	-702	175	11033	1416	7634	0
	Mtrasv Min	1182	1407	21079	0,00	0,00	-7,50	508	-13761	1820	1182	1407	21079	11056	-22629	1820
	Vlong Max	654	2815	21512	0,00	0,00	-7,50	904	-12204	4648	654	2815	21512	22015	-17112	4648
	Vlong Min	-421	175	11281	0,00	0,00	-7,50	105	1420	0	-421	175	11281	1416	4581	0
	Mlong Max	728	2348	21007	0,00	0,00	-7,50	6261	-2760	475	728	2348	21007	23871	-8221	475
	Mlong Min	-702	175	11033	0,00	0,00	-7,50	105	2367	0	-702	175	11033	1416	7634	0
	Mtorc Max	654	2815	21512	0,00	0,00	-7,50	904	-12204	4648	654	2815	21512	22015	-17112	4648
	Mtorc Min	1182	1411	16353	0,00	0,00	-7,50	5610	-4324	-305	1182	1411	16353	16192	-13191	-305
ENV SLE RA	Nvert Max	257	1956	15042	0,00	0,00	-7,50	633	-7814	3422	257	1956	15042	15306	-9743	3422
	Nvert Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-7,50	105	1578	0	-468	175	11240	1416	5090	0
	Vtrasv Max	806	1422	14822	0,00	0,00	-7,50	4069	-2918	5	806	1422	14822	14737	-8961	5
	Vtrasv Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-7,50	105	1578	0	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mtrasv Max	-468	175	11240	0,00	0,00	-7,50	105	1578	0	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mtrasv Min	525	1422	14744	0,00	0,00	-7,50	482	-8511	2350	525	1422	14744	11150	-12447	2350
	Vlong Max	257	1956	15042	0,00	0,00	-7,50	633	-7814	3422	257	1956	15042	15306	-9743	3422
	Vlong Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-7,50	105	1578	0	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mlong Max	338	1631	14694	0,00	0,00	-7,50	4325	-1421	188	338	1631	14694	16561	-3959	188
	Mlong Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-7,50	105	1578	0	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mtorc Max	257	1956	15042	0,00	0,00	-7,50	633	-7814	3422	257	1956	15042	15306	-9743	3422
	Mtorc Min	423	1356	14734	0,00	0,00	-7,50	4204	-1768	-16	423	1356	14734	14377	-4941	-16
ENV SLE QP	Nvert Max	0	175	11652	0,00	0,00	-7,50	105	0	0	0	175	11652	1416	0	0
	Nvert Min	0	0	11652	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Vtrasv Max	0	175	11652	0,00	0,00	-7,50	105	0	0	0	175	11652	1416	0	0
	Vtrasv Min	0	0	11652	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Mtrasv Max	0	175	11652	0,00	0,00	-7,50	105	0	0	0	175	11652	1416	0	0
	Mtrasv Min	0	0	11652	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Vlong Max	0	175	11652	0,00	0,00	-7,50	105	0	0	0	175	11652	1416	0	0
	Vlong Min	0	0	11652	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Mlong Max	0	175	11652	0,00	0,00	-7,50	105	0	0	0	175	11652	1416	0	0
	Mlong Min	0	0	11652	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Mtorc Max	0	175	11652	0,00	0,00	-7,50	105	0	0	0	175	11652	1416	0	0
	Mtorc Min	0	0	11652	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	0	0	11652	0	0	0

Tabella 33 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>98</b>

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	3428	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	654	2815	21512	22015	-17112	4648
	Nvert Min	-702	175	11033	1416	7634	0
	Vtrasv Max	1182	1411	16353	16192	-13191	-305
	Vtrasv Min	-702	236	15606	1911	7634	0
	Mtrasv Max	-702	175	11033	1416	7634	0
	Mtrasv Min	1182	1407	21079	11056	-22629	1820
	Vlong Max	654	2815	21512	22015	-17112	4648
	Vlong Min	-421	175	11281	1416	4581	0
	Mlong Max	728	2348	21007	23871	-8221	475
	Mlong Min	-702	175	11033	1416	7634	0
	Mtorc Max	654	2815	21512	22015	-17112	4648
	Mtorc Min	1182	1411	16353	16192	-13191	-305
SLE RA Impalcato	Nvert Max	257	1956	15042	15306	-9743	3422
	Nvert Min	-468	175	11240	1416	5090	0
	Vtrasv Max	806	1422	14822	14737	-8961	5
	Vtrasv Min	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mtrasv Max	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mtrasv Min	525	1422	14744	11150	-12447	2350
	Vlong Max	257	1956	15042	15306	-9743	3422
	Vlong Min	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mlong Max	338	1631	14694	16561	-3959	188
	Mlong Min	-468	175	11240	1416	5090	0
	Mtorc Max	257	1956	15042	15306	-9743	3422
	Mtorc Min	423	1356	14734	14377	-4941	-16
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	11652	1416	0	0
	Nvert Min	0	0	11652	0	0	0
	Vtrasv Max	0	175	11652	1416	0	0
	Vtrasv Min	0	0	11652	0	0	0
	Mtrasv Max	0	175	11652	1416	0	0
	Mtrasv Min	0	0	11652	0	0	0
	Vlong Max	0	175	11652	1416	0	0
	Vlong Min	0	0	11652	0	0	0
	Mlong Max	0	175	11652	1416	0	0
	Mlong Min	0	0	11652	0	0	0
	Mtorc Max	0	175	11652	1416	0	0



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	100

<b>INVILUPPO: SLU</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	SLU7	26140	654	-17112	2815	22015	4648
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	14461	-702	7634	175	1416	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLU24	19781	1182	-13191	1411	16192	-305
V <sub>trasv</sub> Min	SLU2	15661	-702	7634	175	1416	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLU4	20234	-702	7634	236	1911	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLU6	25707	1182	-22629	1407	11056	1820
V <sub>long</sub> Max	SLU7	26140	654	-17112	2815	22015	4648
V <sub>long</sub> Min	SLU22	14461	-702	7634	175	1416	0
M <sub>long</sub> Max	SLU9	25635	728	-8221	2348	23871	475
M <sub>long</sub> Min	SLU22	14461	-702	7634	175	1416	0
M <sub>torc</sub> Max	SLU7	26140	654	-17112	2815	22015	4648
M <sub>torc</sub> Min	SLU24	19781	1182	-13191	1411	16192	-305
<b>INVILUPPO: SLV</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	17668	1505	-11284	2072	15648	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	12492	1505	-11284	2072	15648	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	15857	5015	-37614	2072	15648	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	12492	1505	-11284	2072	15648	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	15857	1505	-11284	6500	48858	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV3	15857	5015	-37614	2072	15648	0
V <sub>long</sub> Max	SLV1	15857	1505	-11284	6500	48858	0
V <sub>long</sub> Min	SLV5	17668	1505	-11284	2072	15648	0
M <sub>long</sub> Max	SLV1	15857	1505	-11284	6500	48858	0
M <sub>long</sub> Min	SLV5	17668	1505	-11284	2072	15648	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	17668	1505	-11284	2072	15648	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	12492	1505	-11284	2072	15648	0

*Tabella 36 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo*

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	101

<b>INVILUPPO: SLE RA</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	RA1	18470	257	-9743	1956	15306	3422
N <sub>vert</sub> Min	RA10	14668	-468	5090	175	1416	0
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	18251	806	-8961	1422	14737	5
V <sub>trasv</sub> Min	RA2	14668	-468	5090	175	1416	0
M <sub>trasv</sub> Max	RA2	14668	-468	5090	175	1416	0
M <sub>trasv</sub> Min	RA6	18172	525	-12447	1422	11150	2350
V <sub>long</sub> Max	RA1	18470	257	-9743	1956	15306	3422
V <sub>long</sub> Min	RA2	14668	-468	5090	175	1416	0
M <sub>long</sub> Max	RA9	18122	338	-3959	1631	16561	188
M <sub>long</sub> Min	RA2	14668	-468	5090	175	1416	0
M <sub>torc</sub> Max	RA1	18470	257	-9743	1956	15306	3422
M <sub>torc</sub> Min	RA12	18162	423	-4941	1356	14377	-16
<b>INVILUPPO: SLE QP</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	QP1	15080	0	0	175	1416	0
N <sub>vert</sub> Min	QP12	15080	0	0	0	0	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP1	15080	0	0	175	1416	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP12	15080	0	0	0	0	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP1	15080	0	0	175	1416	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP12	15080	0	0	0	0	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	15080	0	0	175	1416	0
V <sub>long</sub> Min	QP12	15080	0	0	0	0	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	15080	0	0	175	1416	0
M <sub>long</sub> Min	QP12	15080	0	0	0	0	0
M <sub>torc</sub> Max	QP1	15080	0	0	175	1416	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	15080	0	0	0	0	0

*Tabella 37 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo*

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	102

### 11.3 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 sovrastrutture possono trasmettere alle fondazioni secondo le norme tecniche, sono valutate nell'ipotesi di spettri elastici  $q=1.00$ .

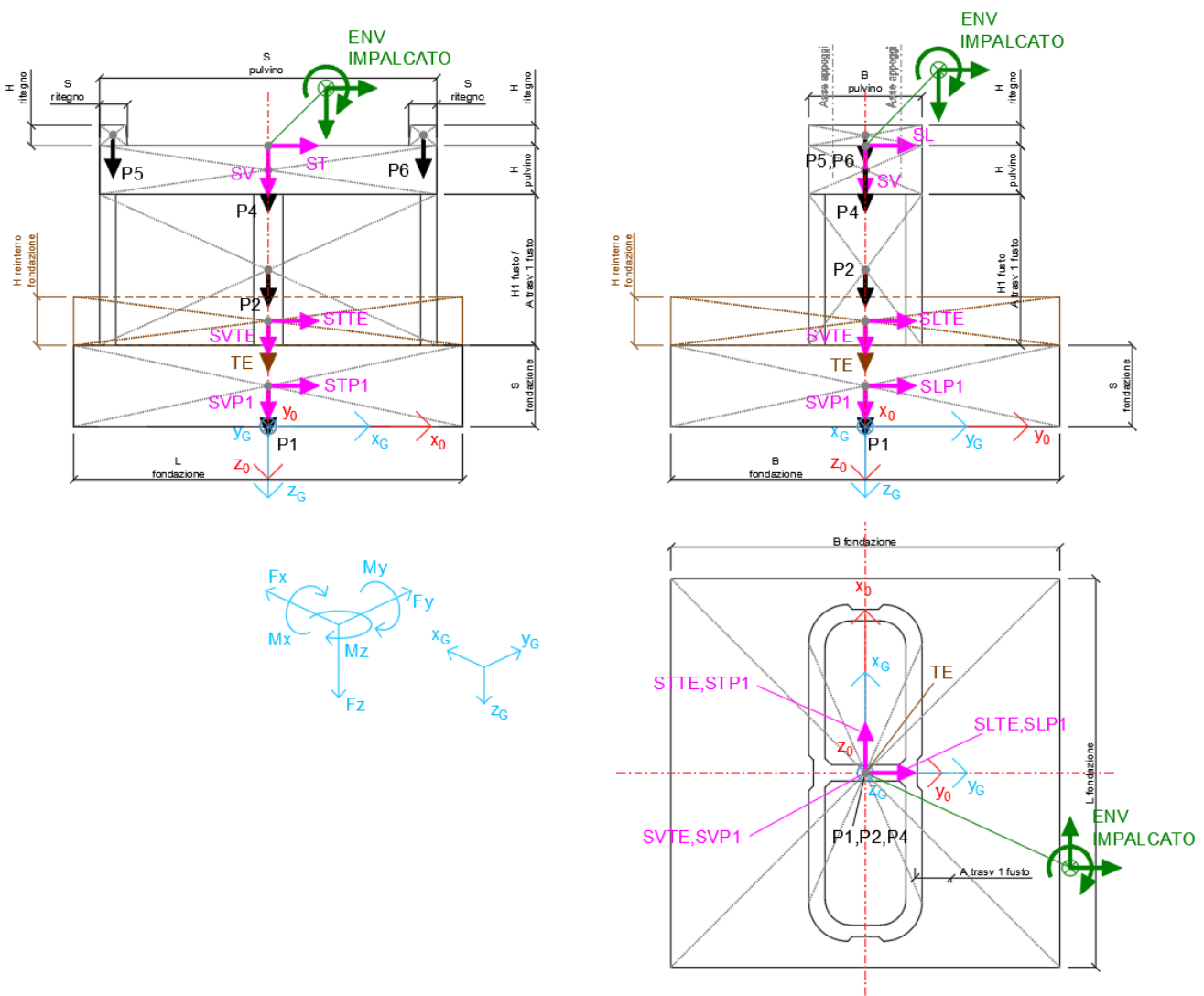


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	103

### 11.3.1 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 CAP H=7.5m		CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO															
<b>CARATTERISTICHE PILA</b>																	
$H_{pila}$ (m)	7,50	Altezza pila	$W_{fusto}$ (kN)	1946	Peso fusto pila												
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em)	$W_{pulvino}$ (kN)	1483	Peso pulvino+ritegni												
$E_f$ (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)	$W_{pila}$ (kN)	3428	Peso pila												
<b>DIREZIONE LONGITUDINALE</b>				<b>DIREZIONE TRASVERSALE</b>				<b>DIREZIONE VERTICALE</b>									
$l_{long}$ (m <sup>4</sup> )	22,60		$l_{trasv}$ (m <sup>4</sup> )	127,00													
$k_{long}$ (N/m)	5,36E+09	Rigidità flessionale	$k_{trasv}$ (N/m)	3,01E+10													
$k_{f, long}$ (N/m)	2,68E+09	Rigidità flessionale fessurata	$k_{f, trasv}$ (N/m)	1,51E+10													
(campata fissa: peso impalcato sismico + Traffico 2)			(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)			(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)											
$W_{imp, long}$ (kN)	11652	Peso impalcato	$W_{imp, trasv}$ (kN)	11652		$W_{imp, vert}$ (kN)	11652										
$W_{treno, long}$ (kN)	3241	Traffico 2	$W_{treno, trasv}$ (kN)	3390	Traffico 4	$W_{vert}$ (kg)	3390	Traffico 4									
$W_{eff, long}$ (kN)	14756	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico	$W_{eff, trasv}$ (kN)	14785		$W_{eff, vert}$ (kN)	14785										
$m_{long}$ (kg)	1504130	Massa efficace	$m_{trasv}$ (kg)	1507171		$m_{vert}$ (kg)	1507171										
$T_{1, long}$ (s)	0,105	Periodo di vibrazione	$T_{1, trasv}$ (s)	0,044		$T_{1, vert}$ (s)	MAX										
$T_{1f, long}$ (s)	0,149	Periodo di vibrazione fessurata	$T_{1f, trasv}$ (s)	0,063		$T_{1f, vert}$ (s)	MAX										
$T_B$ (s)	0,181		q (-)	1,00		$a_g$ (g)	0,116	PGA verticale									
$T_C$ (s)	0,547					S	1,000										
$a_g$ (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																
<b>SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO</b>																	
$S_{d, long}$ ( $T_{1f, long}$ ) (g)			0,6187			$S_{d, trasv}$ ( $T_{1f, trasv}$ ) (g)			0,4194			$S_{d, vert}$ ( $T_{1f, vert}$ ) (g)			0,1750		
$S_{d, long}$ ( $T_{1, long}$ ) (g)			0,5177			$S_{d, trasv}$ ( $T_{1, trasv}$ ) (g)			0,3768			$S_{d, vert}$ ( $T_{1, vert}$ ) (g)			0,1750		
Longitudinale			$S_{d, long}$ (g)			Trasversale			$S_{d, trasv}$ (g)			Verticale			$S_{d, vert}$ (g)		
			0,6187						0,4194						0,1750		
NOME: FONDAZIONE PILA CAP H=7.5m		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 masse efficaci	SL	0	9130	0	0,00	0,00	-10,00	91299	0	0	0	0	9130	0	91299	0	0
	ST	6202	0	0	0,00	0,00	-10,00	0	-62017	0	0	0	0	0	0	-62017	0
	SV	0	0	2588	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	2588	0	0	0	0
Sisma long	SLP1	0	5569	0	0,00	0,00	-1,25	6961	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SLTE	0	2673	0	0,00	0,00	-3,25	8687	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma trasv	STP1	3775	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-4719	0	0	0	0	0	0	0	0
	STTE	1812	0	0	0,00	0,00	-3,25	0	-5889	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma vert	SVP1	0	0	1575	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	5587	0	0	0	0	-10608	0
	SVTE	0	0	756	0,00	0,00	-3,25	0	0	0	0	0	2332	0	0	0	0
		0	0	2332				0	0	0	0	0	2332	0	0	0	0

Tabella 38 – 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**

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	104

NOME: FONDAZIONE PILA CAP H=7.5m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE												
S fondazione (m)	2,50	H2 fusto (m)	0,00	S pulvino (m)	10,40	H piano appoggi (m)	0,00				X <sub>G</sub> fondazione	0,00				
L fondazione (m)	12,00	Area trasv 1 fusto (m <sup>2</sup> )	12,97	B pulvino (m)	3,50	B piano appoggi (m)	0,00				Y <sub>G</sub> fondazione	0,00				
B fondazione (m)	12,00	Area trasv 2 fusto (m <sup>2</sup> )	12,97	H ritegno (m)	0,84	Peso terreno (kN/m <sup>3</sup> )	20,00				Z <sub>G</sub> fondazione	0,00				
H1 fusto (m)	6,00	H pulvino (m)	1,50	S ritegno (m)	0,80	H reinterro fondazione (m)	1,50									
NOME: FONDAZIONE PILA CAP H=7.5m				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	1946	0,00	0,00	-5,50	0	0	0						
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-8,50	0	0	0						
	P4	0	0	1365	0,00	0,00	-9,25	0	0	0						
	P5	0	0	59	4,80	0,00	-10,42	0	-282	0						
	P6	0	0	59	-4,80	0,00	-10,42	0	282	0						
	P7	0	0	0	0,00	0,00	-10,00	0	0	0						
		0	0	12428				0	0	0	0	0	12428	0	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 CAP H=7.5m				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	Nvert Max	654	2815	21512	0,00	0,00	-10,00	904	-12204	4648	654	2815	21512	29052	-18748	4648
SLU	Nvert Min	-702	175	11033	0,00	0,00	-10,00	105	2367	0	-702	175	11033	1853	9390	0
	Vtrasv Max	1182	1411	16353	0,00	0,00	-10,00	5610	-4324	-305	1182	1411	16353	19720	-16147	-305
	Vtrasv Min	-702	236	15606	0,00	0,00	-10,00	142	2367	0	-702	236	15606	2501	9390	0
	Mtrasv Max	-702	175	11033	0,00	0,00	-10,00	105	2367	0	-702	175	11033	1853	9390	0
	Mtrasv Min	1182	1407	21079	0,00	0,00	-10,00	508	-13761	1820	1182	1407	21079	14573	-25585	1820
	Vlong Max	654	2815	21512	0,00	0,00	-10,00	904	-12204	4648	654	2815	21512	29052	-18748	4648
	Vlong Min	-421	175	11281	0,00	0,00	-10,00	105	1420	0	-421	175	11281	1853	5634	0
	Mlong Max	728	2348	21007	0,00	0,00	-10,00	6261	-2760	475	728	2348	21007	29741	-10041	475
	Mlong Min	-702	175	11033	0,00	0,00	-10,00	105	2367	0	-702	175	11033	1853	9390	0
	Mtorc Max	654	2815	21512	0,00	0,00	-10,00	904	-12204	4648	654	2815	21512	29052	-18748	4648
	Mtorc Min	1182	1411	16353	0,00	0,00	-10,00	5610	-4324	-305	1182	1411	16353	19720	-16147	-305
ENV	Nvert Max	257	1956	15042	0,00	0,00	-10,00	633	-7814	3422	257	1956	15042	20197	-10386	3422
SLE RA	Nvert Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-10,00	105	1578	0	-468	175	11240	1853	6260	0
	Vtrasv Max	806	1422	14822	0,00	0,00	-10,00	4069	-2918	5	806	1422	14822	18293	-10975	5
	Vtrasv Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-10,00	105	1578	0	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mtrasv Max	-468	175	11240	0,00	0,00	-10,00	105	1578	0	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mtrasv Min	525	1422	14744	0,00	0,00	-10,00	482	-8511	2350	525	1422	14744	14706	-13759	2350
	Vlong Max	257	1956	15042	0,00	0,00	-10,00	633	-7814	3422	257	1956	15042	20197	-10386	3422
	Vlong Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-10,00	105	1578	0	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mlong Max	338	1631	14694	0,00	0,00	-10,00	4325	-1421	188	338	1631	14694	20639	-4806	188
	Mlong Min	-468	175	11240	0,00	0,00	-10,00	105	1578	0	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mtorc Max	257	1956	15042	0,00	0,00	-10,00	633	-7814	3422	257	1956	15042	20197	-10386	3422
	Mtorc Min	423	1356	14734	0,00	0,00	-10,00	4204	-1768	-16	423	1356	14734	17768	-5999	-16
ENV	Nvert Max	0	175	11652	0,00	0,00	-10,00	105	0	0	0	175	11652	1853	0	0
SLE QP	Nvert Min	0	0	11652	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Vtrasv Max	0	175	11652	0,00	0,00	-10,00	105	0	0	0	175	11652	1853	0	0
	Vtrasv Min	0	0	11652	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Mtrasv Max	0	175	11652	0,00	0,00	-10,00	105	0	0	0	175	11652	1853	0	0
	Mtrasv Min	0	0	11652	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Vlong Max	0	175	11652	0,00	0,00	-10,00	105	0	0	0	175	11652	1853	0	0
	Vlong Min	0	0	11652	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Mlong Max	0	175	11652	0,00	0,00	-10,00	105	0	0	0	175	11652	1853	0	0
	Mlong Min	0	0	11652	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	11652	0	0	0
	Mtorc Max	0	175	11652	0,00	0,00	-10,00	105	0	0	0	175	11652	1853	0	0
	Mtorc Min	0	0	11652	0,00	0,00	-10,00	0	0	0	0	0	11652	0	0	0

Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	105

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	12428	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	4320	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	654	2815	21512	29052	-18748	4648
	Nvert Min	-702	175	11033	1853	9390	0
	Vtrasv Max	1182	1411	16353	19720	-16147	-305
	Vtrasv Min	-702	236	15606	2501	9390	0
	Mtrasv Max	-702	175	11033	1853	9390	0
	Mtrasv Min	1182	1407	21079	14573	-25585	1820
	Vlong Max	654	2815	21512	29052	-18748	4648
	Vlong Min	-421	175	11281	1853	5634	0
	Mlong Max	728	2348	21007	29741	-10041	475
	Mlong Min	-702	175	11033	1853	9390	0
	Mtorc Max	654	2815	21512	29052	-18748	4648
	Mtorc Min	1182	1411	16353	19720	-16147	-305
SLE RA Impalcato	Nvert Max	257	1956	15042	20197	-10386	3422
	Nvert Min	-468	175	11240	1853	6260	0
	Vtrasv Max	806	1422	14822	18293	-10975	5
	Vtrasv Min	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mtrasv Max	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mtrasv Min	525	1422	14744	14706	-13759	2350
	Vlong Max	257	1956	15042	20197	-10386	3422
	Vlong Min	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mlong Max	338	1631	14694	20639	-4806	188
	Mlong Min	-468	175	11240	1853	6260	0
	Mtorc Max	257	1956	15042	20197	-10386	3422
	Mtorc Min	423	1356	14734	17768	-5999	-16
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	11652	1853	0	0
	Nvert Min	0	0	11652	0	0	0
	Vtrasv Max	0	175	11652	1853	0	0
	Vtrasv Min	0	0	11652	0	0	0
	Mtrasv Max	0	175	11652	1853	0	0
	Mtrasv Min	0	0	11652	0	0	0
	Vlong Max	0	175	11652	1853	0	0
	Vlong Min	0	0	11652	0	0	0
	Mlong Max	0	175	11652	1853	0	0
	Mlong Min	0	0	11652	0	0	0
	Mtorc Max	0	175	11652	1853	0	0

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	106

	Mtorc Min	0	0	11652	0	0	0
E Sisma	Sisma long	0	17372	0	106947	0	0
	Sisma trasv	11789	0	0	0	-72625	0
	Sisma vert	0	0	4920	0	0	0

*Tabella 40 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)*



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	108

<b>INVILUPPO: SLU</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	SLU7	44770	654	-18748	2815	29052	4648
N <sub>vert</sub> Min	SLU22	27781	-702	9390	175	1853	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLU24	33101	1182	-16147	1411	19720	-305
V <sub>trasv</sub> Min	SLU2	34291	-702	9390	175	1853	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLU4	38864	-702	9390	236	2501	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLU6	44337	1182	-25585	1407	14573	1820
V <sub>long</sub> Max	SLU7	44770	654	-18748	2815	29052	4648
V <sub>long</sub> Min	SLU22	27781	-702	9390	175	1853	0
M <sub>long</sub> Max	SLU9	44265	728	-10041	2348	29741	475
M <sub>long</sub> Min	SLU22	27781	-702	9390	175	1853	0
M <sub>torc</sub> Max	SLU7	44770	654	-18748	2815	29052	4648
M <sub>torc</sub> Min	SLU24	33101	1182	-16147	1411	19720	-305
<b>INVILUPPO: SLV EL</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	SLV5	33320	3537	-21787	5386	33937	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV6	23480	3537	-21787	5386	33937	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV3	29876	11789	-72625	5386	33937	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV6	23480	3537	-21787	5386	33937	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV1	29876	3537	-21787	17546	108800	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV3	29876	11789	-72625	5386	33937	0
V <sub>long</sub> Max	SLV1	29876	3537	-21787	17546	108800	0
V <sub>long</sub> Min	SLV5	33320	3537	-21787	5386	33937	0
M <sub>long</sub> Max	SLV1	29876	3537	-21787	17546	108800	0
M <sub>long</sub> Min	SLV5	33320	3537	-21787	5386	33937	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV5	33320	3537	-21787	5386	33937	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV6	23480	3537	-21787	5386	33937	0

*Tabella 42 – ENV SLU, SLV EL - Azioni totali inviluppo*

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	109

<b>INVILUPPO: SLE RA</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	RA1	31790	257	-10386	1956	20197	3422
N <sub>vert</sub> Min	RA10	27988	-468	6260	175	1853	0
V <sub>trasv</sub> Max	RA3	31571	806	-10975	1422	18293	5
V <sub>trasv</sub> Min	RA2	27988	-468	6260	175	1853	0
M <sub>trasv</sub> Max	RA2	27988	-468	6260	175	1853	0
M <sub>trasv</sub> Min	RA6	31492	525	-13759	1422	14706	2350
V <sub>long</sub> Max	RA1	31790	257	-10386	1956	20197	3422
V <sub>long</sub> Min	RA2	27988	-468	6260	175	1853	0
M <sub>long</sub> Max	RA9	31442	338	-4806	1631	20639	188
M <sub>long</sub> Min	RA2	27988	-468	6260	175	1853	0
M <sub>torc</sub> Max	RA1	31790	257	-10386	1956	20197	3422
M <sub>torc</sub> Min	RA12	31482	423	-5999	1356	17768	-16
<b>INVILUPPO: SLE QP</b>		<b>N<sub>vert</sub></b>	<b>V<sub>trasv</sub></b>	<b>M<sub>trasv</sub></b>	<b>V<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>long</sub></b>	<b>M<sub>torc</sub></b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>Mz (kNm)</b>
N <sub>vert</sub> Max	QP1	28400	0	0	175	1853	0
N <sub>vert</sub> Min	QP12	28400	0	0	0	0	0
V <sub>trasv</sub> Max	QP1	28400	0	0	175	1853	0
V <sub>trasv</sub> Min	QP12	28400	0	0	0	0	0
M <sub>trasv</sub> Max	QP1	28400	0	0	175	1853	0
M <sub>trasv</sub> Min	QP12	28400	0	0	0	0	0
V <sub>long</sub> Max	QP1	28400	0	0	175	1853	0
V <sub>long</sub> Min	QP12	28400	0	0	0	0	0
M <sub>long</sub> Max	QP1	28400	0	0	175	1853	0
M <sub>long</sub> Min	QP12	28400	0	0	0	0	0
M <sub>torc</sub> Max	QP1	28400	0	0	175	1853	0
M <sub>torc</sub> Min	QP12	28400	0	0	0	0	0

*Tabella 43 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo*

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	110

### 11.3.2 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.

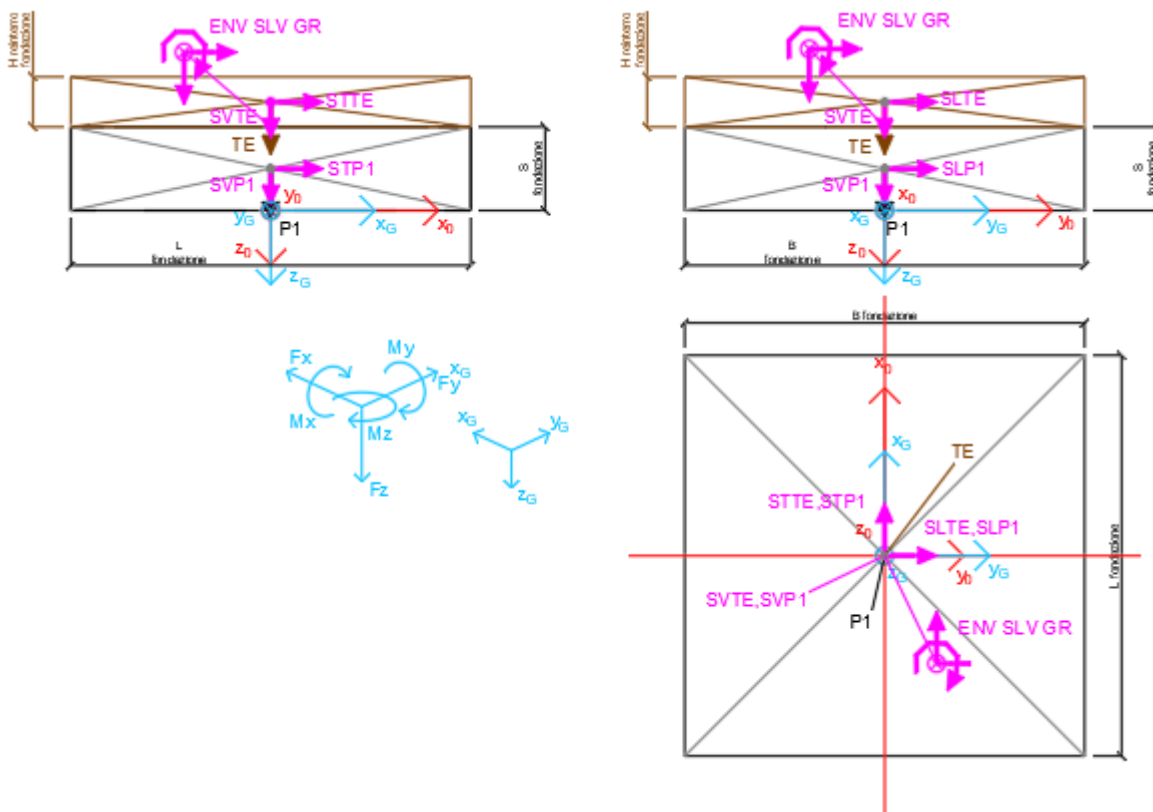


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate





**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	112

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	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	1655	2280	17668	22913	-16550	0
	Nvert Min	1655	2280	12492	22913	-16550	0
	Vtrasv Max	5517	2280	15857	22913	-55167	0
	Vtrasv Min	1655	2280	12492	22913	-16550	0
	Mtrasv Max	1655	7150	15857	71620	-16550	0
	Mtrasv Min	5517	2280	15857	22913	-55167	0
	Vlong Max	1655	7150	15857	71620	-16550	0
	Vlong Min	1655	2280	17668	22913	-16550	0
	Mlong Max	1655	7150	15857	71620	-16550	0
	Mlong Min	1655	2280	17668	22913	-16550	0
	Mtorc Max	1655	2280	17668	22913	-16550	0
	Mtorc Min	1655	2280	12492	22913	-16550	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**

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	<b>113</b>

NomeEvr:	TipComb:	NumComb:	Comb:	SK1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	SK2 Perm. Non Str.-G2 (terreno)	E-Sisma long	E-Sisma trasv	E-Sisma vert	SLV-Nvent Max	SLV-Nvent 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	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	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	SLV3	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	SLV15	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	16	SLV16	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	17	SLV17	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	18	SLV18	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	19	SLV19	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	20	SLV20	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	21	SLV21	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	22	SLV22	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	23	SLV23	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	24	SLV24	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	25	SLV25	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	26	SLV26	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	27	SLV27	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	28	SLV28	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	29	SLV29	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	30	SLV30	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	31	SLV31	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	32	SLV32	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	33	SLV33	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	34	SLV34	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	35	SLV35	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	36	SLV36	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	37	SLV37	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	38	SLV38	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	39	SLV39	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	40	SLV40	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	41	SLV41	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	42	SLV42	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	43	SLV43	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	44	SLV44	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	45	SLV45	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	46	SLV46	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	47	SLV47	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	48	SLV48	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	49	SLV49	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	50	SLV50	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	51	SLV51	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	52	SLV52	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	53	SLV53	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	54	SLV54	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	55	SLV55	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	56	SLV56	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	57	SLV57	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	58	SLV58	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	59	SLV59	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	60	SLV60	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	61	SLV61	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	62	SL																	

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	114

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	32533	2749	-18627	3374	24990	0
N <sub>vert</sub> Min	SLV72	24267	2749	-18627	3374	24990	0
V <sub>trasv</sub> Max	SLV15	29640	9163	-62091	3374	24990	0
V <sub>trasv</sub> Min	SLV72	24267	2749	-18627	3374	24990	0
M <sub>trasv</sub> Max	SLV25	29640	2749	-18627	10797	78544	0
M <sub>trasv</sub> Min	SLV15	29640	9163	-62091	3374	24990	0
V <sub>long</sub> Max	SLV25	29640	2749	-18627	10797	78544	0
V <sub>long</sub> Min	SLV71	27357	2749	-18627	3374	24990	0
M <sub>long</sub> Max	SLV25	29640	2749	-18627	10797	78544	0
M <sub>long</sub> Min	SLV71	27357	2749	-18627	3374	24990	0
M <sub>torc</sub> Max	SLV71	27357	2749	-18627	3374	24990	0
M <sub>torc</sub> Min	SLV72	24267	2749	-18627	3374	24990	0

*Tabella 46 – 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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	115

## 11.4 VERIFICHE ELEVAZIONE

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.

### 11.4.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

Il fusto è armato con un quantitativo di armatura longitudinale  $\Phi 20/15$  distribuito lungo il perimetro disposte sia lungo il lato interno-interno che interno-esterno, come rappresentato nella figura seguente per un totale di 356 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.

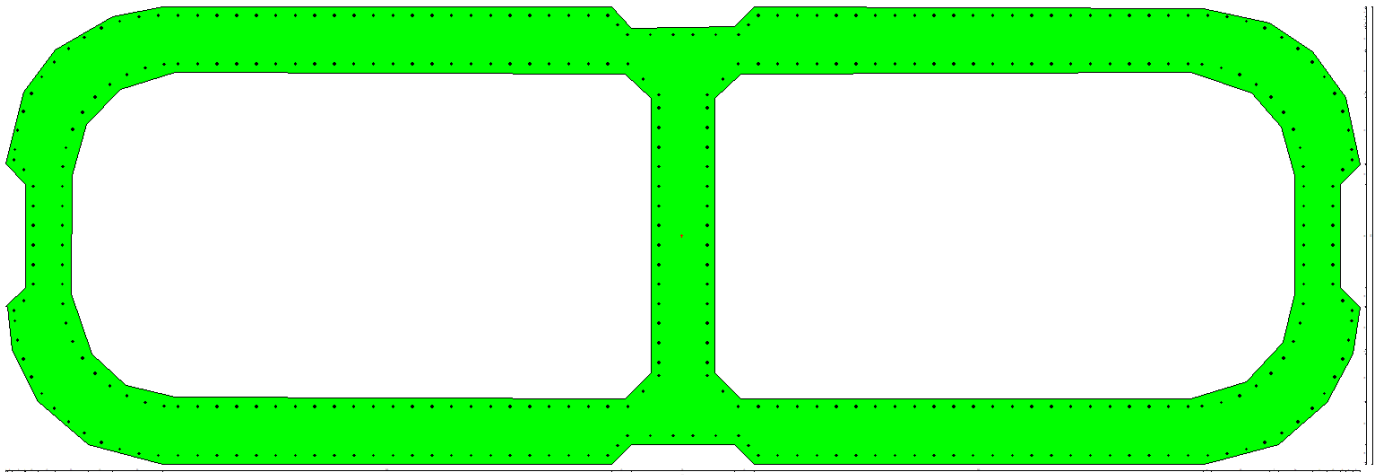


Figura 28 – Sezione trasversale base pila e relativa armatura

## Dati

<b>Nome sezione:</b>	SEZIONE1
Tipo sezione	Sezione generica
Dimensione massima direzione X	1040,0 [cm]
Dimensione massima direzione Y	350,0 [cm]

### Coordinate dei vertici :

Nr. poligono	Nr. vertici	X[cm]	Y[cm]
1	1	54,00	175,00
1	2	39,00	160,00
1	3	-40,00	159,00
1	4	-55,00	175,00
1	5	-400,00	175,00
1	6	-438,00	168,00
1	7	-482,00	142,00
1	8	-506,00	110,00

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	116

1	9	-520,00	55,00
1	10	-505,00	39,00
1	11	-505,00	-40,00
1	12	-520,00	-54,00
1	13	-519,00	-55,00
1	14	-515,00	-87,00
1	15	-495,00	-127,00
1	16	-457,00	-160,00
1	17	-400,00	-175,00
1	18	-55,00	-175,00
1	19	-40,00	-160,00
1	20	39,00	-160,00
1	21	54,00	-175,00
1	22	399,00	-175,00
1	23	405,00	-174,00
1	24	457,00	-160,00
1	25	494,00	-128,00
1	26	514,00	-91,00
1	27	519,00	-55,00
1	28	504,00	-40,00
1	29	504,00	39,00
1	30	519,00	54,00
1	31	508,00	106,00
1	32	483,00	141,00
1	33	450,00	163,00
1	34	399,00	174,00
2	1	469,00	46,00
2	2	459,00	83,00
2	3	436,00	109,00
2	4	389,00	125,00
2	5	44,00	124,00
2	6	24,00	105,00
2	7	24,00	-105,00
2	8	44,00	-125,00
2	9	389,00	-125,00
2	10	432,00	-112,00
2	11	460,00	-82,00
2	12	469,00	-45,00
3	1	-454,00	-91,00
3	2	-428,00	-115,00
3	3	-390,00	-124,00
3	4	-45,00	-125,00
3	5	-25,00	-105,00
3	6	-25,00	105,00
3	7	-45,00	124,00
3	8	-390,00	125,00
3	9	-432,00	112,00
3	10	-458,00	85,00
3	11	-469,00	46,00
3	12	-470,00	-45,00

**Caratteristiche geometriche**

Area sezione	129513,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	12761296729,8	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	2254328365,8	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	-6110038,7	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = -1,08$	[cm]

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	117

Ordinata baricentro sezione

$Y_G = -0,01$  [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	-57,65	168,60	20	3,14
2	-72,65	168,60	20	3,14
3	-87,65	168,60	20	3,14
4	-102,65	168,60	20	3,14
5	-117,65	168,60	20	3,14
6	-132,65	168,60	20	3,14
7	-147,65	168,60	20	3,14
8	-162,65	168,60	20	3,14
9	-177,65	168,60	20	3,14
10	-192,65	168,60	20	3,14
11	-207,65	168,60	20	3,14
12	-222,65	168,60	20	3,14
13	-237,65	168,60	20	3,14
14	-252,65	168,60	20	3,14
15	-267,65	168,60	20	3,14
16	-282,65	168,60	20	3,14
17	-297,65	168,60	20	3,14
18	-312,65	168,60	20	3,14
19	-327,65	168,60	20	3,14
20	-342,65	168,60	20	3,14
21	-357,65	168,60	20	3,14
22	-372,65	168,60	20	3,14
23	-387,65	168,60	20	3,14
24	-402,65	168,60	20	3,14
25	-417,60	167,36	20	3,14
26	-282,65	131,40	20	3,14
27	-297,65	131,40	20	3,14
28	-312,65	131,40	20	3,14
29	-327,65	131,40	20	3,14
30	-342,65	131,40	20	3,14
31	-357,65	131,40	20	3,14
32	-372,65	131,40	20	3,14
33	-387,65	131,40	20	3,14
34	-162,65	131,40	20	3,14
35	-177,65	131,40	20	3,14
36	-192,65	131,40	20	3,14
37	-207,65	131,40	20	3,14
38	-222,65	131,40	20	3,14
39	-237,65	131,40	20	3,14
40	-252,65	131,40	20	3,14
41	-267,65	131,40	20	3,14
42	-117,65	131,40	20	3,14
43	-132,65	131,40	20	3,14
44	-147,65	131,40	20	3,14
45	-72,65	131,40	20	3,14
46	-87,65	131,40	20	3,14

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	118

47	-102,65	131,40	20	3,14
48	-30,47	119,53	20	3,14
49	-42,35	131,40	20	3,14
50	-57,65	131,40	20	3,14
51	-7,50	153,60	20	3,14
52	-25,08	153,60	20	3,14
53	-42,65	153,60	20	3,14
54	-18,60	97,50	20	3,14
55	-18,60	107,65	20	3,14
56	-50,15	161,10	20	3,14
57	-18,60	82,50	20	3,14
58	-18,60	67,50	20	3,14
59	-18,60	52,50	20	3,14
60	-18,60	37,50	20	3,14
61	-18,60	22,50	20	3,14
62	-18,60	7,50	20	3,14
63	-432,18	163,81	20	3,14
64	-446,29	158,73	20	3,14
65	-459,45	151,59	20	3,14
66	-471,66	142,92	20	3,14
67	-482,72	132,81	20	3,14
68	-492,17	121,19	20	3,14
69	-500,17	108,51	20	3,14
70	-506,25	94,82	20	3,14
71	-510,78	80,53	20	3,14
72	-512,98	65,69	20	3,14
73	-513,51	57,56	20	3,14
74	-506,05	50,11	20	3,14
75	-498,60	37,50	20	3,14
76	-498,60	22,50	20	3,14
77	-498,60	7,50	20	3,14
78	-476,39	37,50	20	3,14
79	-476,39	22,50	20	3,14
80	-476,39	7,50	20	3,14
81	-468,36	81,31	20	3,14
82	-473,48	67,23	20	3,14
83	-476,07	52,48	20	3,14
84	-439,91	115,51	20	3,14
85	-451,33	105,81	20	3,14
86	-460,92	94,31	20	3,14
87	-398,20	130,97	20	3,14
88	-412,93	128,24	20	3,14
89	-426,97	123,05	20	3,14
90	-57,65	-168,60	20	3,14
91	-72,65	-168,60	20	3,14
92	-87,65	-168,60	20	3,14
93	-102,65	-168,60	20	3,14
94	-117,65	-168,60	20	3,14
95	-132,65	-168,60	20	3,14
96	-147,65	-168,60	20	3,14
97	-162,65	-168,60	20	3,14
98	-177,65	-168,60	20	3,14
99	-192,65	-168,60	20	3,14
100	-207,65	-168,60	20	3,14
101	-222,65	-168,60	20	3,14
102	-237,65	-168,60	20	3,14
103	-252,65	-168,60	20	3,14
104	-267,65	-168,60	20	3,14
105	-282,65	-168,60	20	3,14

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	119

106	-297,65	-168,60	20	3,14
107	-312,65	-168,60	20	3,14
108	-327,65	-168,60	20	3,14
109	-342,65	-168,60	20	3,14
110	-357,65	-168,60	20	3,14
111	-372,65	-168,60	20	3,14
112	-387,65	-168,60	20	3,14
113	-402,65	-168,60	20	3,14
114	-417,60	-167,36	20	3,14
115	-282,65	-131,40	20	3,14
116	-297,65	-131,40	20	3,14
117	-312,65	-131,40	20	3,14
118	-327,65	-131,40	20	3,14
119	-342,65	-131,40	20	3,14
120	-357,65	-131,40	20	3,14
121	-372,65	-131,40	20	3,14
122	-387,65	-131,40	20	3,14
123	-162,65	-131,40	20	3,14
124	-177,65	-131,40	20	3,14
125	-192,65	-131,40	20	3,14
126	-207,65	-131,40	20	3,14
127	-222,65	-131,40	20	3,14
128	-237,65	-131,40	20	3,14
129	-252,65	-131,40	20	3,14
130	-267,65	-131,40	20	3,14
131	-117,65	-131,40	20	3,14
132	-132,65	-131,40	20	3,14
133	-147,65	-131,40	20	3,14
134	-72,65	-131,40	20	3,14
135	-87,65	-131,40	20	3,14
136	-102,65	-131,40	20	3,14
137	-30,47	-119,53	20	3,14
138	-42,35	-131,40	20	3,14
139	-57,65	-131,40	20	3,14
140	-7,50	-153,60	20	3,14
141	-25,08	-153,60	20	3,14
142	-42,65	-153,60	20	3,14
143	-18,60	-97,50	20	3,14
144	-18,60	-107,65	20	3,14
145	-50,15	-161,10	20	3,14
146	-18,60	-82,50	20	3,14
147	-18,60	-67,50	20	3,14
148	-18,60	-52,50	20	3,14
149	-18,60	-37,50	20	3,14
150	-18,60	-22,50	20	3,14
151	-18,60	-7,50	20	3,14
152	-432,18	-163,81	20	3,14
153	-446,29	-158,73	20	3,14
154	-459,45	-151,59	20	3,14
155	-471,66	-142,92	20	3,14
156	-482,72	-132,81	20	3,14
157	-492,17	-121,19	20	3,14
158	-500,17	-108,51	20	3,14
159	-506,25	-94,82	20	3,14
160	-510,78	-80,53	20	3,14
161	-512,98	-65,69	20	3,14
162	-513,51	-57,56	20	3,14
163	-506,05	-50,11	20	3,14
164	-498,60	-37,50	20	3,14



**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	120

165	-498,60	-22,50	20	3,14
166	-498,60	-7,50	20	3,14
167	-476,39	-37,50	20	3,14
168	-476,39	-22,50	20	3,14
169	-476,39	-7,50	20	3,14
170	-468,36	-81,31	20	3,14
171	-473,48	-67,23	20	3,14
172	-476,07	-52,48	20	3,14
173	-439,91	-115,51	20	3,14
174	-451,33	-105,81	20	3,14
175	-460,92	-94,31	20	3,14
176	-398,20	-130,97	20	3,14
177	-412,93	-128,24	20	3,14
178	-426,97	-123,05	20	3,14
179	57,65	168,60	20	3,14
180	72,65	168,60	20	3,14
181	87,65	168,60	20	3,14
182	102,65	168,60	20	3,14
183	117,65	168,60	20	3,14
184	132,65	168,60	20	3,14
185	147,65	168,60	20	3,14
186	162,65	168,60	20	3,14
187	177,65	168,60	20	3,14
188	192,65	168,60	20	3,14
189	207,65	168,60	20	3,14
190	222,65	168,60	20	3,14
191	237,65	168,60	20	3,14
192	252,65	168,60	20	3,14
193	267,65	168,60	20	3,14
194	282,65	168,60	20	3,14
195	297,65	168,60	20	3,14
196	312,65	168,60	20	3,14
197	327,65	168,60	20	3,14
198	342,65	168,60	20	3,14
199	357,65	168,60	20	3,14
200	372,65	168,60	20	3,14
201	387,65	168,60	20	3,14
202	402,65	168,60	20	3,14
203	417,60	167,36	20	3,14
204	282,65	131,40	20	3,14
205	297,65	131,40	20	3,14
206	312,65	131,40	20	3,14
207	327,65	131,40	20	3,14
208	342,65	131,40	20	3,14
209	357,65	131,40	20	3,14
210	372,65	131,40	20	3,14
211	387,65	131,40	20	3,14
212	162,65	131,40	20	3,14
213	177,65	131,40	20	3,14
214	192,65	131,40	20	3,14
215	207,65	131,40	20	3,14
216	222,65	131,40	20	3,14
217	237,65	131,40	20	3,14
218	252,65	131,40	20	3,14
219	267,65	131,40	20	3,14
220	117,65	131,40	20	3,14
221	132,65	131,40	20	3,14
222	147,65	131,40	20	3,14
223	72,65	131,40	20	3,14

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	121

224	87,65	131,40	20	3,14
225	102,65	131,40	20	3,14
226	30,47	119,53	20	3,14
227	42,35	131,40	20	3,14
228	57,65	131,40	20	3,14
229	7,50	153,60	20	3,14
230	25,08	153,60	20	3,14
231	42,65	153,60	20	3,14
232	18,60	97,50	20	3,14
233	18,60	107,65	20	3,14
234	50,15	161,10	20	3,14
235	18,60	82,50	20	3,14
236	18,60	67,50	20	3,14
237	18,60	52,50	20	3,14
238	18,60	37,50	20	3,14
239	18,60	22,50	20	3,14
240	18,60	7,50	20	3,14
241	432,18	163,81	20	3,14
242	446,29	158,73	20	3,14
243	459,45	151,59	20	3,14
244	471,66	142,92	20	3,14
245	482,72	132,81	20	3,14
246	492,17	121,19	20	3,14
247	500,17	108,51	20	3,14
248	506,25	94,82	20	3,14
249	510,78	80,53	20	3,14
250	512,98	65,69	20	3,14
251	513,51	57,56	20	3,14
252	506,05	50,11	20	3,14
253	498,60	37,50	20	3,14
254	498,60	22,50	20	3,14
255	498,60	7,50	20	3,14
256	476,39	37,50	20	3,14
257	476,39	22,50	20	3,14
258	476,39	7,50	20	3,14
259	468,36	81,31	20	3,14
260	473,48	67,23	20	3,14
261	476,07	52,48	20	3,14
262	439,91	115,51	20	3,14
263	451,33	105,81	20	3,14
264	460,92	94,31	20	3,14
265	398,20	130,97	20	3,14
266	412,93	128,24	20	3,14
267	426,97	123,05	20	3,14
268	57,65	-168,60	20	3,14
269	72,65	-168,60	20	3,14
270	87,65	-168,60	20	3,14
271	102,65	-168,60	20	3,14
272	117,65	-168,60	20	3,14
273	132,65	-168,60	20	3,14
274	147,65	-168,60	20	3,14
275	162,65	-168,60	20	3,14
276	177,65	-168,60	20	3,14
277	192,65	-168,60	20	3,14
278	207,65	-168,60	20	3,14
279	222,65	-168,60	20	3,14
280	237,65	-168,60	20	3,14
281	252,65	-168,60	20	3,14
282	267,65	-168,60	20	3,14

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	122

283	282,65	-168,60	20	3,14
284	297,65	-168,60	20	3,14
285	312,65	-168,60	20	3,14
286	327,65	-168,60	20	3,14
287	342,65	-168,60	20	3,14
288	357,65	-168,60	20	3,14
289	372,65	-168,60	20	3,14
290	387,65	-168,60	20	3,14
291	402,65	-168,60	20	3,14
292	417,60	-167,36	20	3,14
293	282,65	-131,40	20	3,14
294	297,65	-131,40	20	3,14
295	312,65	-131,40	20	3,14
296	327,65	-131,40	20	3,14
297	342,65	-131,40	20	3,14
298	357,65	-131,40	20	3,14
299	372,65	-131,40	20	3,14
300	387,65	-131,40	20	3,14
301	162,65	-131,40	20	3,14
302	177,65	-131,40	20	3,14
303	192,65	-131,40	20	3,14
304	207,65	-131,40	20	3,14
305	222,65	-131,40	20	3,14
306	237,65	-131,40	20	3,14
307	252,65	-131,40	20	3,14
308	267,65	-131,40	20	3,14
309	117,65	-131,40	20	3,14
310	132,65	-131,40	20	3,14
311	147,65	-131,40	20	3,14
312	72,65	-131,40	20	3,14
313	87,65	-131,40	20	3,14
314	102,65	-131,40	20	3,14
315	30,47	-119,53	20	3,14
316	42,35	-131,40	20	3,14
317	57,65	-131,40	20	3,14
318	7,50	-153,60	20	3,14
319	25,08	-153,60	20	3,14
320	42,65	-153,60	20	3,14
321	18,60	-97,50	20	3,14
322	18,60	-107,65	20	3,14
323	50,15	-161,10	20	3,14
324	18,60	-82,50	20	3,14
325	18,60	-67,50	20	3,14
326	18,60	-52,50	20	3,14
327	18,60	-37,50	20	3,14
328	18,60	-22,50	20	3,14
329	18,60	-7,50	20	3,14
330	432,18	-163,81	20	3,14
331	446,29	-158,73	20	3,14
332	459,45	-151,59	20	3,14
333	471,66	-142,92	20	3,14
334	482,72	-132,81	20	3,14
335	492,17	-121,19	20	3,14
336	500,17	-108,51	20	3,14
337	506,25	-94,82	20	3,14
338	510,78	-80,53	20	3,14
339	512,98	-65,69	20	3,14
340	513,51	-57,56	20	3,14
341	506,05	-50,11	20	3,14

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	123

342	498,60	-37,50	20	3,14
343	498,60	-22,50	20	3,14
344	498,60	-7,50	20	3,14
345	476,39	-37,50	20	3,14
346	476,39	-22,50	20	3,14
347	476,39	-7,50	20	3,14
348	468,36	-81,31	20	3,14
349	473,48	-67,23	20	3,14
350	476,07	-52,48	20	3,14
351	439,91	-115,51	20	3,14
352	451,33	-105,81	20	3,14
353	460,92	-94,31	20	3,14
354	398,20	-130,97	20	3,14
355	412,93	-128,24	20	3,14
356	426,97	-123,05	20	3,14

**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	210000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

**Combinazioni**

*Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sforzo 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	26139,8900	22015,2500	-17111,9800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	14461,3500	1415,7200	7634,2600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	20234,3900	1911,2200	7634,2600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	25707,3200	11056,2700	-22628,7700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	25635,0500	23871,1600	-8220,8200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	14461,3500	1415,7200	7634,2600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	17668,1900	15648,4800	-11284,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	12492,0100	15648,4800	-11284,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	15856,5300	48858,2700	-11284,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	15856,5300	15648,4800	-37613,6800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	15856,5300	48858,2700	-11284,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	17668,1900	15648,4800	-11284,1000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	18470,1000	15305,7800	-9742,8300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	14667,6000	1415,7200	5089,5100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	14667,6000	1415,7200	5089,5100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	124

16	18171,7800	11150,4000	-12447,0500	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	18121,9400	16560,5000	-3959,3300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	14667,6000	1415,7200	5089,5100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	15080,1000	1415,7200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	15080,1000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	15080,1000	1415,7200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	15080,1000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	15080,1000	1415,7200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	15080,1000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	125

## Risultati analisi

### Caratteristiche asse neutro

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]  
 $\alpha$  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	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
13	426,82	6,38	(-6325,21; -916,49)	(3727,53; 206,69)
14	1901,34	-32,16	(-4987,54; 1335,80)	(59641,69; -39298,13)
15	1901,34	-32,16	(-4987,54; 1335,80)	(59641,69; -39298,13)
16	527,24	11,09	(-1798,86; -636,14)	(44762,90; 8494,48)
17	381,70	2,39	(-3082,89; -319,22)	(11997,70; 311,38)
18	1901,34	-32,16	(-4987,54; 1335,80)	(59641,69; -39298,13)
19	2028,55	0,11	(-187027,62; -2207,93)	(1067898,60; 175,00)
20	797715,78	-86,89	(1073751,40; -5073408,23)	(-505,00; 14717633,46)
21	2028,55	0,11	(-187027,62; -2207,93)	(1067898,60; 175,00)
22	797715,78	-86,89	(1073751,40; -5073408,23)	(-505,00; 14717633,46)
23	2028,55	0,11	(-187027,62; -2207,93)	(1067898,60; 175,00)
24	797715,78	-86,89	(1073751,40; -5073408,23)	(-505,00; 14717633,46)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione  
 $\sigma_{c-max}$  Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{c-min}$  Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-max}$  Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\sigma_{f-min}$  Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]  
 $\tau_c$  Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
13	2,583	0,000	0,000	38,239	-0,383
14	1,251	0,000	0,000	18,726	11,363
15	1,251	0,000	0,000	18,726	11,363
16	2,354	0,000	0,000	34,999	2,243
17	2,486	0,000	0,000	36,682	0,475
18	1,251	0,000	0,000	18,726	11,363
19	1,129	0,000	0,000	16,876	14,049
20	1,032	0,000	0,000	15,473	15,453
21	1,129	0,000	0,000	16,876	14,049
22	1,032	0,000	0,000	15,473	15,453
23	1,129	0,000	0,000	16,876	14,049
24	1,032	0,000	0,000	15,473	15,453

### 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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	126

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
174954,9466	-114530,9160	147348,6265	6,69
<u>245470,6024</u>	<u>-160692,6441</u>	22015,2500	9,39
<u>179688,0832</u>	-17111,9800	<u>151334,9166</u>	6,87
<u>272492,7869</u>	-17111,9800	22015,2500	10,42
26139,8900	<u>-297098,7724</u>	22015,2500	17,36
26139,8900	<u>-82336,9143</u>	<u>105929,7494</u>	4,81
26139,8900	-17111,9800	<u>107565,4407</u>	4,89

Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>252089,8266</u>	<u>133080,1951</u>	<u>24678,7893</u>	17,43
<u>254519,5480</u>	<u>134362,8641</u>	1415,7200	17,60
<u>269658,6019</u>	7634,2600	<u>26398,7163</u>	18,65
<u>285832,5403</u>	7634,2600	1415,7200	19,77
14461,3500	<u>260288,1836</u>	1415,7200	34,09
14461,3500	<u>241391,8233</u>	<u>44764,4214</u>	31,62
14461,3500	7634,2600	<u>90567,5952</u>	63,97

Combinazione n° 3

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>260560,4941</u>	<u>98307,2165</u>	<u>24610,9928</u>	12,88
<u>263588,4881</u>	<u>99449,6524</u>	1911,2200	13,03
<u>270260,1267</u>	7634,2600	<u>25527,1624</u>	13,36
<u>285753,9097</u>	7634,2600	1911,2200	14,12
20234,3900	<u>281519,3945</u>	1911,2200	36,88
20234,3900	<u>245134,8428</u>	<u>61368,9623</u>	32,11
20234,3900	7634,2600	<u>99055,9140</u>	51,83

Combinazione n° 4

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>209948,5181</u>	<u>-184806,3792</u>	<u>90295,1962</u>	8,17
<u>234501,2445</u>	<u>-206418,8226</u>	11056,2700	9,12
<u>220950,0619</u>	-22628,7700	<u>95026,7683</u>	8,59
<u>279554,6968</u>	-22628,7700	11056,2700	10,87
25707,3200	<u>-298929,8880</u>	11056,2700	13,21
25707,3200	<u>-193072,4542</u>	<u>94333,9467</u>	8,53
25707,3200	-22628,7700	<u>106874,9681</u>	9,67

Combinazione n° 5

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>171070,4088</u>	<u>-54860,0076</u>	<u>159299,4397</u>	6,67
<u>263768,7750</u>	<u>-84587,1423</u>	23871,1600	10,29
<u>172384,6216</u>	-8220,8200	<u>160523,2244</u>	6,72
<u>271383,3386</u>	-8220,8200	23871,1600	10,59
25635,0500	<u>-294675,0612</u>	23871,1600	35,84
25635,0500	<u>-36695,1280</u>	<u>106553,2724</u>	4,46
25635,0500	-8220,8200	<u>106914,0708</u>	4,48

Combinazione n° 6

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
<u>252089,8266</u>	<u>133080,1951</u>	<u>24678,7893</u>	17,43
<u>254519,5480</u>	<u>134362,8641</u>	1415,7200	17,60
<u>269658,6019</u>	7634,2600	<u>26398,7163</u>	18,65

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	127

<u>285832,5403</u>	7634,2600	1415,7200	19,77
14461,3500	<u>260288,1836</u>	1415,7200	34,09
14461,3500	<u>241391,8233</u>	<u>44764,4214</u>	31,62
14461,3500	7634,2600	<u>90567,5952</u>	63,97

Combinazione n° 7

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>171389,8922</u>	<u>-109461,1662</u>	<u>151797,7393</u>	9,70
<u>247154,5847</u>	<u>-157849,6184</u>	15648,4800	13,99
<u>176098,2345</u>	-11284,1000	<u>155967,8552</u>	9,97
<u>276955,1746</u>	-11284,1000	15648,4800	15,68
17668,1900	<u>-269930,2435</u>	15648,4800	23,92
17668,1900	<u>-67853,0771</u>	<u>94096,7840</u>	6,01
17668,1900	-11284,1000	<u>95286,6501</u>	6,09

Combinazione n° 8

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>138131,7563</u>	<u>-124775,1603</u>	<u>173034,7658</u>	11,06
<u>232918,2607</u>	<u>-210396,3210</u>	15648,4800	18,65
<u>147432,9031</u>	-11284,1000	<u>184686,1183</u>	11,80
<u>276955,1679</u>	-11284,1000	15648,4800	22,17
12492,0100	<u>-250407,0707</u>	15648,4800	22,19
12492,0100	<u>-62450,4935</u>	<u>86604,6293</u>	5,53
12492,0100	-11284,1000	<u>87640,9434</u>	5,60

Combinazione n° 9

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>42315,5651</u>	<u>-30113,3393</u>	<u>130385,7342</u>	2,67
<u>236310,3902</u>	<u>-168167,3149</u>	48858,2700	14,90
<u>42460,4098</u>	-11284,1000	<u>130832,0401</u>	2,68
<u>253936,0635</u>	-11284,1000	48858,2700	16,01
15856,5300	<u>-243158,5174</u>	48858,2700	21,55
15856,5300	<u>-21367,9392</u>	<u>92519,6112</u>	1,89
15856,5300	-11284,1000	<u>92620,0447</u>	1,90

Combinazione n° 10

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>120139,0341</u>	<u>-284984,8728</u>	<u>118562,7166</u>	7,58
<u>161261,3958</u>	<u>-382532,2778</u>	15648,4800	10,17
167148,4889	-37613,6800	<u>164955,3708</u>	10,54
<u>275507,8983</u>	-37613,6800	15648,4800	17,38
15856,5300	<u>-263245,3483</u>	15648,4800	7,00
15856,5300	<u>-190423,8503</u>	<u>79222,3418</u>	5,06
15856,5300	-37613,6800	<u>92239,4624</u>	5,89

Combinazione n° 11

<b>N<sub>u</sub></b>	<b>M<sub>Xu</sub></b>	<b>M<sub>Yu</sub></b>	<b>FS</b>
<u>42315,5651</u>	<u>-30113,3393</u>	<u>130385,7342</u>	2,67
<u>236310,3902</u>	<u>-168167,3149</u>	48858,2700	14,90
<u>42460,4098</u>	-11284,1000	<u>130832,0401</u>	2,68
<u>253936,0635</u>	-11284,1000	48858,2700	16,01
15856,5300	<u>-243158,5174</u>	48858,2700	21,55
15856,5300	<u>-21367,9392</u>	<u>92519,6112</u>	1,89
15856,5300	-11284,1000	<u>92620,0447</u>	1,90



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	128

Combinazione n° 12

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
171389,8922	-109461,1662	151797,7393	9,70
247154,5847	-157849,6184	15648,4800	13,99
176098,2345	-11284,1000	155967,8552	9,97
276955,1746	-11284,1000	15648,4800	15,68
17668,1900	-269930,2435	15648,4800	23,92
17668,1900	-67853,0771	94096,7840	6,01
17668,1900	-11284,1000	95286,6501	6,09

**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 [cmq]
$\epsilon$	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	-25468,3665	40010,2655	-132,709	-9,058	49692,37	0,0000	0	0,0000
14	65133,7995	18117,8979	-96,933	-6,557	29265,28	0,0000	0	0,0000
15	65133,7995	18117,8979	-96,933	-6,557	29265,28	0,0000	0	0,0000
16	-38469,1639	34461,7050	-111,446	-7,551	38977,96	0,0000	0	0,0000
17	-10882,7444	45518,7337	-161,434	-11,050	51961,60	0,0000	0	0,0000
18	65133,7995	18117,8979	-96,933	-6,557	29265,28	0,0000	0	0,0000
19	0,0000	46789,5460	-190,719	-13,058	53415,58	0,0000	0	0,0000
20	0,0000	0,0000	15,453	1,030	0,00	0,0000	0	0,0000
21	0,0000	46789,5460	-190,719	-13,058	53415,58	0,0000	0	0,0000
22	0,0000	0,0000	15,453	1,030	0,00	0,0000	0	0,0000
23	0,0000	46789,5460	-190,719	-13,058	53415,58	0,0000	0	0,0000
24	0,0000	0,0000	15,453	1,030	0,00	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 - SEZIONE1**

N	$M_x$	$M_y$	N	$M_{x,u}$	$M_{y,u}$	FS	Comb.
15856,53	-11284,10	48858,27	42315,57	-30113,34	130385,73	2.669	9
25707,32	-22628,77	11056,27	234501,24	-206418,82	11056,27	9.122	4
15856,53	-11284,10	48858,27	42460,41	-11284,10	130832,04	2.678	9
26139,89	-17111,98	22015,25	272492,79	-17111,98	22015,25	10.424	1
15856,53	-37613,68	15648,48	15856,53	-263245,35	15648,48	6.999	10
15856,53	-11284,10	48858,27	15856,53	-21367,94	92519,61	1.894	9
15856,53	-11284,10	48858,27	15856,53	-11284,10	92620,04	1.896	9

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	129

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 - SEZIONE1**

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,129	13,280	0,933	3,099	14,049	16,876	450,000	19
SLER	2,583	18,260	-0,059	3,099	-0,383	38,239	337,500	13

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 - SEZIONE1**

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-190,719	-13,058	5238,362	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-132,709	-9,058	4873,234	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	130

### 11.4.2 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.

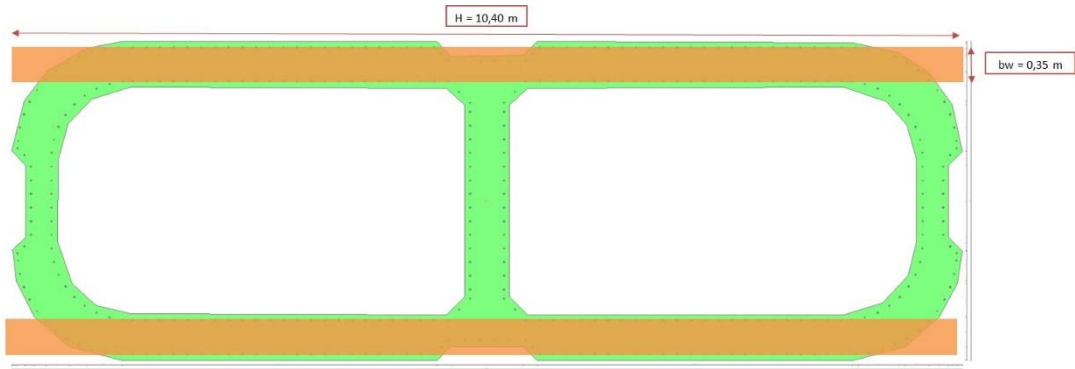
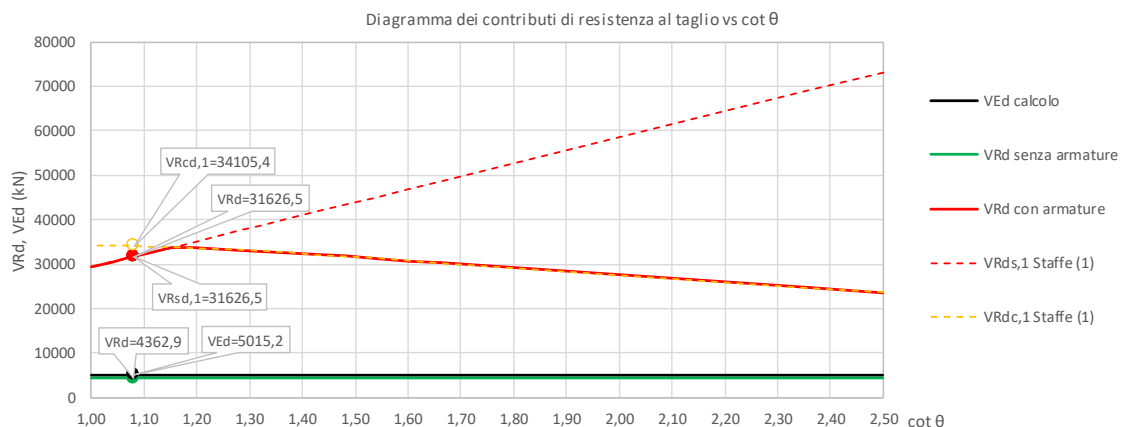


Figura 29 – Sezione considerata per la verifica a taglio trasversale

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	10,34	42,80	1,00	5015,2	37613,7	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)		
			175,93	0,15	1,14	0,24%	0,25	2,19	1,12	4362,9	114,9%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)												
			$f_{ywd}$	$n_b$	$\emptyset$	$A_{sw}$	$\alpha$	$s$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rd}$	$V_{Rd}$
			(MPa)		(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
			391,3	4,0	16	8,04	90	0,10	31626,5	34105,4	31626,5	31626,5
Staffe / Pioli (1)												15,9% VERIFICA OK



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	131

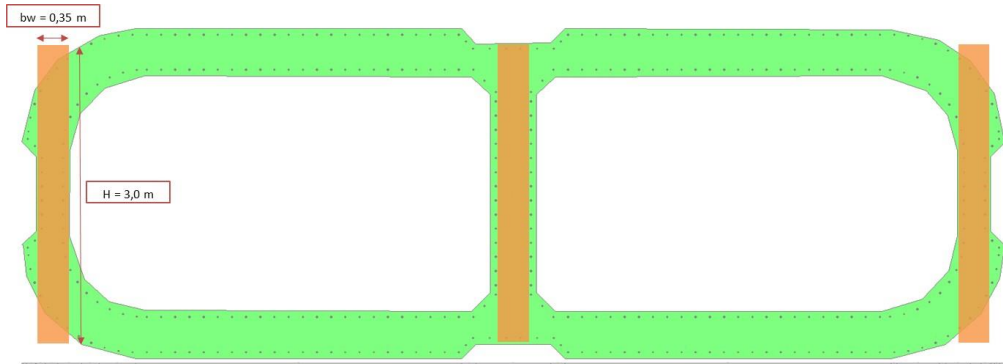
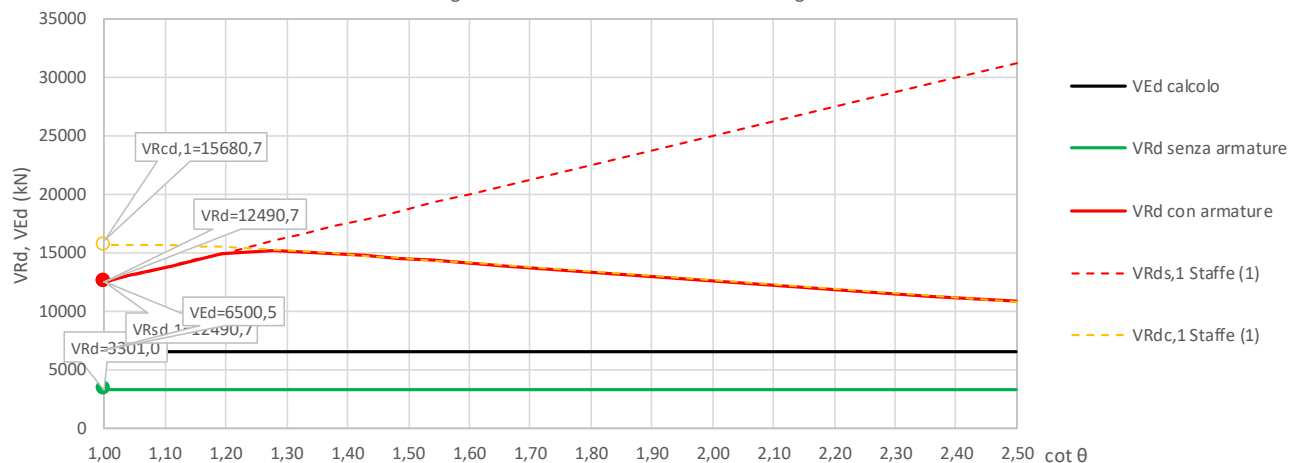


Figura 30 – Sezione considerata per la verifica a taglio longitudinale

NOME: SLV LONG			CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1			
DATI SEZIONE			AZIONI CALCOLO				CALCESTRUZZO						
$b_w$	$d$	$\theta \cot \theta$	$N_{Ed}$	$V_{Ed}$	$M_{Ed}$	$f_{ck}$	$f_{cd}$	$\gamma_c$					
(m)	(m)	(°)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)						
1,05	2,94	45,00	-15856,5	6500,5	48858,3	33,20	18,81	1,50					
			$1,00 \leq \cot \theta \leq 2,50$										
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)			
			345,58	0,15	1,26	1,12%	0,29	3,76	1,20	3301,0	196,9%	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	12490,7	15680,7	12490,7	12490,7	52,0% VERIFICA OK

Diagramma dei contributi di resistenza al taglio vs cot  $\theta$

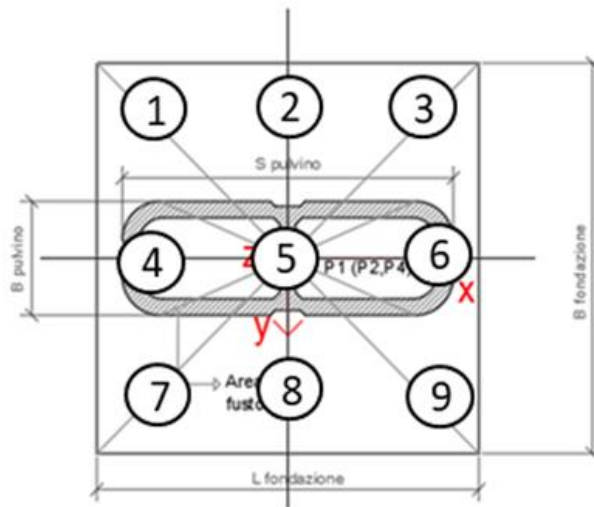


VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	132

### 11.5 VERIFICA PLINTO DI 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.



Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata									Hmax, singolo palo
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	N [kN]
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	SLU7	3232	4001	4770	4317	5086	5855	5402	6171	6940	324
Nvert Min	SLU22	2670	3018	3366	2739	3087	3435	2808	3155	3503	80
Vtrasv Max	SLU24	3600	3002	2404	4378	3780	3181	5155	4557	3959	207
Vtrasv Min	SLU2	3394	3742	4089	3462	3810	4158	3531	3879	4227	80
Mtrasv Max	SLU4	3878	4226	4573	3970	4318	4666	4063	4411	4759	82
Mtrasv Min	SLU6	5497	4479	3461	6046	5028	4010	6595	5577	4559	206
Vlong Max	SLU7	4770	4001	3232	5855	5086	4317	6940	6171	5402	324
Vlong Min	SLU22	2670	3018	3366	2739	3087	3435	2808	3155	3503	80
Mlong Max	SLU9	4249	3875	3501	5399	5025	4651	6549	6175	5801	276
Mlong Min	SLU22	2670	3018	3366	2739	3087	3435	2808	3155	3503	80
Mtorc Max	SLU7	4770	4001	3232	5855	5086	4317	6940	6171	5402	324
Mtorc Min	SLU24	3600	3002	2404	4378	3780	3181	5155	4557	3959	207
Nvert Max	SLV5	3380	2684	1988	4314	3618	2921	5247	4551	3855	487
Nvert Min	SLV72	2456	1760	1064	3390	2694	1997	4324	3627	2931	487
Vtrasv Max	SLV15	4681	2360	40	5615	3294	974	6549	4228	1907	1092
Vtrasv Min	SLV72	2456	1760	1064	3390	2694	1997	4324	3627	2931	487
Mtrasv Max	SLV25	1054	358	-338	3990	3294	2598	6927	6230	5534	1246
Mtrasv Min	SLV15	4681	2360	40	5615	3294	974	6549	4228	1907	1092
Vlong Max	SLV25	1054	358	-338	3990	3294	2598	6927	6230	5534	1246
Vlong Min	SLV71	2799	2103	1407	3733	3037	2341	4667	3971	3275	487
Mlong Max	SLV25	1054	358	-338	3990	3294	2598	6927	6230	5534	1246
Mlong Min	SLV71	2799	2103	1407	3733	3037	2341	4667	3971	3275	487
Mtorc Max	SLV71	2799	2103	1407	3733	3037	2341	4667	3971	3275	487
Mtorc Min	SLV72	2456	1760	1064	3390	2694	1997	4324	3627	2931	487

SLU	5497	4479	4770		6940	6175	6940	324
SLV	4681	2684	1988		6927	6230	5534	1246

Tabella 47 – ENV SLU, SLV - Azioni normali sulla palificata

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	133

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
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
Nvert Max	RA1	2418	2855	3291	3173	3609	4045	3928	4364	4800	221
Nvert Min	RA10	3273	3041	2809	3342	3110	2878	3410	3178	2946	56
Vtrasv Max	RA3	2462	2868	3275	3171	3578	3984	3881	4288	4694	183
Vtrasv Min	RA2	3273	3041	2809	3342	3110	2878	3410	3178	2946	56
Mtrasv Max	RA2	3273	3041	2809	3342	3110	2878	3410	3178	2946	56
Mtrasv Min	RA6	2460	3018	3576	3011	3569	4128	3562	4120	4679	170
Vlong Max	RA1	2418	2855	3291	3173	3609	4045	3928	4364	4800	221
Vlong Min	RA2	3273	3041	2809	3342	3110	2878	3410	3178	2946	56
Mlong Max	RA9	2590	2769	2948	3388	3567	3746	4186	4365	4544	187
Mlong Min	RA2	3273	3041	2809	3342	3110	2878	3410	3178	2946	56
Mtorc Max	RA1	2418	2855	3291	3173	3609	4045	3928	4364	4800	221
Mtorc Min	RA12	2656	2880	3103	3348	3571	3795	4039	4263	4486	160
Nvert Max	QP1	3087	3087	3087	3156	3156	3156	3224	3224	3224	19
Nvert Min	QP12	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	0
Vtrasv Max	QP1	3087	3087	3087	3156	3156	3156	3224	3224	3224	19
Vtrasv Min	QP12	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	0
Mtrasv Max	QP1	3087	3087	3087	3156	3156	3156	3224	3224	3224	19
Mtrasv Min	QP12	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	0
Vlong Max	QP1	3087	3087	3087	3156	3156	3156	3224	3224	3224	19
Vlong Min	QP12	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	0
Mlong Max	QP1	3087	3087	3087	3156	3156	3156	3224	3224	3224	19
Mlong Min	QP12	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	0
Mtorc Max	QP1	3087	3087	3087	3156	3156	3156	3224	3224	3224	19
Mtorc Min	QP12	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	3156	0

<b>SLE RA</b>	<b>3273</b>	<b>3041</b>	<b>3576</b>		<b>4186</b>	<b>4365</b>	<b>4800</b>	<b>221</b>
<b>SLE QP</b>	<b>3156</b>	<b>3156</b>	<b>3156</b>		<b>3224</b>	<b>3224</b>	<b>3224</b>	<b>19</b>

*Tabella 48 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni normali sulla palificata*

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	134

### 11.5.1 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 rinterro del plinto (valutati a favore di sicurezza con coefficiente 1.35 e 1.50).

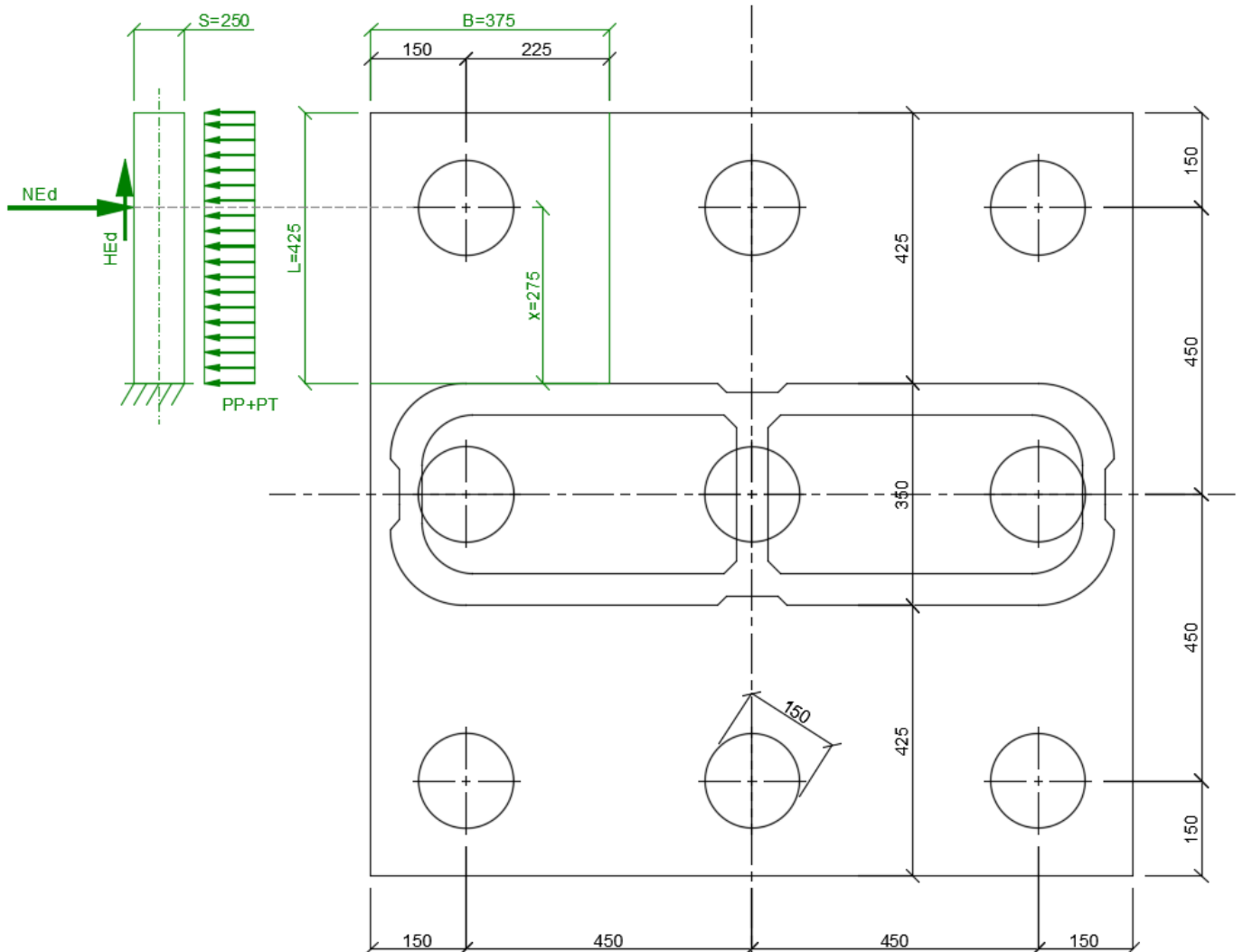
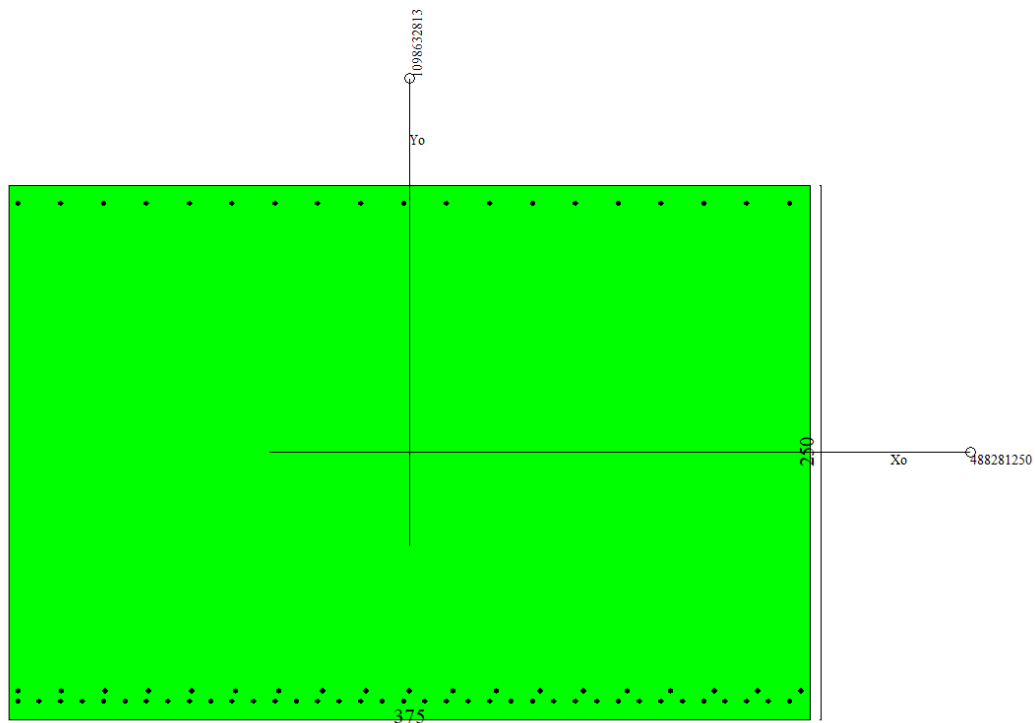


Figura 31 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	135

NOME: PALO 7		CALCOLO MOMENTI PLINTO					
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)		
1,50	3,75	2,50	234,4	112,5	4,25		
Palo 7	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP	
		2,75	N <sub>Ed</sub> (kN)	6940	6927	4800	3224
			H <sub>Ed</sub> (kN)	324	1246	221	19
			M <sub>Ed</sub> (kNm)	15108	17474	10343	5758



## Dati

**Nome sezione:** PILE CAP H=7.5m

Tipo sezione: Rettangolare  
Base: 375,0 [cm]  
Altezza: 250,0 [cm]

### Caratteristiche geometriche

Area sezione: 93750,00 [cmq]  
Inerzia in direzione X: 1098632812,5 [cm<sup>4</sup>]  
Inerzia in direzione Y: 488281250,0 [cm<sup>4</sup>]  
Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm<sup>4</sup>]  
Ascissa baricentro sezione: X<sub>G</sub> = 187,50 [cm]  
Ordinata baricentro sezione: Y<sub>G</sub> = 125,00 [cm]



**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	136

**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]

∅ Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	∅
1	365,45	241,40	26	5,31
2	345,38	241,40	26	5,31
3	325,32	241,40	26	5,31
4	305,25	241,40	26	5,31
5	285,19	241,40	26	5,31
6	265,13	241,40	26	5,31
7	245,06	241,40	26	5,31
8	225,00	241,40	26	5,31
9	204,94	241,40	26	5,31
10	184,87	241,40	26	5,31
11	164,81	241,40	26	5,31
12	144,75	241,40	26	5,31
13	124,68	241,40	26	5,31
14	104,62	241,40	26	5,31
15	84,55	241,40	26	5,31
16	64,49	241,40	26	5,31
17	44,43	241,40	26	5,31
18	24,36	241,40	26	5,31
19	4,30	241,40	26	5,31
20	4,30	8,60	26	5,31
21	14,33	8,60	26	5,31
22	24,36	8,60	26	5,31
23	34,40	8,60	26	5,31
24	44,43	8,60	26	5,31
25	54,46	8,60	26	5,31
26	64,49	8,60	26	5,31
27	74,52	8,60	26	5,31
28	84,55	8,60	26	5,31
29	94,59	8,60	26	5,31
30	104,62	8,60	26	5,31
31	114,65	8,60	26	5,31
32	124,68	8,60	26	5,31
33	134,71	8,60	26	5,31
34	144,75	8,60	26	5,31
35	154,78	8,60	26	5,31
36	164,81	8,60	26	5,31
37	174,84	8,60	26	5,31
38	184,87	8,60	26	5,31
39	194,90	8,60	26	5,31
40	204,94	8,60	26	5,31
41	214,97	8,60	26	5,31
42	225,00	8,60	26	5,31
43	235,03	8,60	26	5,31
44	245,06	8,60	26	5,31
45	255,10	8,60	26	5,31
46	265,13	8,60	26	5,31
47	275,16	8,60	26	5,31

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	137

48	285,19	8,60	26	5,31
49	295,22	8,60	26	5,31
50	305,25	8,60	26	5,31
51	315,29	8,60	26	5,31
52	325,32	8,60	26	5,31
53	335,35	8,60	26	5,31
54	345,38	8,60	26	5,31
55	355,41	8,60	26	5,31
56	365,45	8,60	26	5,31
57	4,30	13,30	26	5,31
58	24,66	13,30	26	5,31
59	45,01	13,30	26	5,31
60	65,37	13,30	26	5,31
61	85,72	13,30	26	5,31
62	106,08	13,30	26	5,31
63	126,43	13,30	26	5,31
64	146,79	13,30	26	5,31
65	167,14	13,30	26	5,31
66	187,50	13,30	26	5,31
67	207,86	13,30	26	5,31
68	228,21	13,30	26	5,31
69	248,57	13,30	26	5,31
70	268,92	13,30	26	5,31
71	289,28	13,30	26	5,31
72	309,63	13,30	26	5,31
73	329,99	13,30	26	5,31
74	350,34	13,30	26	5,31
75	370,70	13,30	26	5,31

**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**

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	210000,000	[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)

<b>N°</b>	<b>N</b>	<b>M<sub>y</sub></b>	<b>M<sub>x</sub></b>	<b>M<sub>t</sub></b>	<b>T<sub>y</sub></b>	<b>T<sub>x</sub></b>	<b>VD</b>	<b>VT</b>
1	0,0000	15107,7600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	17473,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B

3	0,0000	10342,9000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	5758,0700	0,0000	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]
$\alpha$	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	$\alpha$	(xi; yi)	(xf; yf)
3	62,35	0,20	(-54397,26; 0,00)	(18074,65; 250,00)
4	62,35	0,20	(-54397,26; 0,00)	(18074,65; 250,00)

### Risultati tensionali

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
$\sigma_{c-max}$	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{c-min}$	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
$\sigma_{f-max}$	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
$\sigma_{f-min}$	Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	$\sigma_{c-max}$	$\sigma_{c-min}$	$\tau_c$	$\sigma_{f-max}$	$\sigma_{f-min}$
3	3,683	0,000	0,000	47,607	-159,744
4	2,050	0,000	0,000	26,503	-88,932

### Sollecitazioni ultime

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
$N_u$	Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
$M_{Xu}$	Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
$M_{Yu}$	Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
0,0000	0,0000	<u>26642,5316</u>	1,76

#### Combinazione n° 2

$N_u$	$M_{Xu}$	$M_{Yu}$	FS
0,0000	0,0000	<u>26642,5316</u>	1,52

### 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 [°]
$S_{fm}$	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**

**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	139

N°	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	σ <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	A <sub>eff</sub>	ε	S <sub>rm</sub>	w
3	0,0000	8414,0595	-129,954	-9,078	11137,78	0,0509	227	0,1961
4	0,0000	8414,0595	-129,954	-9,078	11137,78	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° 1 - PILE CAP H=7.5m**

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,050	9,960	-6,213	2,558	-88,932	26,503	450,000	4
SLER	3,683	13,695	-11,160	2,558	-159,744	47,607	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° 1 - PILE CAP H=7.5m**

TC	sf	sc	A <sub>eff</sub>	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-129,954	-9,078	1092,260	0,0000	0,000	0,000	0,300	4
SLER	-129,954	-9,078	1092,260	0,0509	226,629	0,196	0,300	3

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	140

### 11.5.2 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  $V_{Ed} = 6939.9$  kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

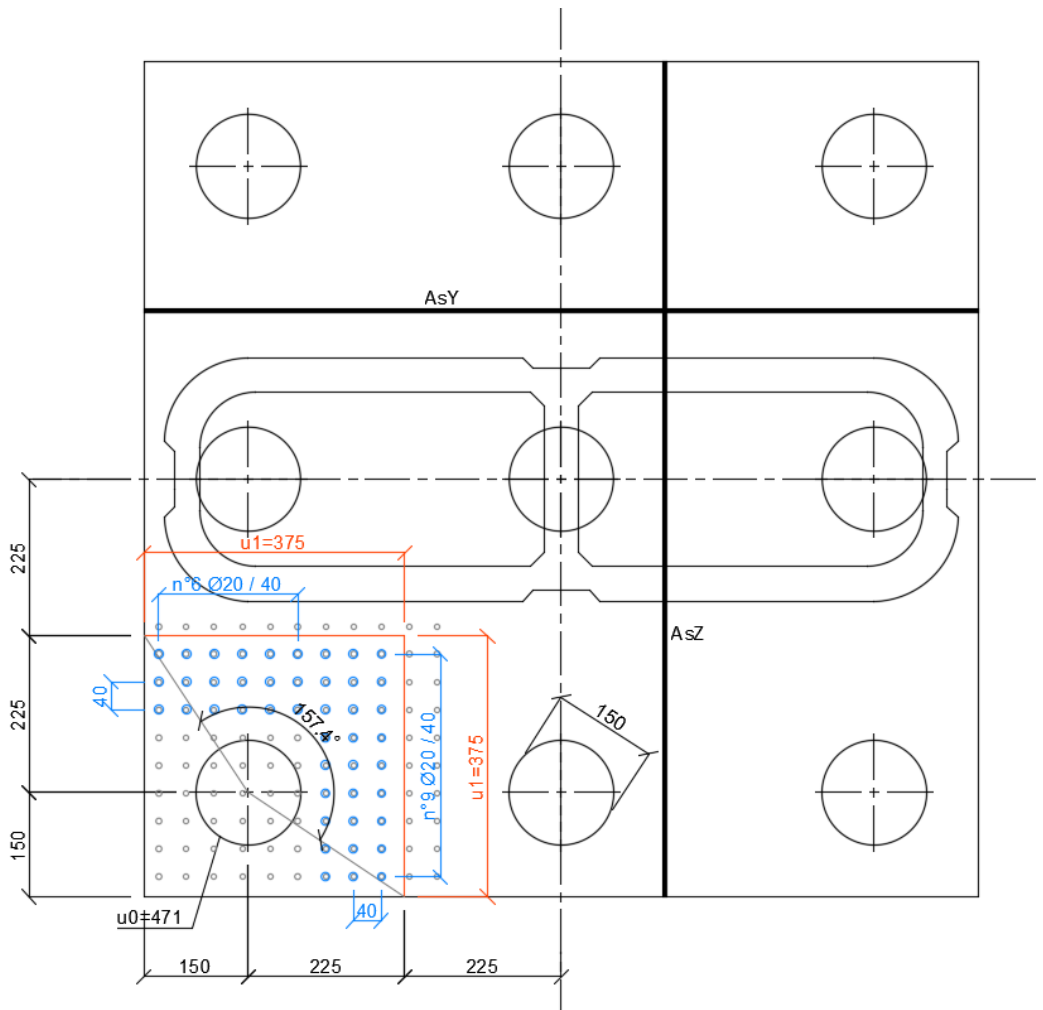


Figura 32 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	141

NOME: PILA CAP H=7.5m		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	79,60	0,33%	0,0	0,00	6939,9	1,50	24,90	14,11	1,50		
direzione Z	2,39	2,39	15,70	0,07%	0,0	0,00							
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)													
Verifiche a taglio-punzonamento 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	0,92	3,81	24,2%		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	0,15%	0,26	0,00	0,58	0,62	93,4%		VERIFICA OK	
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 0,75d da bordo pilastro		7,01	2,55		
(*) Staffe / Pioli: 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,=1,5d esteso a u <sub>1</sub>													

Non si è reso necessario l'inserimento di armatura trasversale per questa sezione.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI <b>HY</b> pro	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

## 11.6 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).

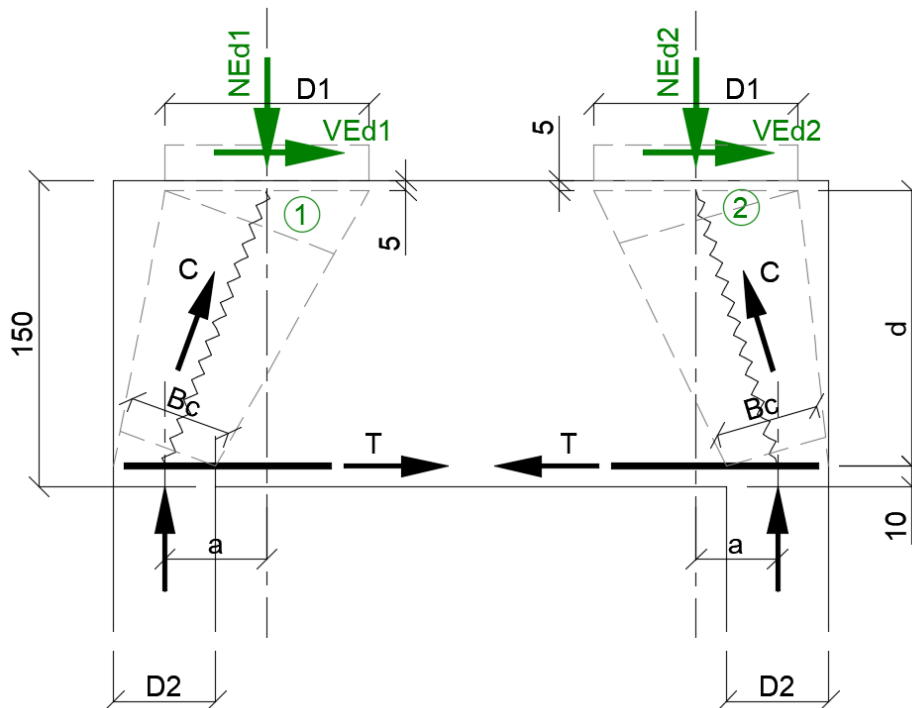


Figura 33 – Schema delle verifiche locali per il pulvino di testa pila

Nel caso in oggetto si è considerato il punto 1 come appoggio (F), dove si ipotizzano contemporaneamente le massime azioni orizzontali longitudinali e verticali, e il punto 2 come appoggio (UL).

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  $FS = 67.1 + 7.3 = 74.4\% < 100\%$

Calcestruzzo compresso  $FS = 8.6 + 8.6 = 17.2\% < 100\%$

### Condizioni SLU

Armatura tesa  $FS = 20.9 + 18.1 = 39.0\% < 100\%$

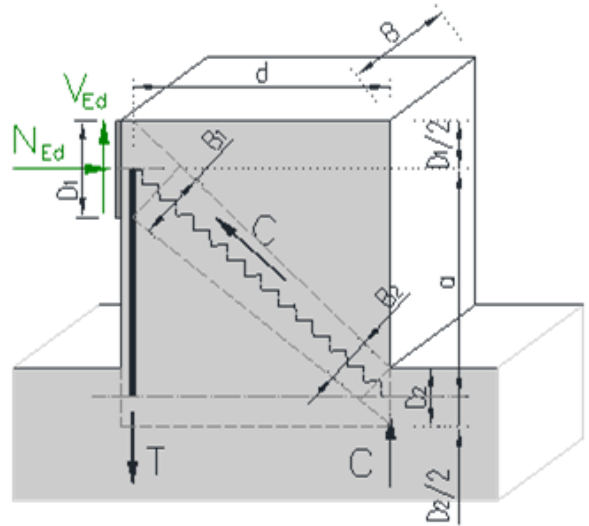
Calcestruzzo compresso  $FS = 19.3 + 21.2 = 40.5\% < 100\%$

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

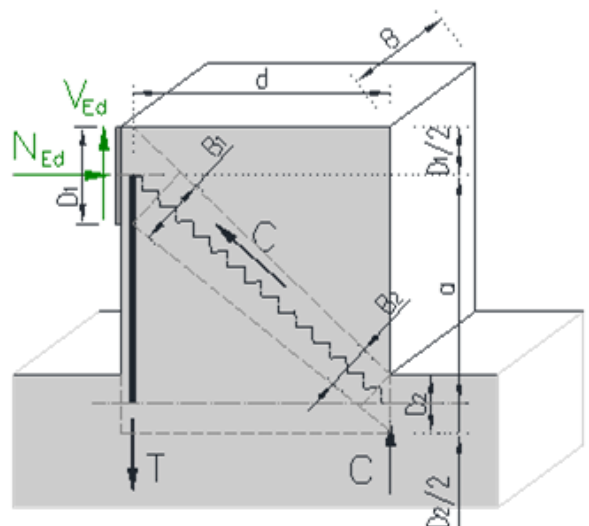
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	143

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)	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)	4100,0		
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)	4600,0								
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	17512 (15Ø26/10)								
σ <sub>s</sub> (MPa)	262,68							<b>σ<sub>Ed</sub>/f<sub>yd</sub></b> <b>67,1% 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></b> <b>8,6% 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></b> <b>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></b> <b>8,6% VERIFICA OK</b>	

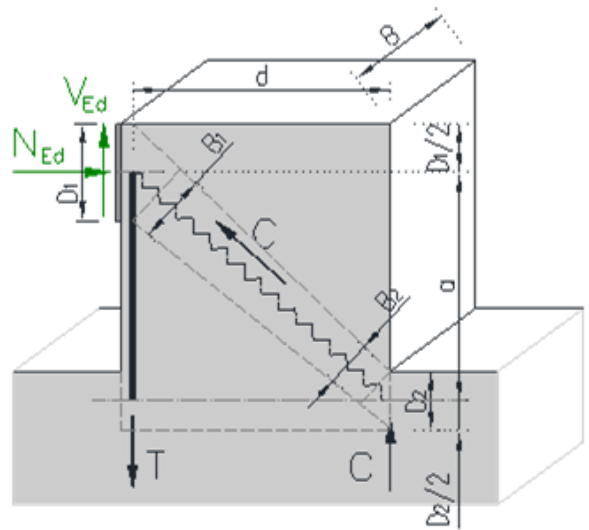




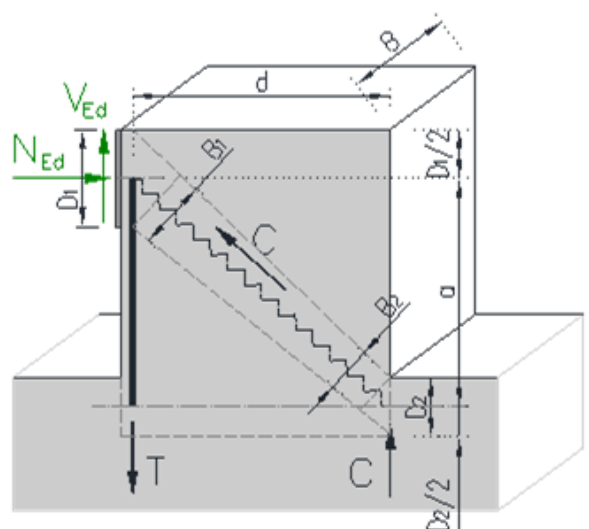
**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	144

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)	3050,0
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)	300,0
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)	1429,6						
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	17512 (15Ø26/10)						
σ <sub>s</sub> (MPa)	81,64						
						<b>σ<sub>Ed</sub>/f<sub>yd</sub></b>	
						<b>20,9% 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)	3252,5						
B <sub>1</sub> (m)	0,94						
B <sub>2</sub> (m)	0,47						
σ <sub>c</sub> (MPa)	3,15						
						<b>σ<sub>Ed</sub>/σ<sub>Rd,max</sub></b>	
						<b>19,3% 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						
						<b>σ<sub>Ed</sub>/f<sub>yd</sub></b>	
						<b>18,1% 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						
						<b>σ<sub>Ed</sub>/σ<sub>Rd,max</sub></b>	
						<b>21,2% VERIFICA OK</b>	



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	145

## 12. VERIFICHE LOCALI

### 12.1 BAGGIOLI

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 cerchiati 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).

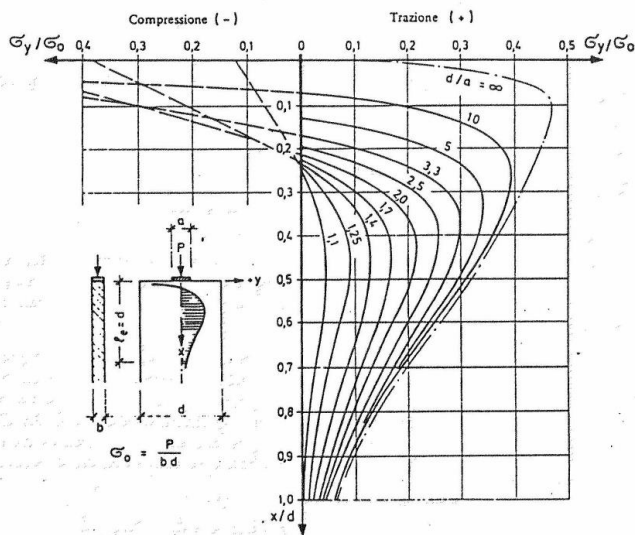


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali  $\sigma_y$ , riferite a  $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$ , lungo l'asse x per condizioni diverse  $d/a$  (40)

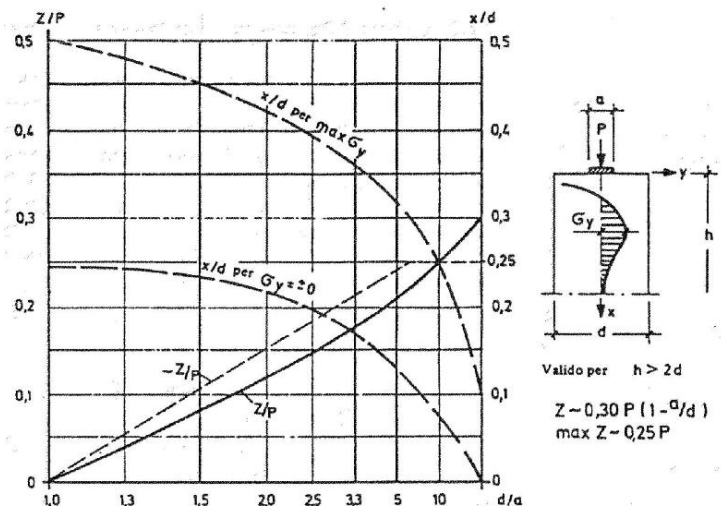


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale  $\max \sigma_y$  e distanza del punto con  $\sigma_y = 0$  dal bordo caricato in lastre con  $h > 2d$  (40)

Figura 34 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	146

NOME: <b>BAGGIOLO TIPO</b>		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)	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	$\alpha_{cc}$	0,85			
		$a_y$ (m)	0,800	$a'_y$ (m)	0,750					
	Altezza (m)	Posiz. (b) (0,3b(1+a/b))	$T_{Ed}$ (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona da (m)	Posizione zona a (m)	Posizione zona da (m)	Posizione zona a (m)	$b/a'$	
Direz. X	1,50	0,69	0,90	Region II (0,6b)	Region I (grafico) 0,22	Region II 1,12	Region I 0,00	Region II 0,22	2,00	
Direz. Y	1,50	0,69	0,90	Region II (0,6b)	Region I (grafico) 0,23	Region II 1,13	Region I 0,00	Region II 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> )	3x6Ø12	20,35	$T_{Rd}$ (kN)	796,2	$T_{Ed}$ (kN)	667,5	$T_{Ed}/T_{Rd}$	83,8% VERIFICA OK	
Direz. Y	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	3x6Ø12	20,35	$T_{Rd}$ (kN)	796,2	$T_{Ed}$ (kN)	667,5	$T_{Ed}/T_{Rd}$	83,8% VERIFICA OK	
VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)										
Direz. X	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	2x2Ø12	4,52	$\sigma_1$ (MPa)	0,12	$\alpha$	0,00	$\sigma_2$ (MPa)	0,00	
Direz. Y	$A_{sh}$ (cm <sup>2</sup> )	2x2Ø12	4,52	$\sigma_1$ (MPa)	0,12	$\alpha$	0,00	$\sigma_2$ (MPa)	0,00	
	$v$	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)				$i_{ck,c}$ (MPa)	33,2	$i_{cd,c}$ (MPa)	18,8
	$C_{Ed}$ (kN)	890,0	$(C_{Ed}=v^2 N_{Ed})$				$\sigma_{Ed}$ (MPa)	10,8	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	57,3% VERIFICA OK
									54,8% VERIFICA OK	
(stress compressione $\sigma_{Ed}$ con distribuzione approssimata triangolare)										
VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)										
$V_{Ed,x}$ (kN)	4100,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	1350,0	$\mu$	0,60					
$V_{Ed,y}$ (kN)	2850,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	2,40	$\beta_{fctd}$ (MPa)	0,00					
$V_{Ed}$ (kN)	4993,2	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> )	150,72	4x12Ø20				
	$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{ed}) < 0.25 f_{cd}$	$T_{Rd}$ (MPa)	3,01	$T_{Ed}$ (MPa)	2,22	$T_{Ed}/T_{Rd}$	73,7% VERIFICA OK			

Figura 35 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

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>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</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:*

$\Delta\sigma_{c,max} = 60 \text{ N/mm}^2$  (per la compressione)

$\Delta\sigma_{t,max} = 70 \text{ N/mm}^2$  (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  $\gamma_{oi}=1,0$  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.”*

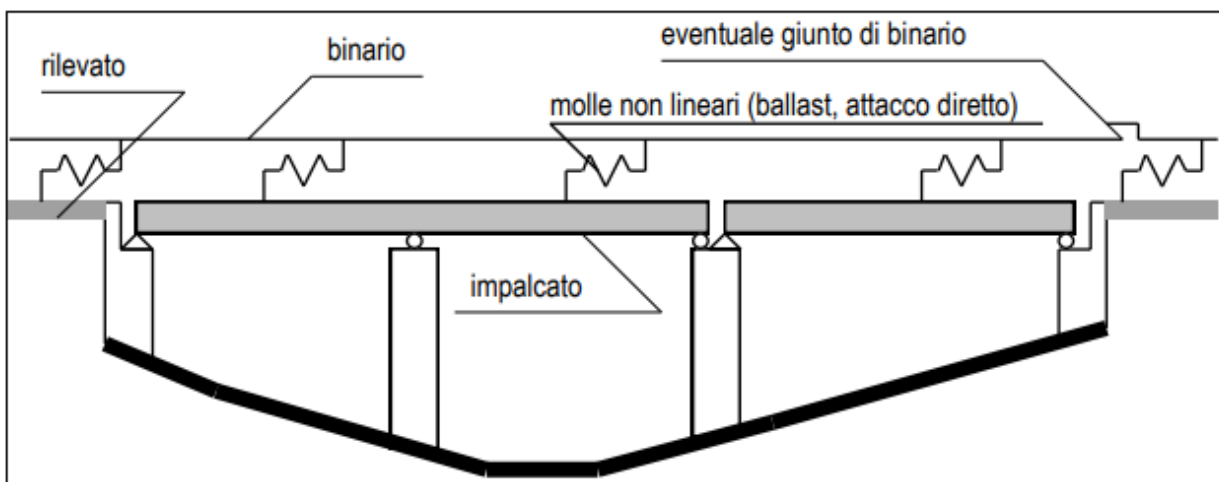


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 36 – 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:*

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	148

- 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 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.”

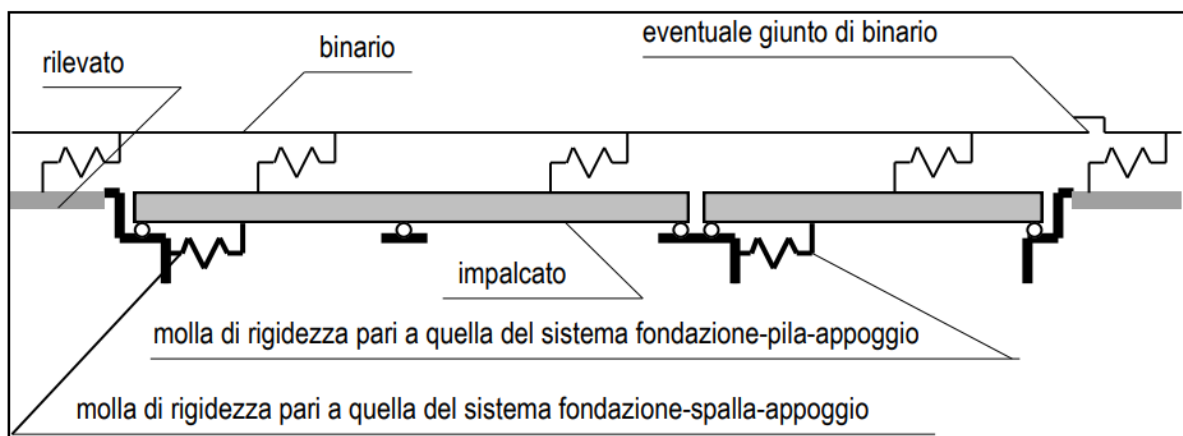


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

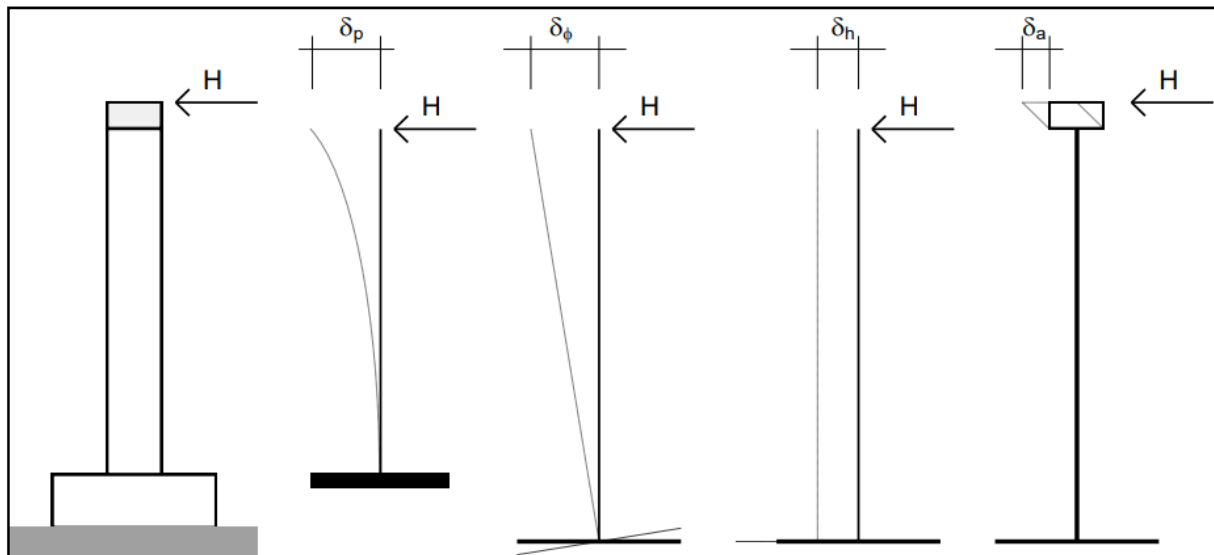


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 37 – 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.

VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:

Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	149

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
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)				
$Q_{3,f}$ (kN)	875,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2		
$Q_{3,a}$ (kN)	907,5	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2		
H (kN)	1782,5	Massima azione applicata all'appoggio		
$I_L$ (m <sup>4</sup> )	22,60	Inerzia longitudinale elevazione		
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione		
$H_{elev}$ (m)	7,50	Altezza elevazione		
K (kN/m)	5359073	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$		
$\delta_p$ (mm)	0,3	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)	
$\delta_\varphi$ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	$\varphi$ (rad)	0,00001
$\delta_h$ (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazione fondazione	$s_h$ (mm)	1,0
$\delta_a$ (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi		
$\Sigma \delta_i$ (mm)	2,3	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.

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	150

### 12.3 RITEGNI

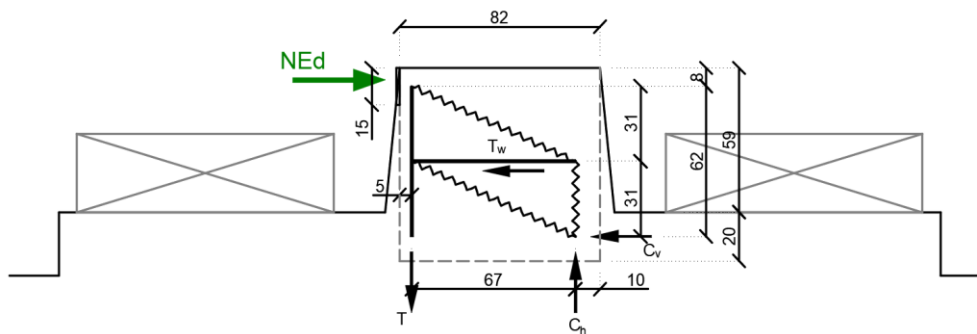
Si verificano i ritegni trasversali e longitudinali alle massime azioni sismiche SLV secondo il modello teorico locale a tirante – puntone, come previsto in ENV 1992 e CEB-FIP Model Code 90.

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

##### 12.3.1.1 Ritegni trasversali

Si considera l'azione  $N_{Ed}=1.10 \cdot 2850 = 3135$  kN, un'armatura al corrente teso verticale di  $1\varnothing 26/10$  e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci  $1\varnothing 20/10/20$  ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.



VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:  
Relazione di calcolo pila CAP

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	05	05	001	B	151

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)	3135,0
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)	1976,9						
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	7960 (1x1Ø26/10)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	63,5%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>s</sub> (MPa)	248,36						
T <sub>w</sub> =T <sub>2</sub> (kN)	3135,0						
A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	15072 (1Ø20/10/20)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	53,2%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>sw</sub> (MPa)	208,00						
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	23550 (1Ø20/10/20)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	52,7				
σ <sub>1</sub> (MPa)	6,14	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	29,9				
α	1,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	25,90				
σ <sub>2</sub> (MPa)	6,14						
- Puntoni compressi							
C <sub>1</sub> (kN)	3474,2			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	66,1%	<b>VERIFICA OK</b>	
B <sub>1</sub> (m)	0,14						
σ <sub>c1</sub> (MPa)	17,11						
C=C <sub>2</sub> (kN)	3474,2			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	19,3%	<b>VERIFICA OK</b>	
B <sub>2</sub> (m)	0,46						
σ <sub>c2</sub> (MPa)	4,99						

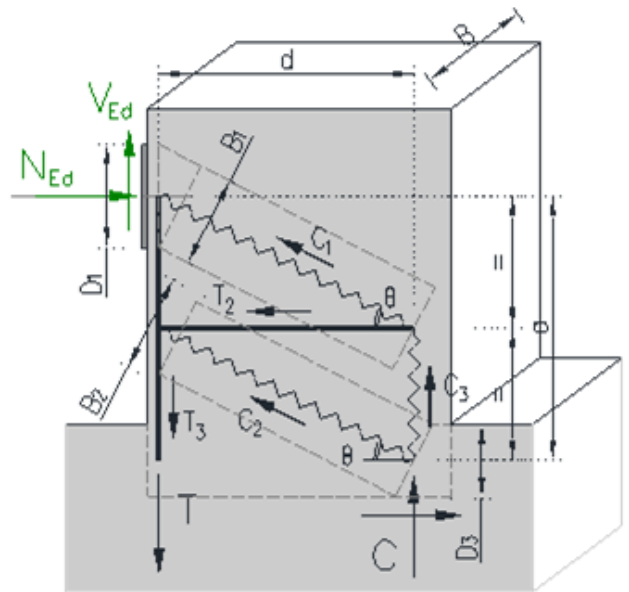
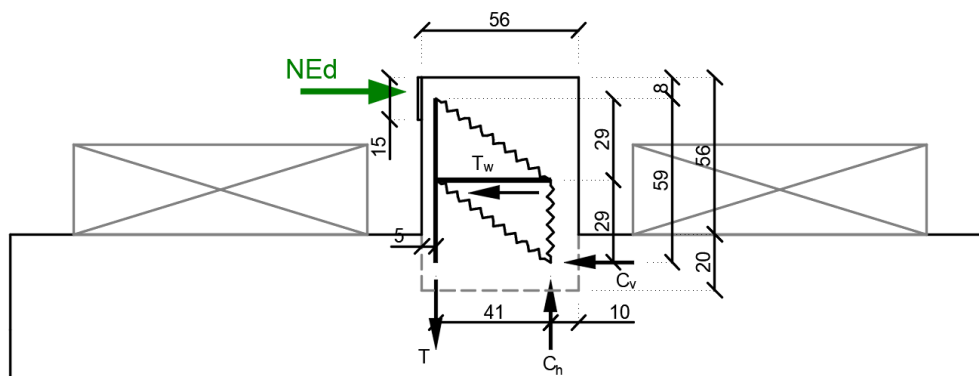


Figura 38 – Schema delle verifiche locali del ritegno trasversale

### 12.3.1.2 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione  $N_{Ed}=1.10 \cdot 4100 = 4510$  kN, un'armatura al corrente teso verticale di  $2 \times 1\text{Ø}26/15$  e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci  $1\text{Ø}20/10/10$  ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.





**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	152

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)	0,15	B (m)	1,80	f <sub>yd</sub> (MPa)	391,3	N <sub>Ed</sub> (kN)	4510,0
D <sub>3</sub> (m)	0,20	θ (rad)	0,324 (18,6°)	f <sub>ck</sub> (MPa)	33,20	V <sub>Ed</sub> (kN)	0,0
a (m)	0,41			α <sub>cc</sub>	0,85		
d (m)	0,61			v	0,87		
<b>VERIFICA ARMATURA</b>							
- Tiranti tesi							
T=T <sub>3</sub> (kN)	3242,2						
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	12736 (2x1Ø26/15)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	65,1%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>s</sub> (MPa)	254,57						
T <sub>w</sub> =T <sub>2</sub> (kN)	4510,0						
A <sub>sw</sub> (mm <sup>2</sup> )	23173 (1Ø20/10/10)			σ <sub>Ed</sub> /f <sub>yd</sub>	49,7%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>sw</sub> (MPa)	194,62						
<b>VERIFICA CALCESTRUZZO</b>							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A <sub>sh</sub> (mm <sup>2</sup> )	28260 (1Ø20/10/20)	f <sub>ck,c</sub> (MPa)	52,7				
σ <sub>1</sub> (MPa)	6,14	f <sub>cd,c</sub> (MPa)	29,9				
α	1,00	σ <sub>Rd,max</sub> (MPa)	25,90				
σ <sub>2</sub> (MPa)	6,14						
- Puntoni compressi							
C <sub>1</sub> (kN)	4757,9						
B <sub>1</sub> (m)	0,14			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	71,8%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>c1</sub> (MPa)	18,59						
C=C <sub>2</sub> (kN)	4757,9						
B <sub>2</sub> (m)	0,63			σ <sub>Ed</sub> /σ <sub>Rd,max</sub>	16,3%	<b>VERIFICA OK</b>	
σ <sub>c2</sub> (MPa)	4,21						

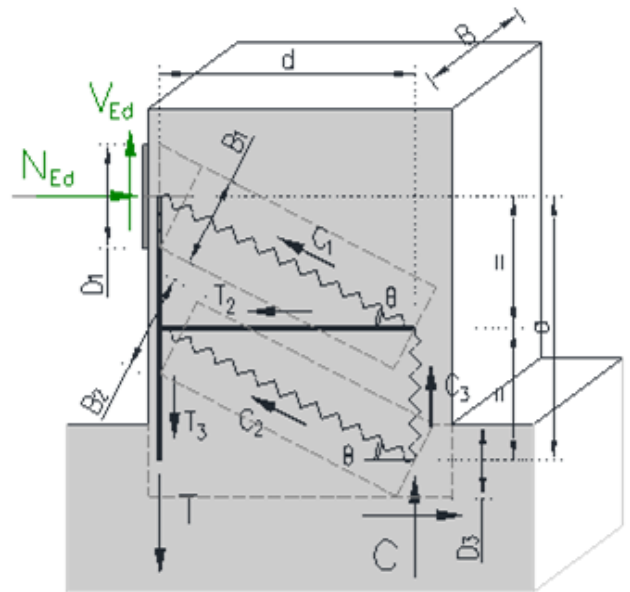


Figura 39 – Schema delle verifiche locali del ritegni longitudinale

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</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 05 05</b>			PROGR <b>001</b>

### 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> )
PILA CAP H=7.5m	140	180	130	350	450

**VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:**  
**Relazione di calcolo pila CAP**

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>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	154

## 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 CAP L=25 m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più sollecitata in condizione sismica, nel caso del viadotto in esame quella di altezza massima H=7.50 m.

Tale assunzione risulta a favore di sicurezza anche per le spalle.

Massa efficace longitudinale (kg)	1288603	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	687982	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	687982	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	7822	
Forza sismica trasversale (kN)	2831	
Forza sismica verticale (kN)	1181	
Spettro elastico longitudinale $S_e(T)$ (g)	0,6187	(vedi calcolo pila CAP H=7.5m)
Spettro elastico trasversale $S_e(T)$ (g)	0,4194	
Spettro elastico verticale $S_v(T)$ (g)	0,1750	

IMPALCATO CAP L=25m									
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
<b>SLU PERM</b>									
<b>Max (kN)</b>	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2750
<b>Min (kN)</b>	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2750
<b>SLU</b>									
<b>Max (kN)</b>	±300	±350	+3050	±0	±650	+3350	±0	±0	+4450
<b>Min (kN)</b>	-±850	-±50	+950	±0	-±100	+950	±0	±0	+1550
<b>SLV</b>									
<b>Max (kN)</b>	±4100	±1400	+1350	±0	±2850	+1350	±0	±0	+2300
<b>Min (kN)</b>	-±3700	-±1400	+650	±0	-±2850	+650	±0	±0	+1350
<b>TOTALE (kN)</b>	<b>±4100</b>	<b>±1400</b>	<b>±3050</b>	<b>±0</b>	<b>±2850</b>	<b>±3350</b>	<b>±0</b>	<b>±0</b>	<b>±4450</b>
<b>Spost. 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:

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>VI05 da km 9+666,20 a km 9+966,20:</b> <b>Relazione di calcolo pila CAP</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>05</b>	<b>001</b>	<b>B</b>	155

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2D_t + 4d_{Ed} \cdot k_2 + 2d_{eg})$$

$E_1$  spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

$E_2$  spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

$E_3$  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 CAP H=7.5m</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)	11,3	+	$E_2$ (mm)	51,8	+	$E_3$ (mm)	174,8	=	$E_L$ (mm)	107,1
$E_T$ (mm)	±5,6		$d_{Ed}$ (mm)	±23,6		$d_{eq}$ (mm)	±87,4		$k_1$	0,45
			$k_2$	0,55		$a_g$ SLV (g)	0,195		↓	
L (mm)	25000		$\mu_d$	1,00		S	1,404		Zona sismica	ag<0.25g
$\alpha$ (1/°Cm)	1,00E-05		q	1,00		$T_B$ (s)	0,181		$E_0$ (mm)	130,5
$\Delta T$ (°C)	±22,5		$T_1$ (s)	0,105		$T_C$ (s)	0,547		↓	
						$T_D$ (s)	2,380		$E_L$ (mm) >	$E_0$ (mm)
						$F_0$	2,532		>	$E_1$ (mm)
			Spostamento sismico a livello giunti:						>	$E_2$ (mm)
			$d_{Ee}$ (mm)	23,6 (da calcoli)					>	$E_3$ (mm)
CORSA APPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)		± ( $E_L/2$ + Min( $E_L/8$ ; 15 mm))		±102 mm			↓			
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)		± ( $E_L/2$ + 10 mm)		±97 mm			↓			
	OK	Escursione giunti progetto		±110 mm			←	$E_L$ (mm)	174,8	
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)		$V \geq (E_L/2 + 20$ mm)		±107 mm						
	OK	Varco impalcati progetto		±150 mm						