

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530

Relazione di calcolo pila di transizione

L'Appaltatore

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

Ing. Gianguido Babini

Il Direttore Tecnico

(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 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 3 0 5	0 0 1	C	---

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	23/05/23	Martignoni	24/05/23	Rinaldi	25/05/23	
C	Aggiornamento per RIV	Marino	11/10/23	Martignoni	12/10/23	Rinaldi	13/10/23	
								n. Elab.

File: LI0B.0.2.E.ZZ.CL.VI03.0.5.001.C

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione delle pile in esame	7
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	9
3.1 Normativa di riferimento	9
3.2 Normativa tecnica nazionale	9
3.3 Manuali ITF	10
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	10
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
4.1 Calcestruzzo	11
4.2 Acciaio	12
4.3 Durabilità	13
5.. APPROCCIO DI CALCOLO	17
5.1 Caratteristiche delle opere	17
5.2 Criteri generali di verifica	17
5.3 Software di calcolo	25
5.4 Validazione programmi di calcolo	27
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	28
6.1 Categoria di sottosuolo	28
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto	28
7.. ANALISI DEI CARICHI	29
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1)	29
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2)	30
7.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	33
7.4 Azioni variabili verticali (Q)	34
7.5 Azioni Eccezionali (A)	47
7.6 Azioni variabili orizzontali (Q)	57
7.7 Azione del vento (Q_6)	70
7.8 Azione sismica (e)	76
7.9 Variazioni termiche (Q_7)	88
7.10 Attrito (Q_8)	88
7.11 Scarichi agli appoggi	89

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	2

8..	COMBINAZIONI DI CARICO	92
8.1	Combinazioni di carico adottate.....	93
9..	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	95
9.1	Elementi in cemento armato.....	95
10.	MODELLO DI CALCOLO	101
10.1	Analisi statica	101
10.2	Analisi sismica.....	101
11.	ANALISI PILA DI TRANSIZIONE H=5.00 M.....	103
11.1	Azioni impalcati	103
11.2	Sollecitazioni elevazione	111
11.3	Sollecitazioni in fondazione	118
11.4	Verifiche elevazione	131
11.5	Verifiche plinto fondazione	147
11.6	Verifiche pulvino.....	157
12.	VERIFICHE LOCALI.....	160
12.1	Baggioli	160
12.2	Deformabilita' pila.....	164
12.3	Ritegni.....	167
13.	RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	172
14.	APPOGGI E GIUNTI.....	173
14.1	Appoggi.....	173
14.2	Escursione dei giunti	174

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	3

1. PREMESSA

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

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

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi e la verifica della pila che sostiene le campate in c.a.p. da 25 m e in acciaio da 40m del viadotto ferroviario denominato VI03, previsto tra le progressive chilometriche. 7+133,530 a km 7+223,530.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 90 m, è a doppio binario di cui la prima campata di luce pari a 40m è a struttura mista acciaio-clc e le restanti campate (numero 2) sono in semplice appoggio da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso. La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

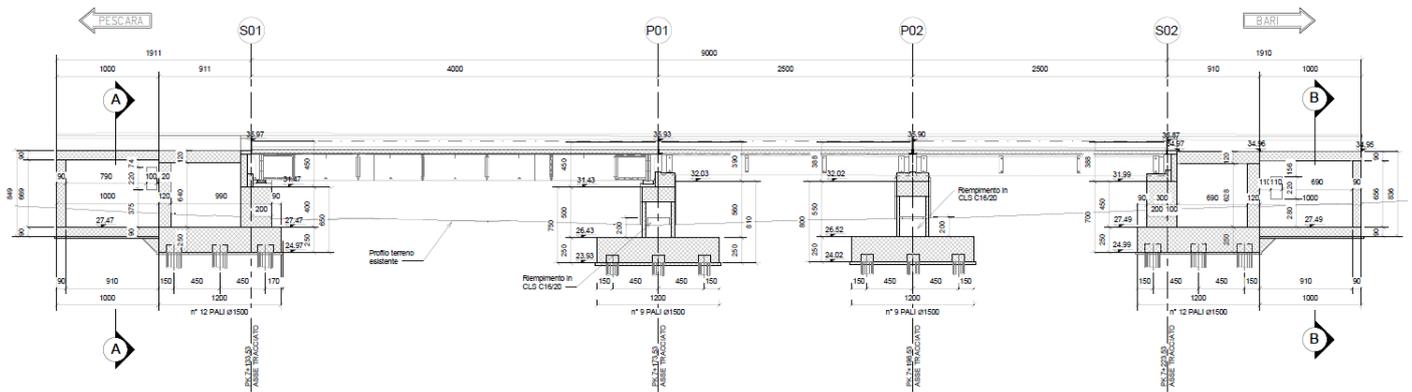


Figura 1 – Profilo longitudinale VI03

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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	5

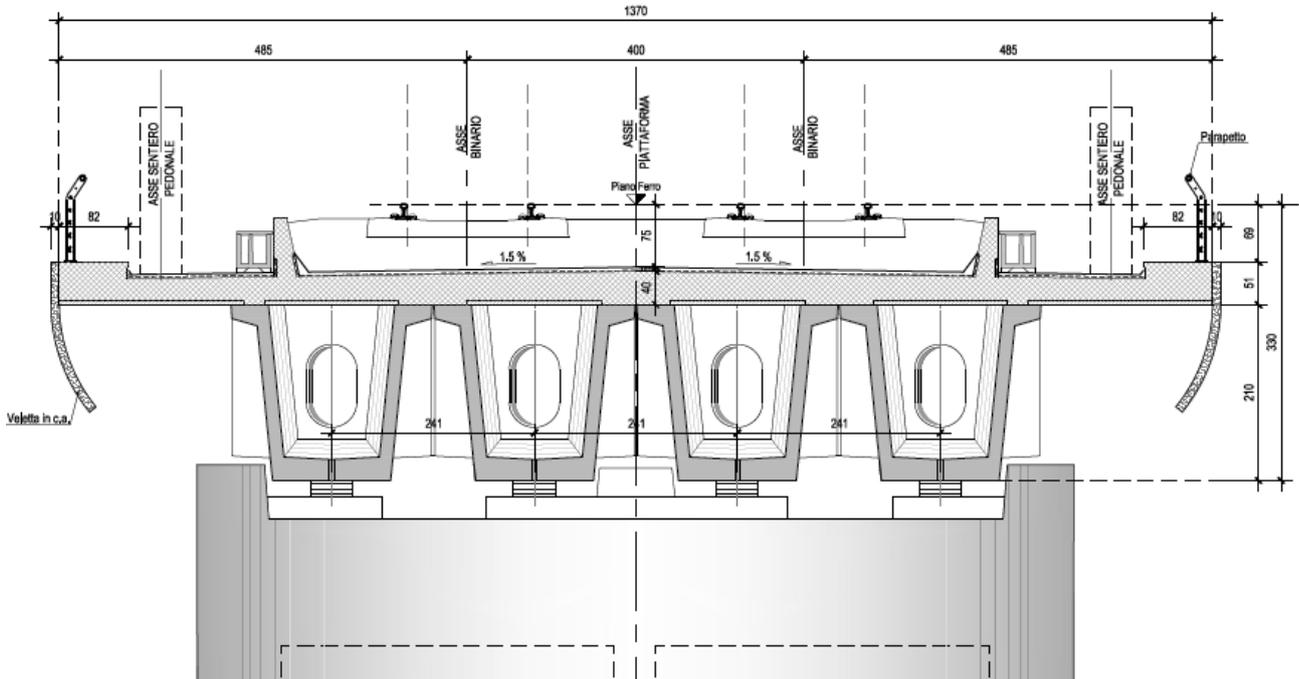


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato L=25m.

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

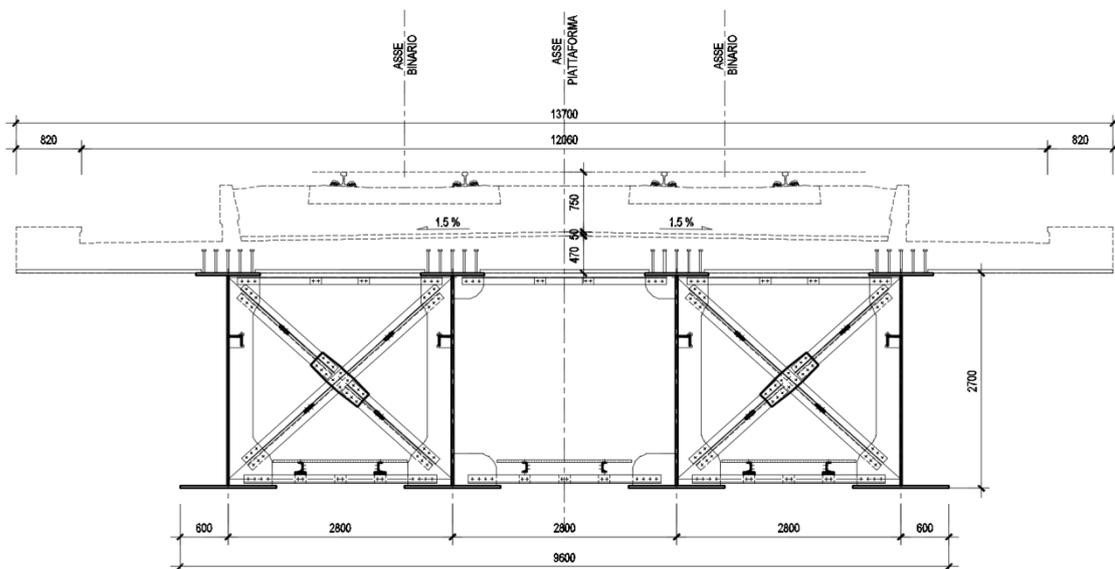


Figura 3 – Sezione trasversale impalcato L=40m.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	6

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 _{calcolo}	IMPALCATI							SISMA	
				R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Categoria Sottosuolo
				[m]		[m]			[m]			
VI03	P01	Transiz-1	5	∞	Acciaio-cls	40	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C
	P02	1	5.5	∞	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S2	C

Tabella 1 – Sintesi delle pile del viadotto VI03

Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche della pila P01 tra l'impalcato in c.a.p di luce 25.00 m e quello in acciaio di luce pari a 40.00m.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

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

2.1 DESCRIZIONE DELLE PILE IN ESAME

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

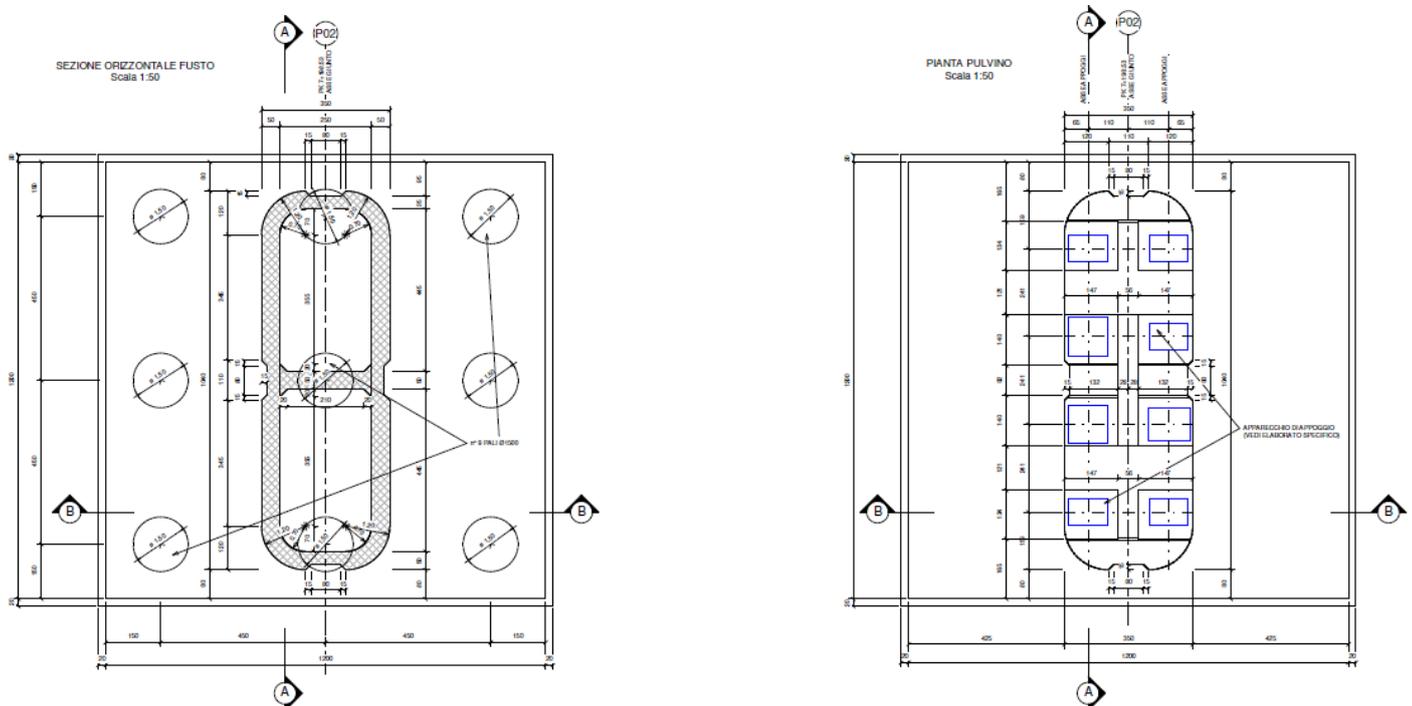


Figura 4 – Vista in pianta

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	8

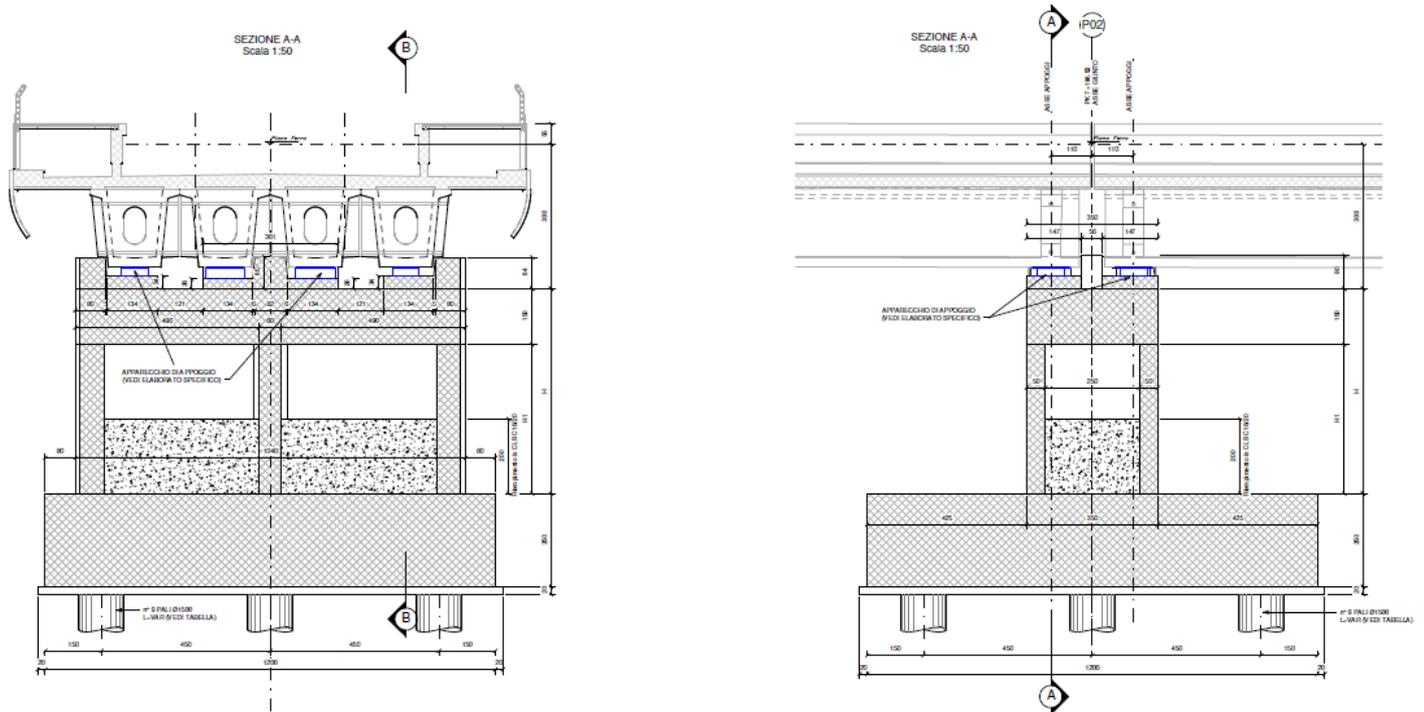


Figura 5 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	9

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”;

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	10

[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.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	11

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
<u>Stato limite ultimo</u>	
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	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
<u>Stato limite di esercizio</u>	
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
<u>Stato limite ultimo</u>	
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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	12

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 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	13

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 Δc_{dev} .

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

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

UNI 11104:2016		Classi di esposizione																	
		Nessun rischio di corrosione dell'armatura	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	0,45	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	C32/40	C30/37	C32/40	C35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)												b)	4,0 a)						
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente 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 solfitica. La classe di resistenza solfitica 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)

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	14

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: FONDAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE		
Corrosione da carbonatazione XC2	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	-	-
COPRIFERRO NOMINALE		
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$	(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 Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm) 10
- 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) 26
Tipo di acciaio Ordinario		
\varnothing (mm) 26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)	
D_{upper} (mm) 25	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Ordinario		
Vita nominale 75	valori tabella +5 mm	C C25/30 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls NO	valori tabella	C_0 C35/45
Elemento a piastra NO		C_{min} C25/30
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie	Gruppo di esigenza A
		Copriferro nominale c_{nom} (mm) 40

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

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

NOME: ELEVAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE		
Corrosione da carbonatazione	XC4 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	XS1 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
COPRIFERRO NOMINALE		
$c_{min} = \max(c_{min,b} ; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$	(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 Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)		Δc_{dev} (mm) 10
- 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) 26
Tipo di acciaio Ordinario		
\varnothing (mm) 26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)	
D_{upper} (mm) 25	dimensione max aggregato	
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)		$c_{min,dur}$ (mm) 40
Ambiente Aggressivo		
Vita nominale 75	valori tabella +5 mm	C C32/40 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls NO	valori tabella	C_0 C40/50
Elemento a piastra NO		C_{min} C30/37
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B
		Copriferro nominale c_{nom} (mm) 50

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	16

NOME: BAGGIOLI E RITEGNI		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)			Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE					
Corrosione da carbonatazione	XC4	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	XS1	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
COPRIFERRO NOMINALE					
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(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 Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)					Δc_{dev} (mm) 10
- 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) 26
Tipo di acciaio	Ordinario				
\varnothing (mm)	26	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)			
D_{upper} (mm)	25	dimensione max aggregato			
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)					$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Aggressivo					
Vita nominale	75	valori tabella +5 mm	C	C32/40	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls	SI	valori tabella -5 mm	C_0	C40/50	
Elemento a piastra	SI		C_{min}	C30/37	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale c_{nom} (mm)		40

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	17

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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	18

Ψ_0, Ψ_1, Ψ_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

γ_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 γ_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.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B			02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	19

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 ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ced}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

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

⁽²⁾ 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.

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

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

⁽⁵⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	20

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_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 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	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

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	21

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 (γ_F), la resistenza dei materiali (γ_M) e eventualmente la resistenza globale del sistema (γ_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 (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e eventualmente per la resistenza globale (γ_R).

In tale approccio nelle rispettive tabelle di combinazione si impiegano i coefficienti γ_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 γ_F riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.1, deve essere rispettata la condizione:

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

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

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

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

$$E_d \leq R_d$$

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

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

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

$$F_d = \gamma_F * F_k$$

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

$$a_d$$

$$\gamma_E$$

$$\gamma_M$$

$$\gamma_R$$

valore di progetto dell'azione

valore di progetto dell'effetto dell'azione

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

azioni di progetto

parametri geotecnici di progetto

parametri geometrici di progetto

coefficiente parziale di sicurezza sugli effetti delle azioni

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

coefficiente parziale di sicurezza globale sulle resistenze

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	22

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

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

⁽⁴⁾ 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 γ_{Gi}

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

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

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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	23

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 ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

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

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2008, per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto. Le verifiche degli *elementi strutturali primari (ST)* si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

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

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

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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	24

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 ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	25

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

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

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



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

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

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	26

5.3.2 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



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

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

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

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

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

by Prof. Piero Gelfi

VERSIONE 7.8 (novembre 2021)

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

free distribution
vietata la vendita

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

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	27

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 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	28

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

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

6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Vedi relazioni di calcolo di verifica pali.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	29

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP (cat. G_1)	1.00 / 1.30	-	-	-
PP (ponti stradali)	1.00 / 1.35	-	-	-

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

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

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio delle travi e il peso proprio della soletta.

Per il peso proprio delle travi di lunghezza 24.30 m, si considera un valore pari a 35 kN/m.

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

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

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

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

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

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

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

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	30

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

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

7.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G₂)

Nome	γ _G (Fav / Sfav)	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.50	-	-	-

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

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

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

7.2.1.1 Ballast (G_{2,1})

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

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	325	500	500	325

7.2.1.2 Velette (G_{2,2})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	31

Velette	18	-11	-11	18
---------	----	-----	-----	----

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,2})	225	-138	-138	225

7.2.1.3 Arredi (G_{2,3})

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

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,3})	425	-225	-225	425

7.2.1.4 Barriere antirumore (G_{2,4})

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

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,4})	575	-325	-325	575

7.2.2 Impalcato in acciaio di luce L=40 m

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

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

7.2.2.1 Ballast (G_{2,1})

Nome	R ₁ [kN/m]	R ₂ [kN/m]	R ₃ [kN/m]	R ₄ [kN/m]
------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	32

Ballast	26	40	40	26
---------	----	----	----	----

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	320	980	980	320

7.2.2.2 Velette (G_{2,2})

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

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,2})	280	-140	-140	280

7.2.2.3 Arredi (G_{2,3})

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

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,3})	540	-60	-60	540

7.2.2.4 Barriere antirumore (G_{2,4})

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

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]	R ₃ [kN]	R ₄ [kN]
PP (cat. G _{2,4})	700	-300	-300	700

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

7.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (E_2)

Nome	Tipo	γ_{e2} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	34

7.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

7.4.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

Nome	Tipo	Y _α (Fav / Sfav)		ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
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 α , 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 (α) per la progettazione di strutture nuove

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

7.4.1.1 Modello di carico LM71

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

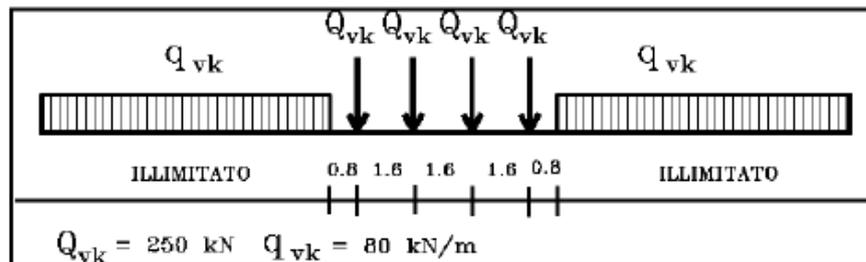


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 7 – Schema treno di carico LM71

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

7.4.1.2 Modello di carico SW

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

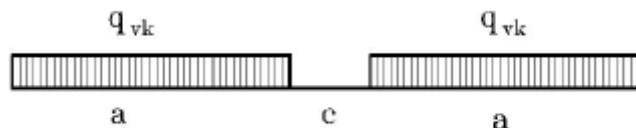


Fig. 5.2.2 - Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

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

Figura 8 – Schema treno di carico SW

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	36

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 Φ 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:

$I=25.00 \text{ m}^4$	Inerzia longitudinale elevazione pila
$A=13.97 \text{ m}^2$	Area sezione elevazione pila
$H=5.00 \text{ m}$	Altezza massima pile
$\lambda=H*\sqrt{(A/I)}=3.7 \leq 30$	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.

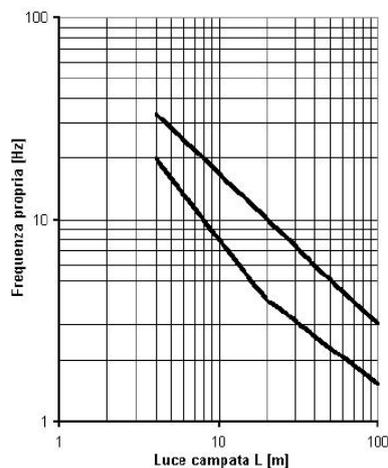


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

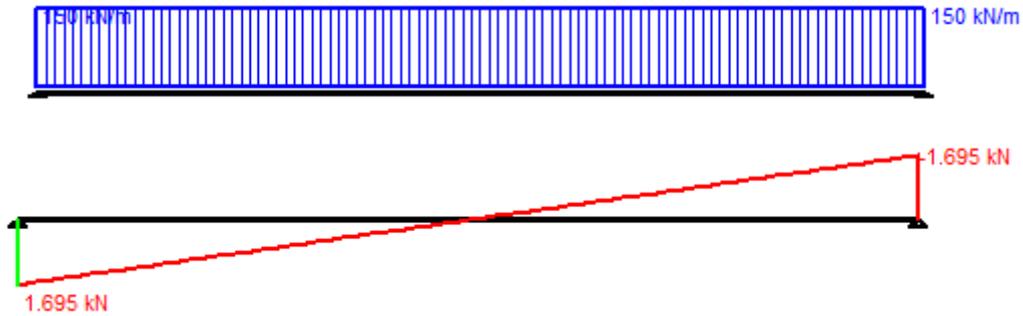
Figura 9 – Limiti frequenze proprie per il calcolo del coefficiente dinamico Φ

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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	37



Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	22,6

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Luce m J cm⁴

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 _A	[rad]	<input type="text" value="0,001489"/>	Φ _B	<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

M

Risultati all'ascissa x

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

N° sezioni di calcolo

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

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

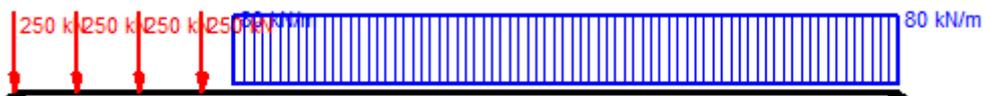
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1695 / (22.60/2) = 150.0 \text{ kN}$$

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

(Q1_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.00 m



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	38

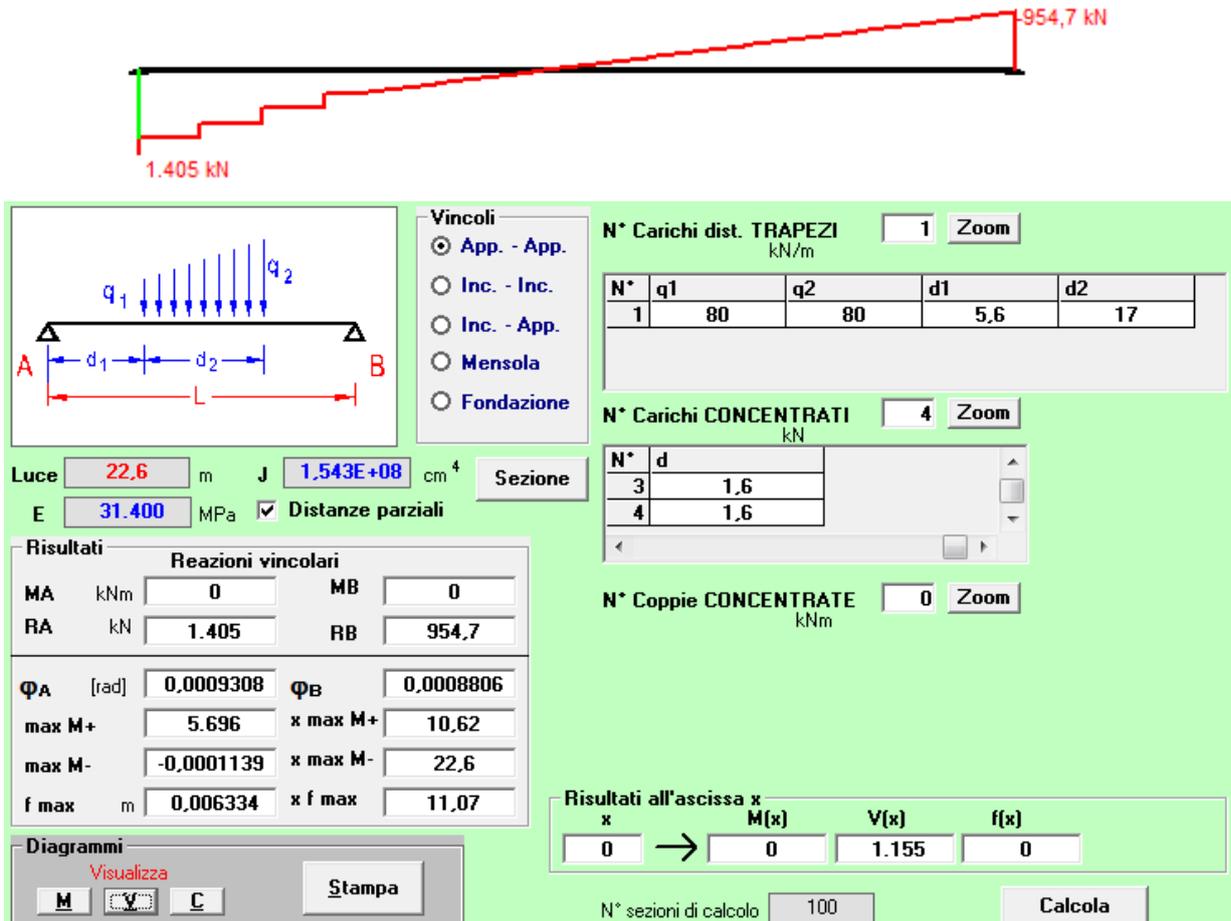


Figura 11 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

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

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

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

(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)

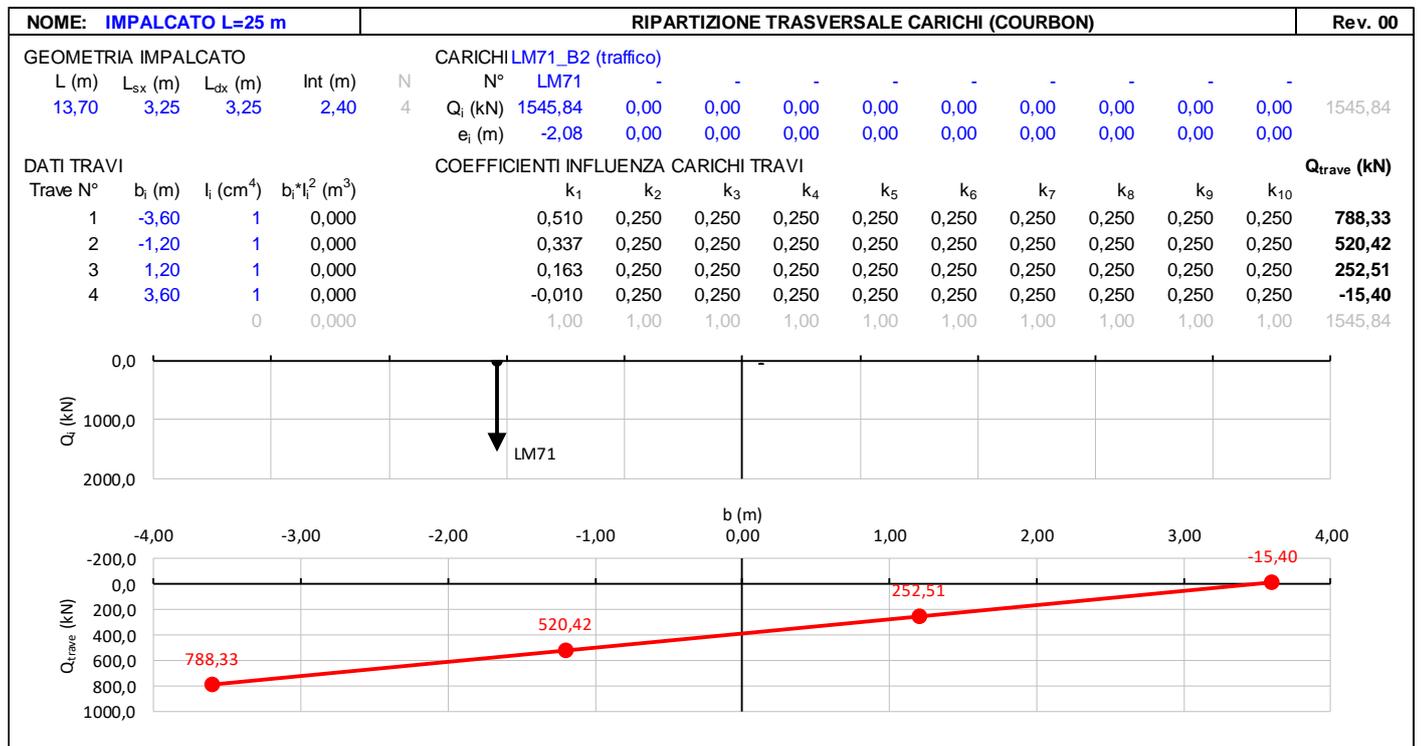
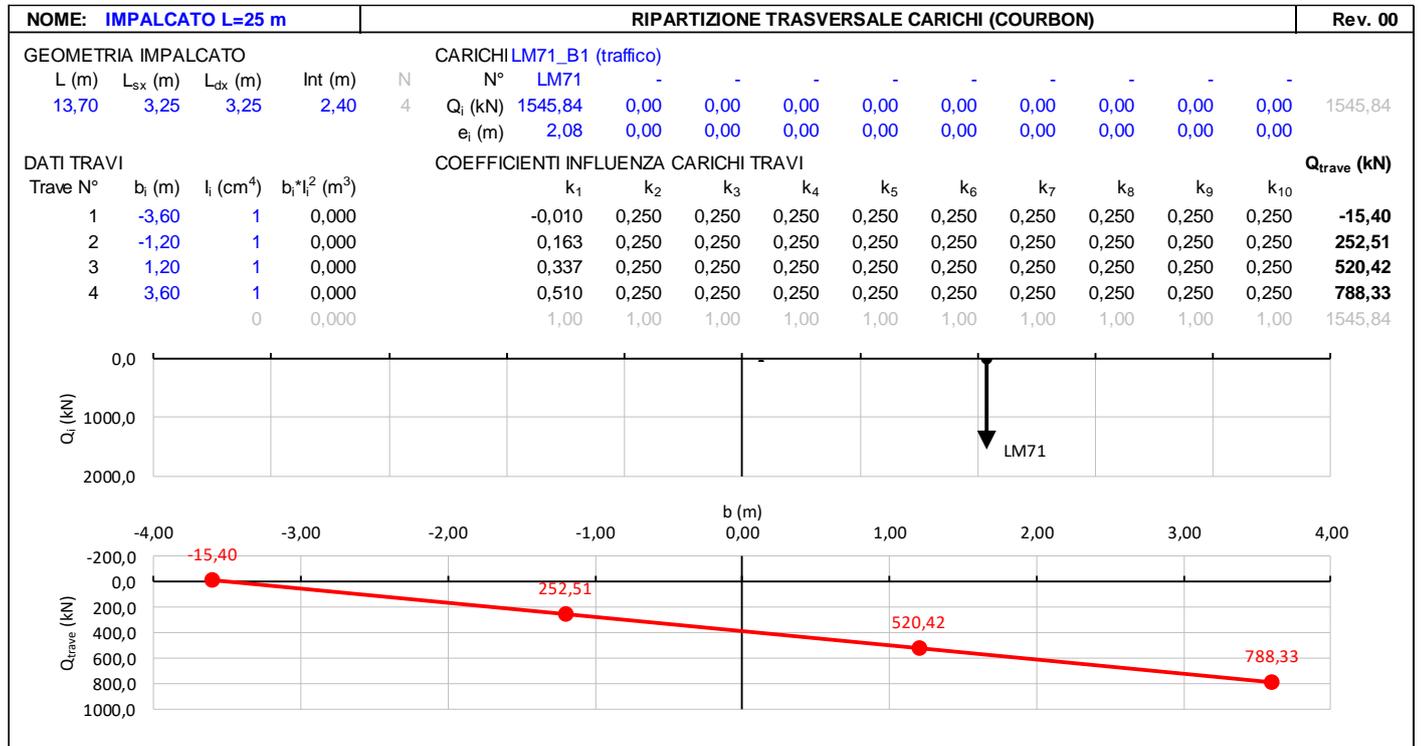
Carico equivalente tagliante

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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	39



LINEA PESCARA – BARI

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

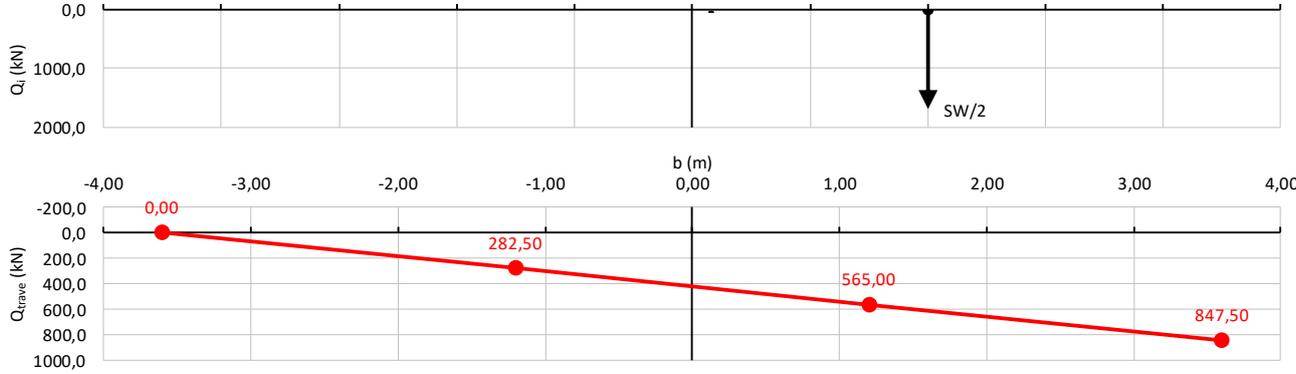
**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	40

NOME: IMPALCATO L=25 m **RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)** **Rev. 00**

GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI SW2_B1 (traffico)												
L (m)	L _{SX} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	SW/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	1695,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1695,00
					e _i (m)	2,00	0,00	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 ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)	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	0,000	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,00	
2	-1,20	1	0,000	0,167	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	282,50	
3	1,20	1	0,000	0,333	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	565,00	
4	3,60	1	0,000	0,500	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	847,50	
					0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1695,00	

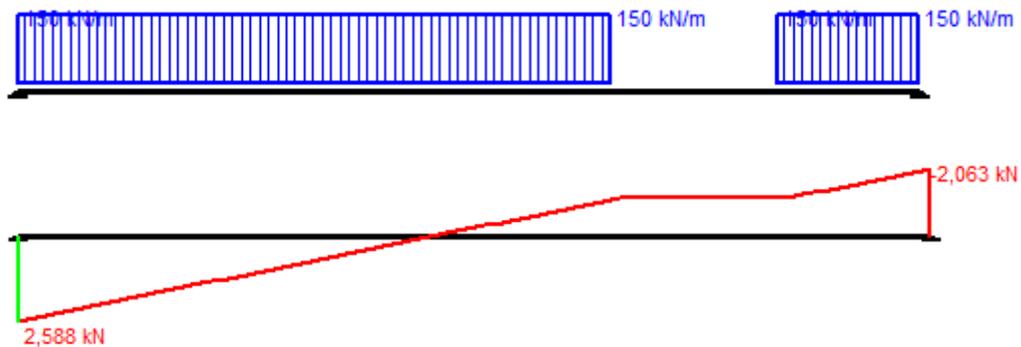


VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	41

7.4.1.5 Calcolo per campata L=40 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.



Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI 2 Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	25
2	150	150	32	6

Luce m J cm⁴ 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="2,588"/>	RB	<input type="text" value="2,062"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0.003091"/>	ΦB	<input type="text" value="0.002845"/>
max M+		<input type="text" value="22,316"/>	x max M+	<input type="text" value="17.1"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0.03544"/>	x f max	<input type="text" value="18.62"/>

N° Carichi CONCENTRATI 0 Zoom

N° Coppie CONCENTRATE 0 Zoom

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	→ 0	2,588	0

Diagrammi Stampa

M V C

N° sezioni di calcolo Calcola

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

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

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

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.00 \cdot 1.00 \cdot 136.2 \cdot 38.00/2 = 2587.8 \text{ kN}$$

(Q1_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

Azione verticale applicata con e=+2.00 m

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	42

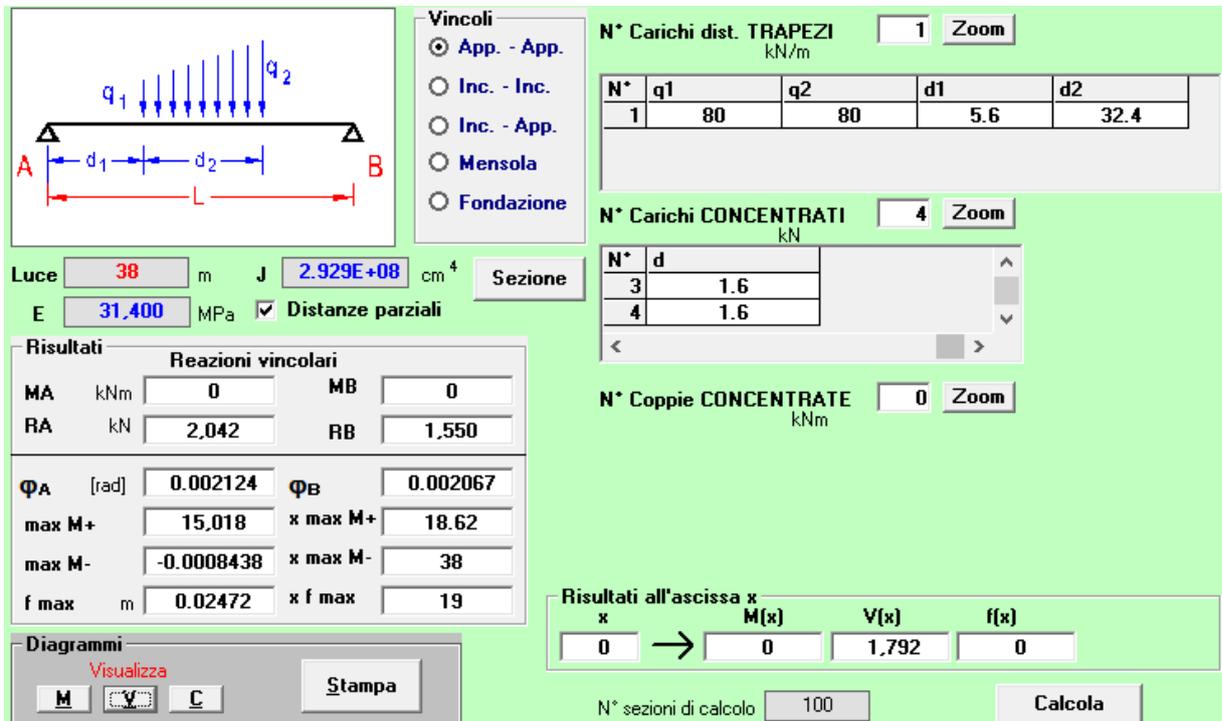
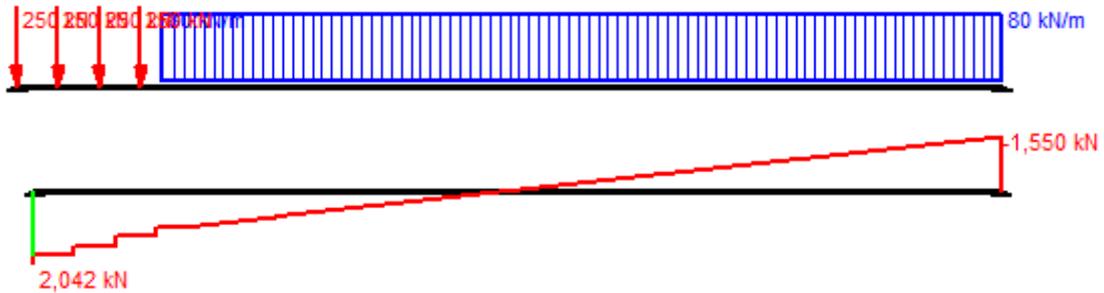


Figura 13 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico LM71

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

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

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.092 \cdot 1.10 \cdot 107.5 \cdot 38.00/2 = 2246.8 \text{ kN}$$

(Q1_LM71 B1)
Carico equivalente tagliante
Azione verticale applicata con e=+2.08 m

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

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

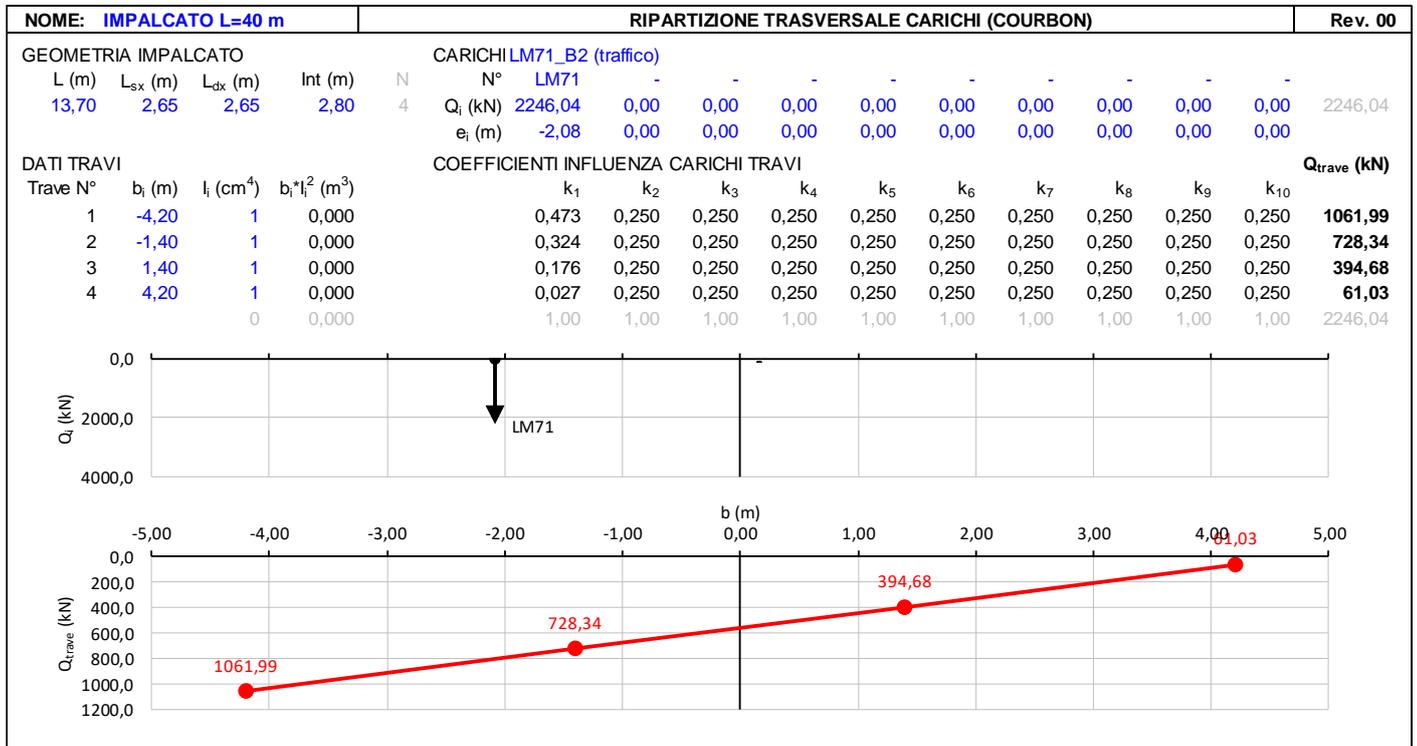
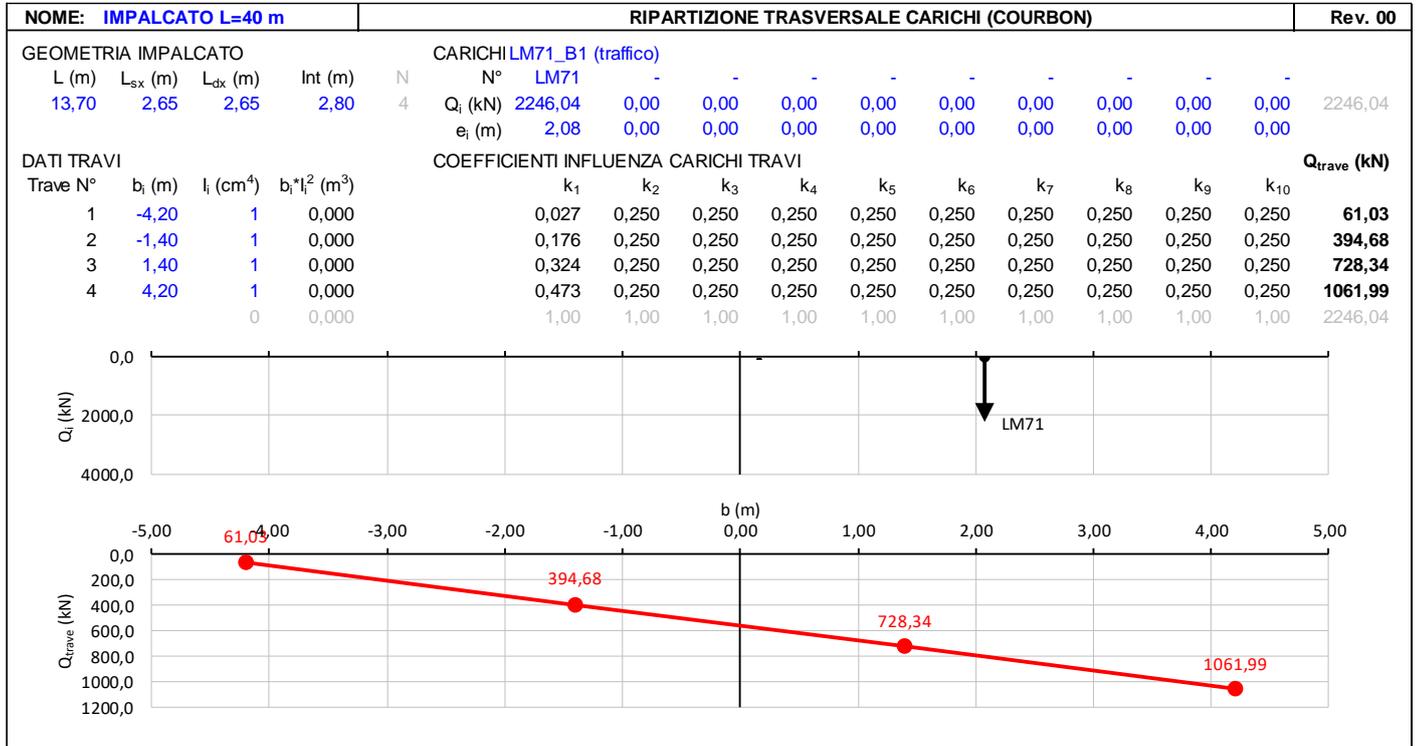
$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.092 \cdot 1.10 \cdot 107.5 \cdot 38.00/2 = 2246.8 \text{ kN}$$

(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.

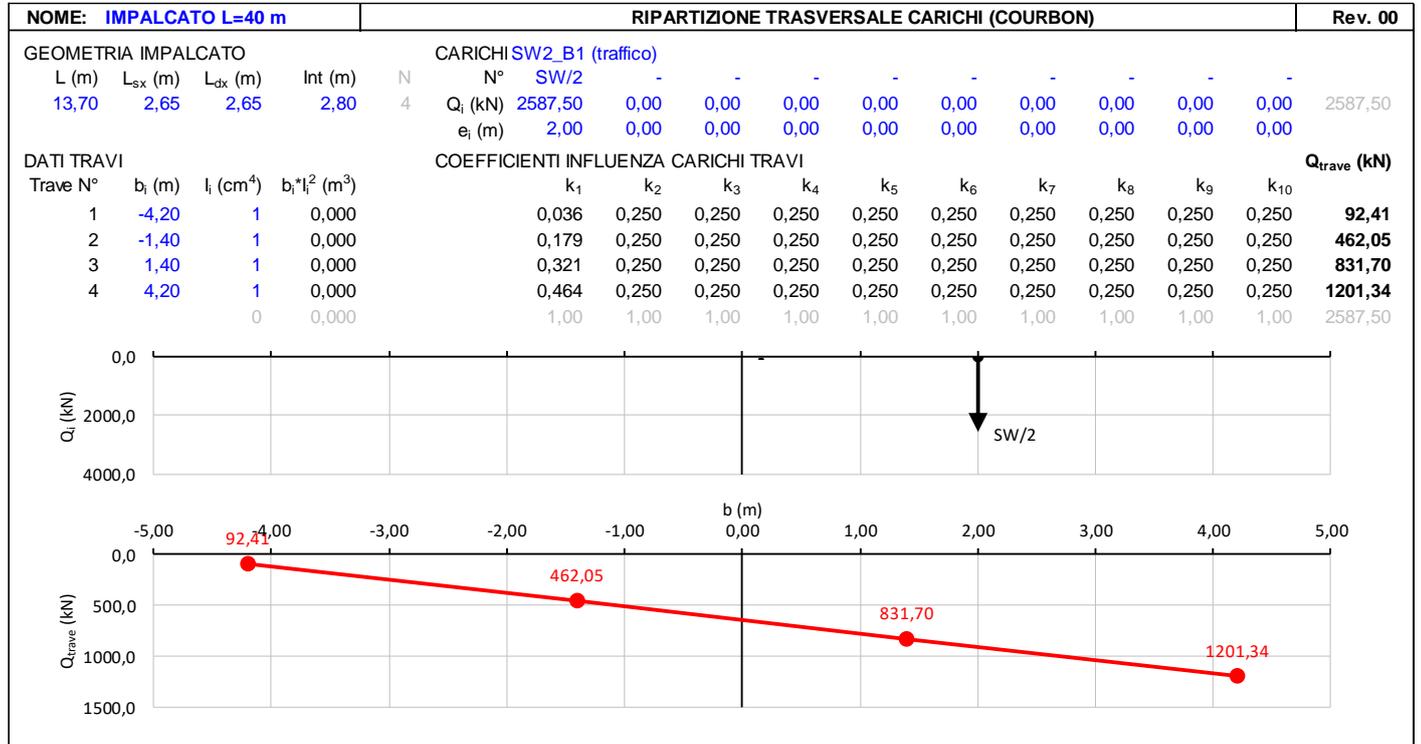
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	43



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	44



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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	45

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:

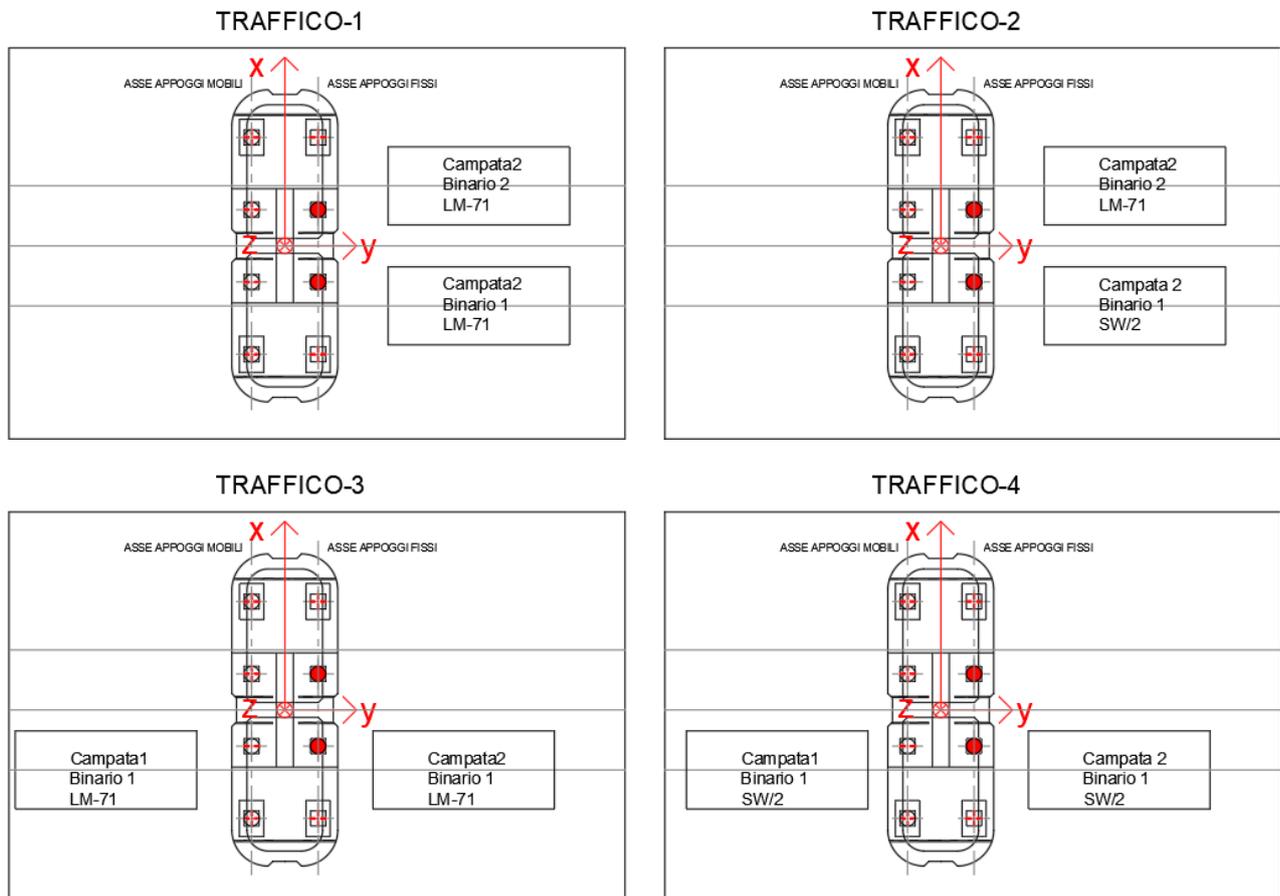


Figura 14 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	46

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

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
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)	-

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

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Figura 15 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più binari

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	47

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

7.5.1.1.1 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.

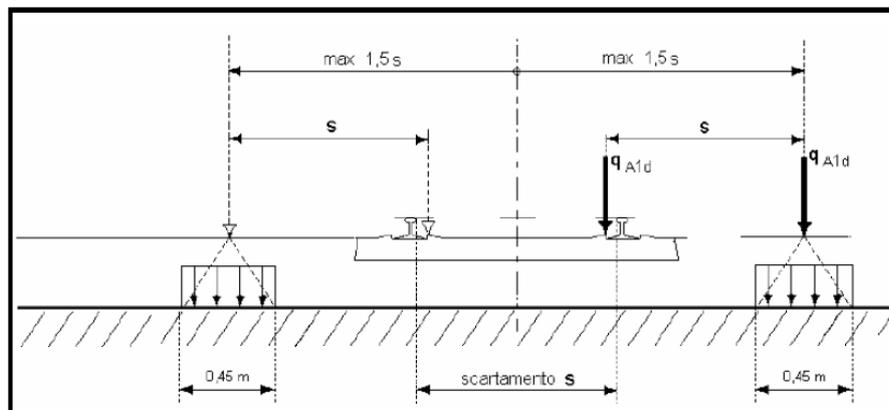
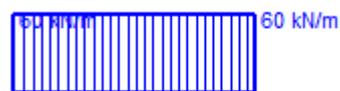


Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 16 – 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 taglienti, come di seguito riportato.



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	48



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 cm⁴

E MPa Distanze parziali

Risultati

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

Diagrammi

Visualizza

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 17 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 1

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

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

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

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

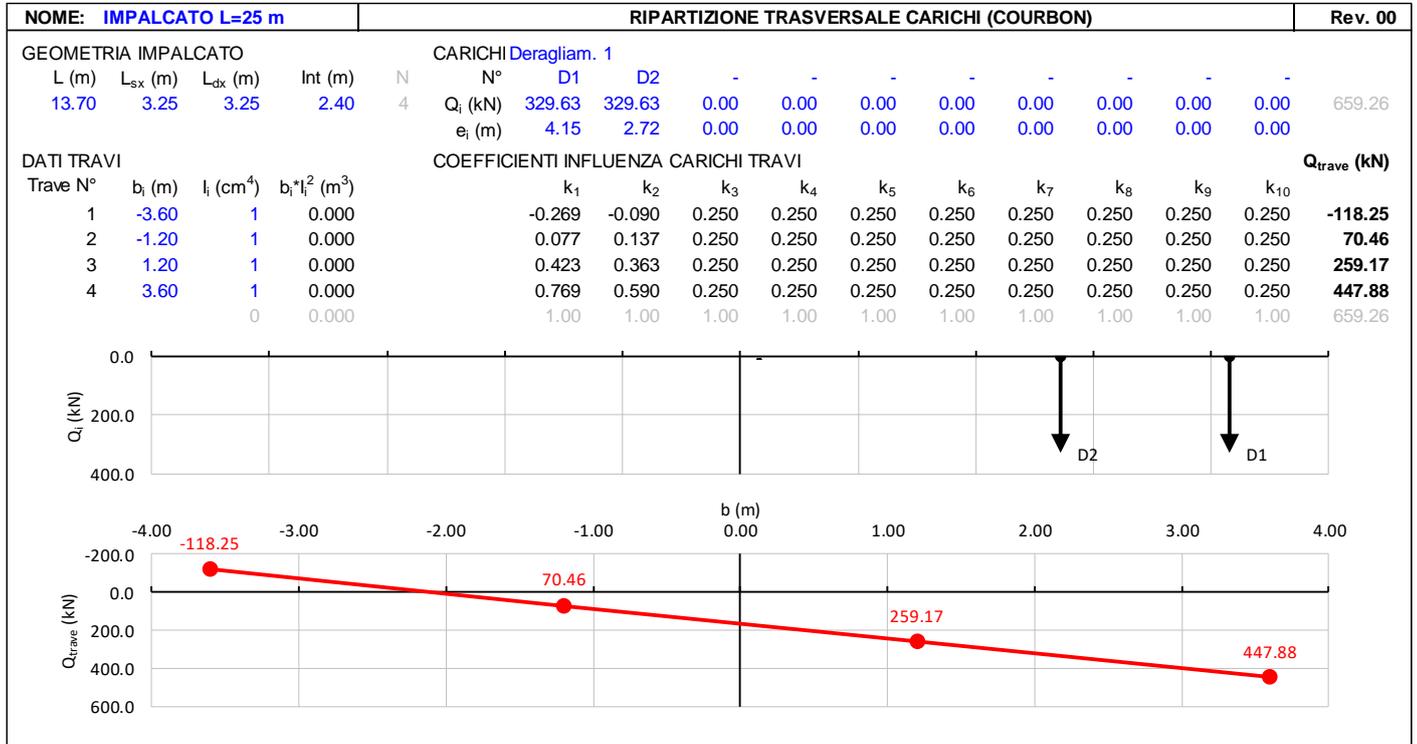
Carico equivalente tagliante

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

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	49



7.5.1.1.2 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 impalcati metallici con armamento diretto, il caso 2 dovrà essere considerato solo per le verifiche globali.

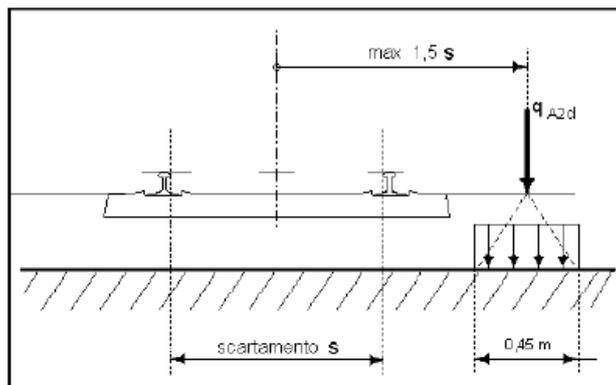
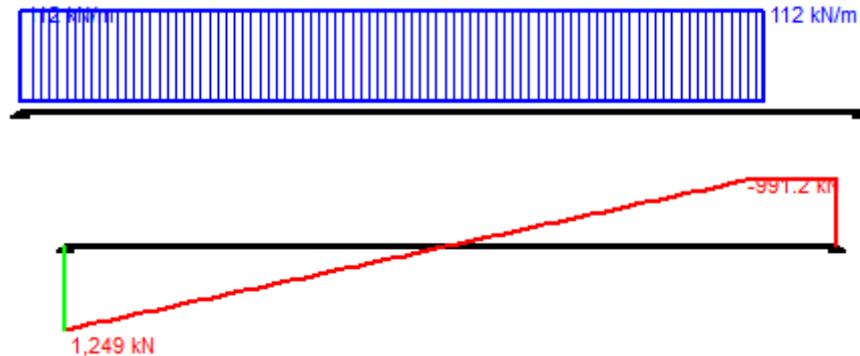


Figura 5.2.13 - Caso 2

Figura 18 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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



Vincoli

App. - App.

Inc. - Inc.

Inc. - App.

Mensola

Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	20

Luce m J cm⁴

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"/>

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

Diagrammi

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Risultati all'ascissa x

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

N° sezioni di calcolo

Figura 19 – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

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

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

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

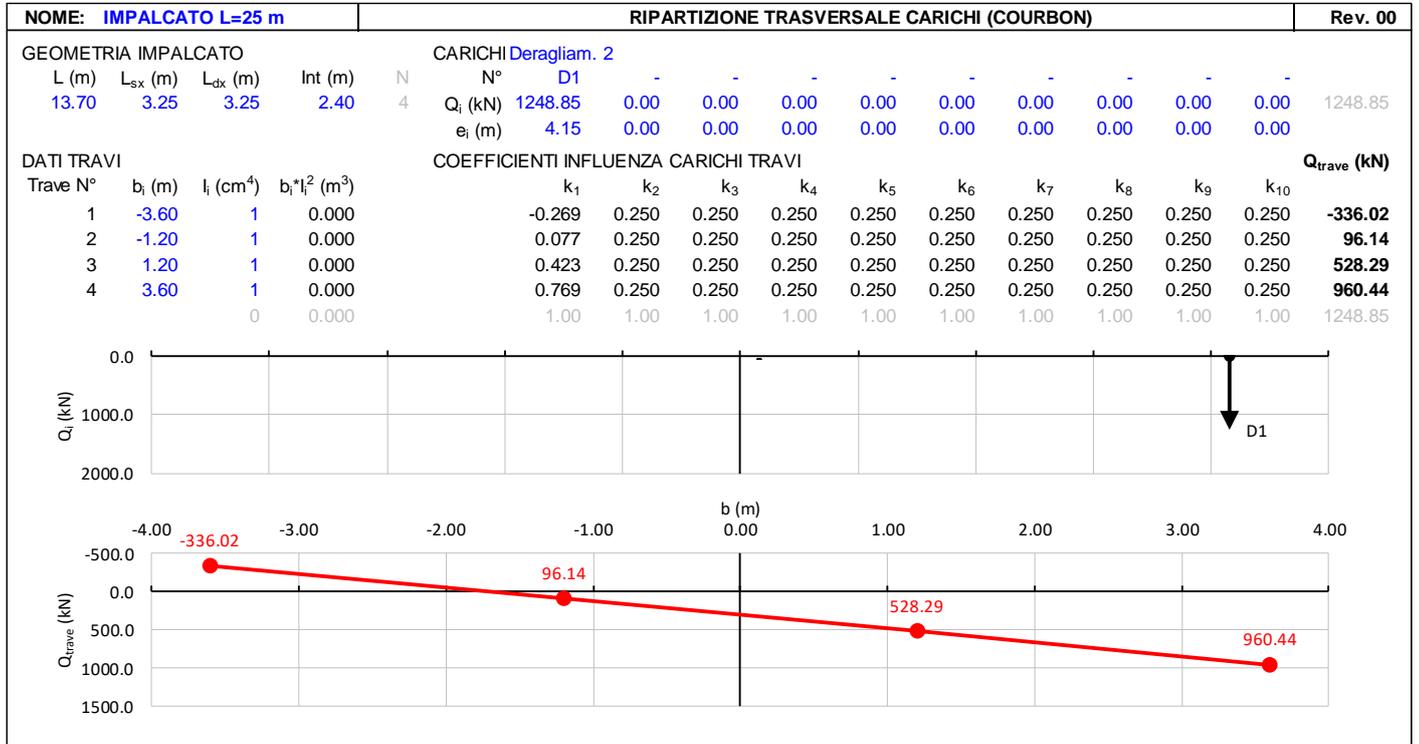
$$\text{Azione verticale applicata } e = +2.00 + 1.435 \cdot 1.5 = 4.15 \text{ m}$$

LINEA PESCARA – BARI

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	51



7.5.1.1.3 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 HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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

7.5.1.2.1 Caso 1

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

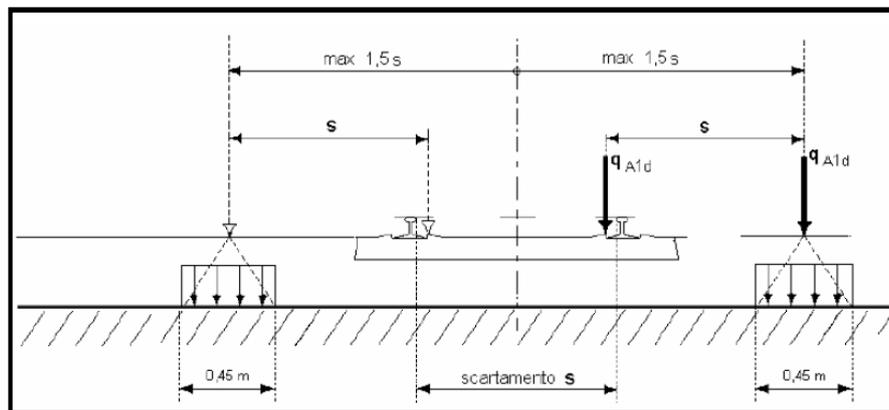
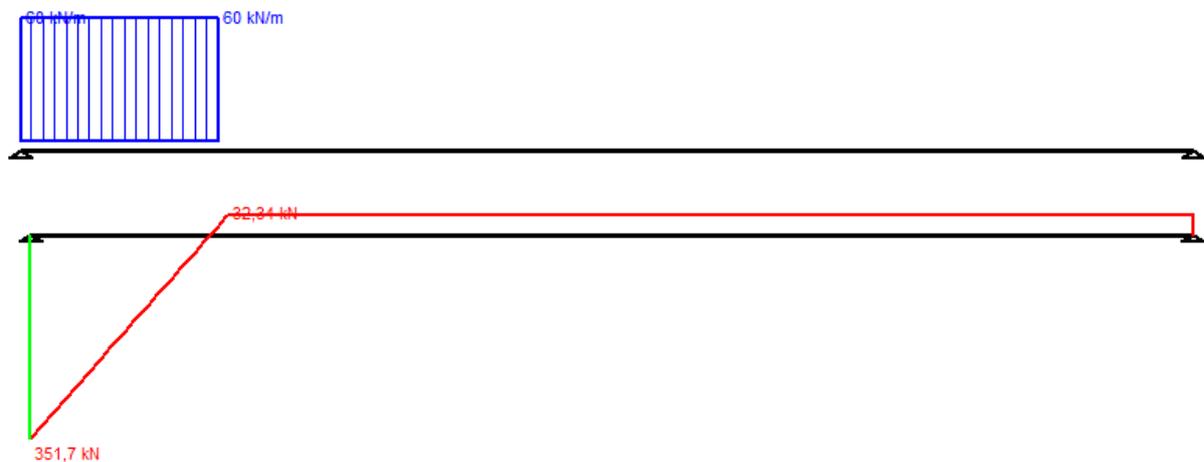


Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 20 – 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.



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	53

Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	60	60	0	6,4

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Luce m J cm⁴ 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="351,7"/>	RB	<input type="text" value="32,34"/>

Φ _A	[rad]	<input type="text" value="0,0001419"/>	Φ _B	<input type="text" value="8,342E-05"/>
max M+		<input type="text" value="1,030"/>	x max M+	<input type="text" value="5,7"/>
max M-		<input type="text" value="- 6,25E-05"/>	x max M-	<input type="text" value="38"/>
f max	m	<input type="text" value="0,001211"/>	x f max	<input type="text" value="16,34"/>

Diagrammi

Visualizza

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="351,7"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

Figura 21 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

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

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

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

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

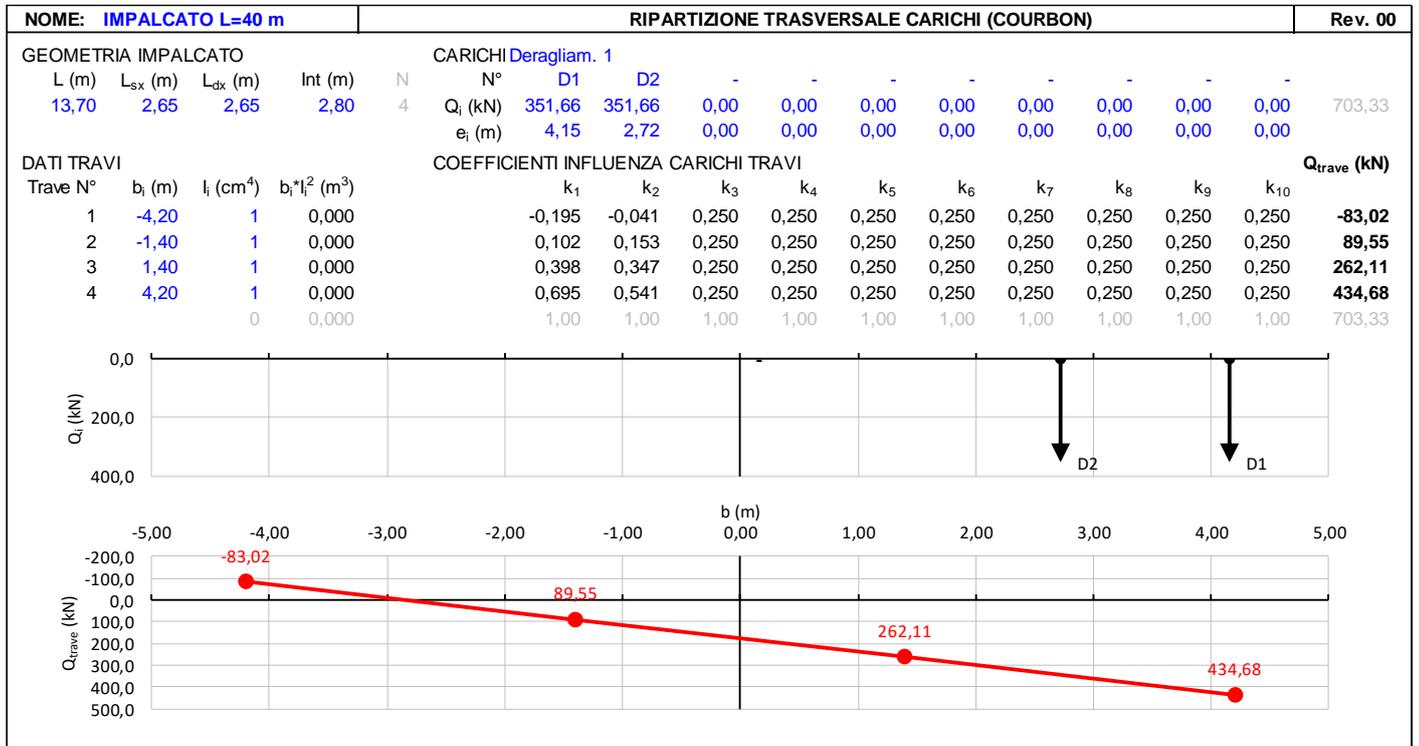
Carico equivalente tagliante

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

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	54



7.5.1.2.2 Caso 2

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

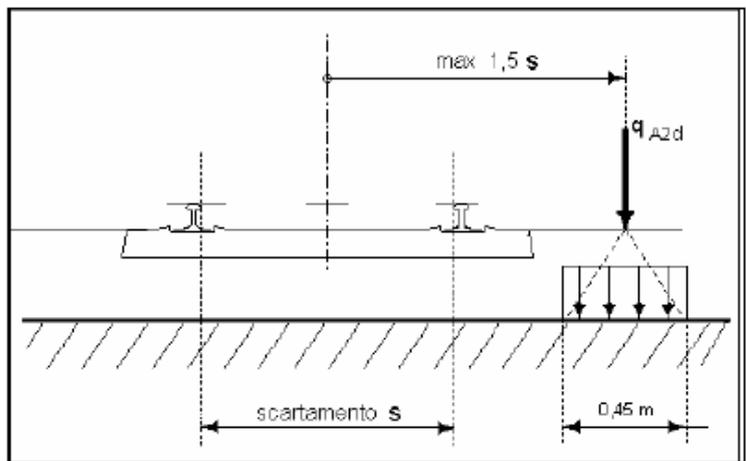


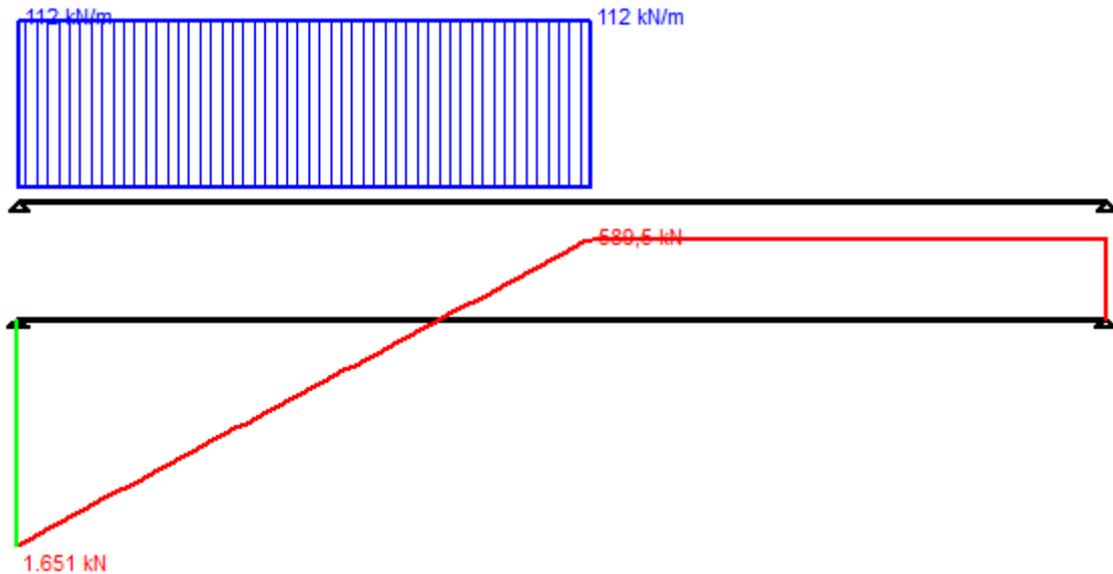
Figura 5.2.13 - Caso 2

Figura 22 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 8

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	55

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



Vincoli

App. - App.

Inc. - Inc.

Inc. - App.

Mensola

Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	112	112	0	20

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Luce m J cm⁴

E MPa Distanze parziali

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="1.651"/>	RB	<input type="text" value="589,5"/>
ΦA	[rad]	<input type="text" value="0,001675"/>	ΦB	<input type="text" value="0,001329"/>
max M+		<input type="text" value="12.161"/>	x max M+	<input type="text" value="14,82"/>
max M-		<input type="text" value="-0,000125"/>	x max M-	<input type="text" value="38"/>
f max	m	<input type="text" value="0,01804"/>	x f max	<input type="text" value="17,48"/>

Risultati all'ascissa x

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

N° sezioni di calcolo

Diagrammi

Figura 23 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	56

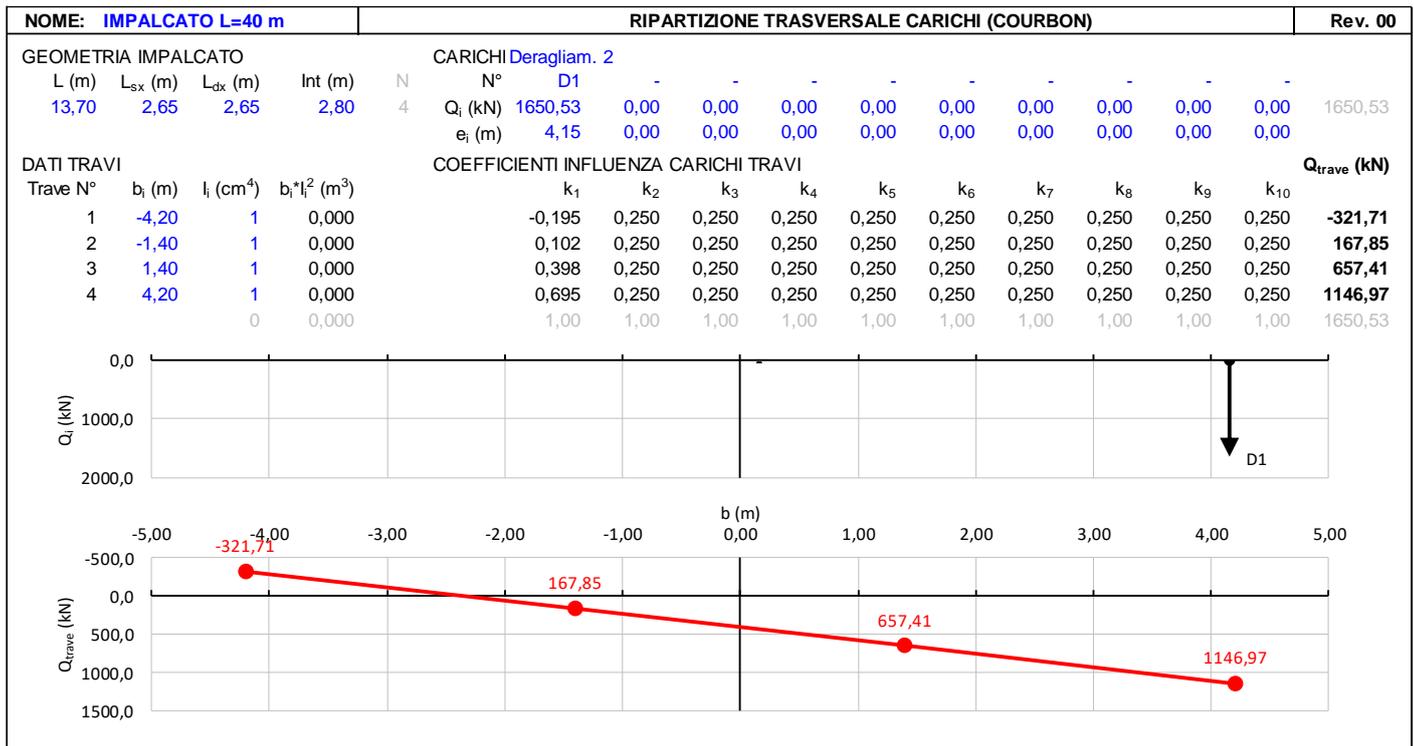
$$V_{max} = 1651 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{max} / (L/2) = 1651 / (38.00/2) = 86.9 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 86.9 * 38.00/2 = 1651.1 \text{ kN}$$

Carico equivalente tagliante

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



7.5.1.2.3 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	57

7.6 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

7.6.1 Forza centrifuga (Q₄)

Nome	Tipo	γ _Q (Fav / Sfav)	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
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_{tk} valore caratteristico della forza centrifuga, espresso in kN/m

q_{vk} 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 ²² +SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71 ²² +SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71 ²² +SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71 ²² +SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71 ²² +SW/0)	

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

In particolare per il treno LM71 andrà considerata la condizione più sfavorevole tra le due indicate in tabella. Nel caso in esame l'azione centrifuga è nulla in quanto il viadotto si sviluppa in rettilineo.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	58

7.6.2 Azione laterale serpeggio (Q_5)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_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 α .

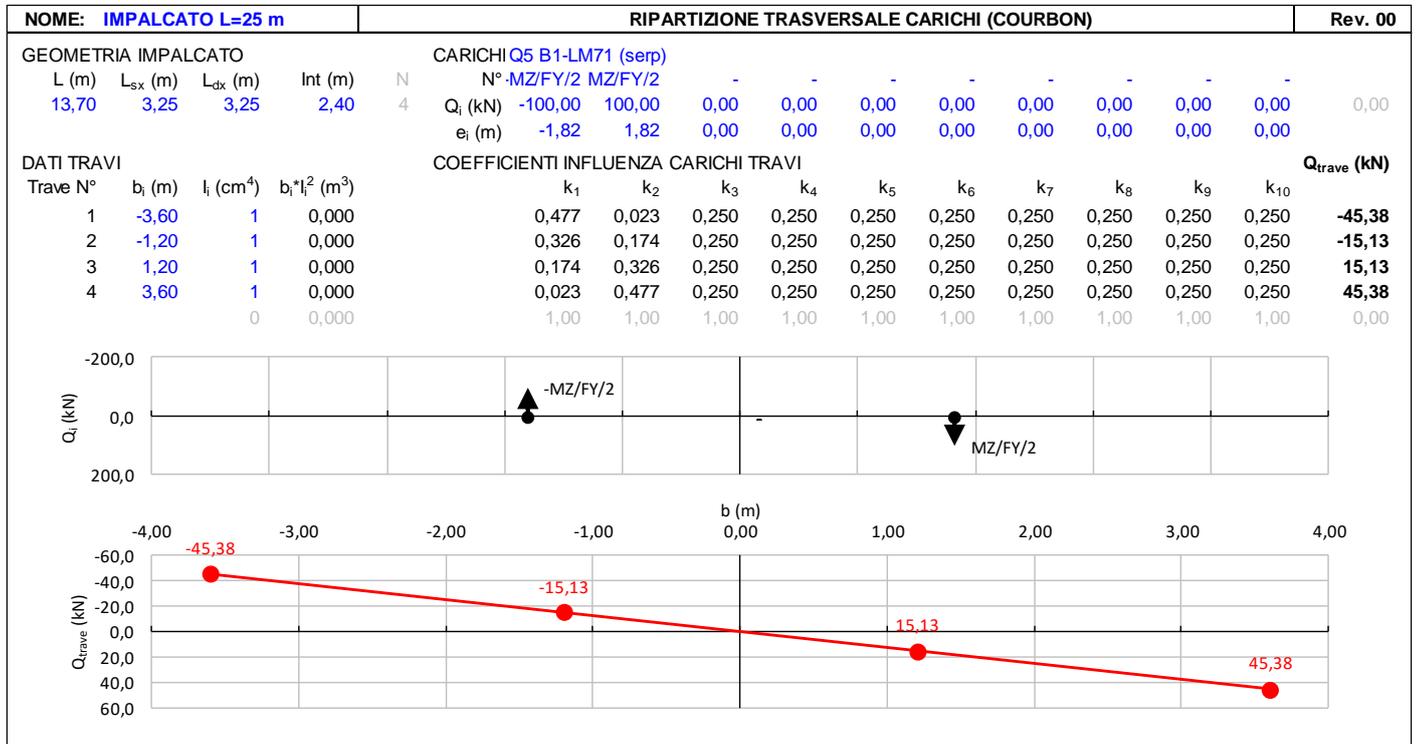
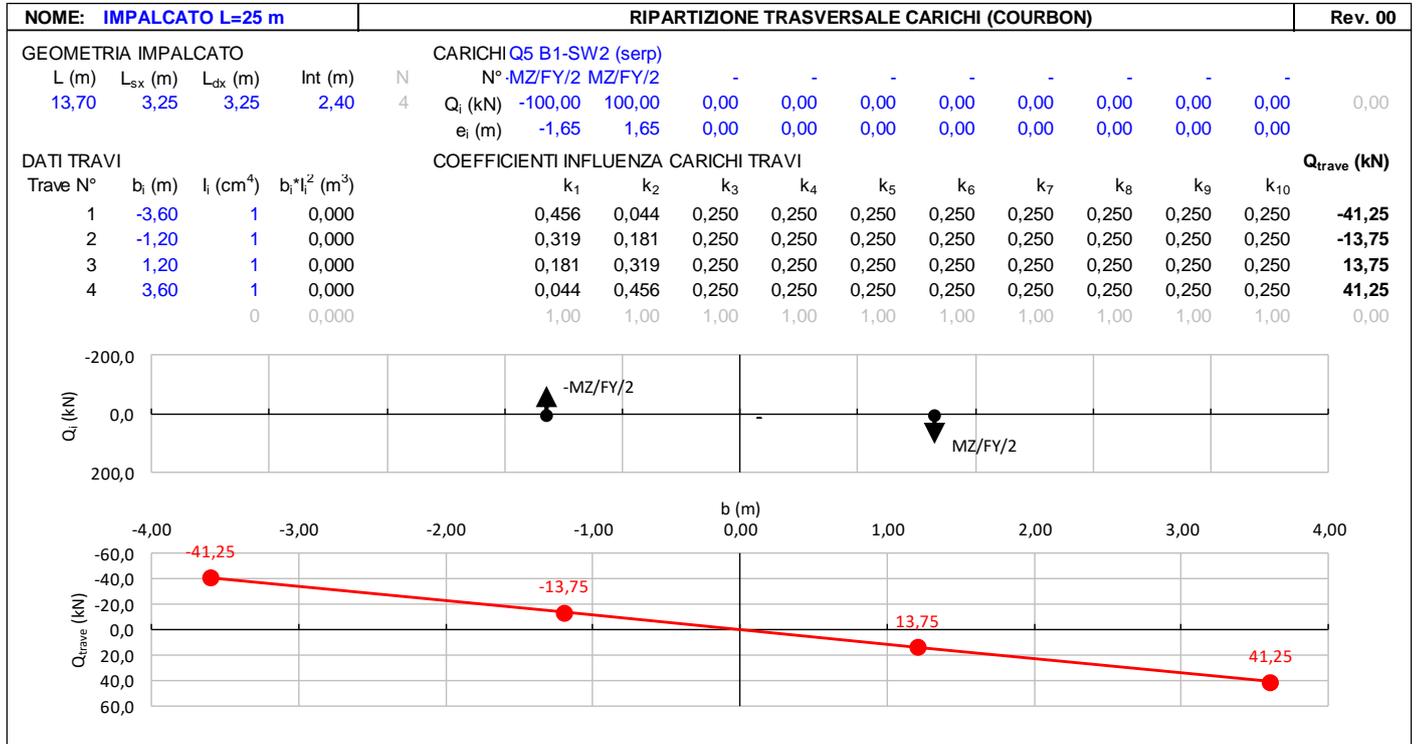
Gli effetti sui singoli impalcati indotti dall'azione di serpeggio, nelle varie combinazioni di carico accidentale ferroviario associate, vengono valutati secondo una lunghezza di influenza di mezza campata, distribuendo rigidamente alla Courbon le azioni torcenti (modellate come azioni verticali di 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		
α (-)	1.10	α (-)	1.00	
Q_s (kN)	110.0	Q_s (kN)	100.0	Forza serpeggio caratt. trasversale
M_{tk} (kNm)	363.00	M_{tk} (kNm)	330.00	Momento torcente forza serpeggio caratt.

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	59

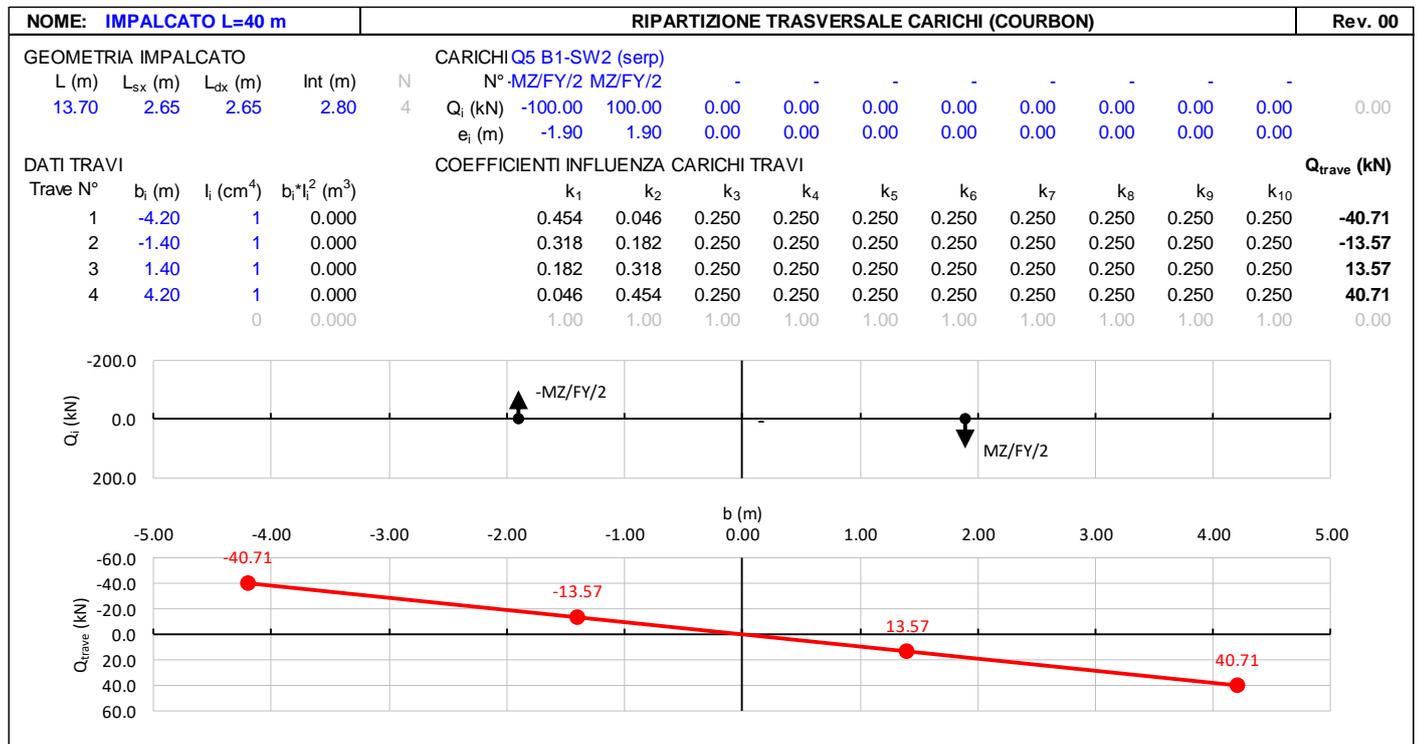
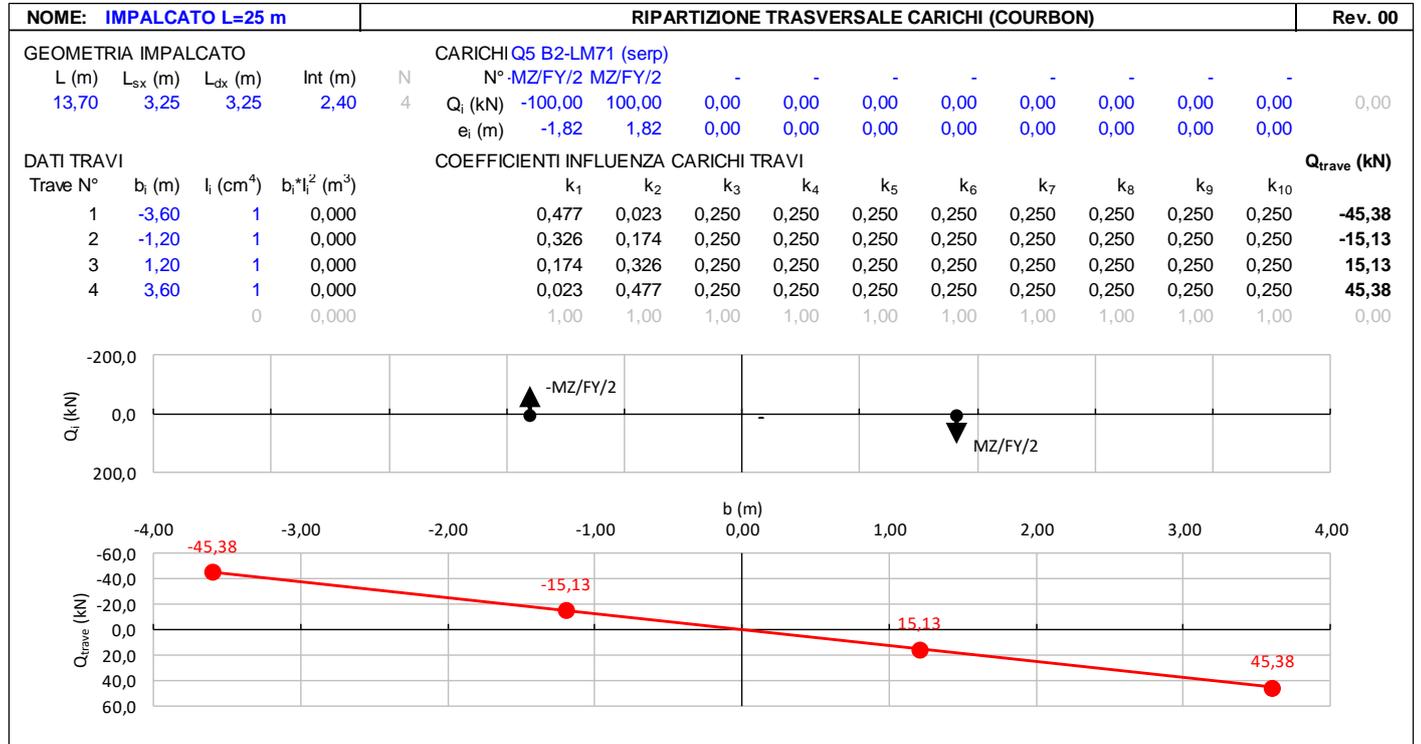


LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	60

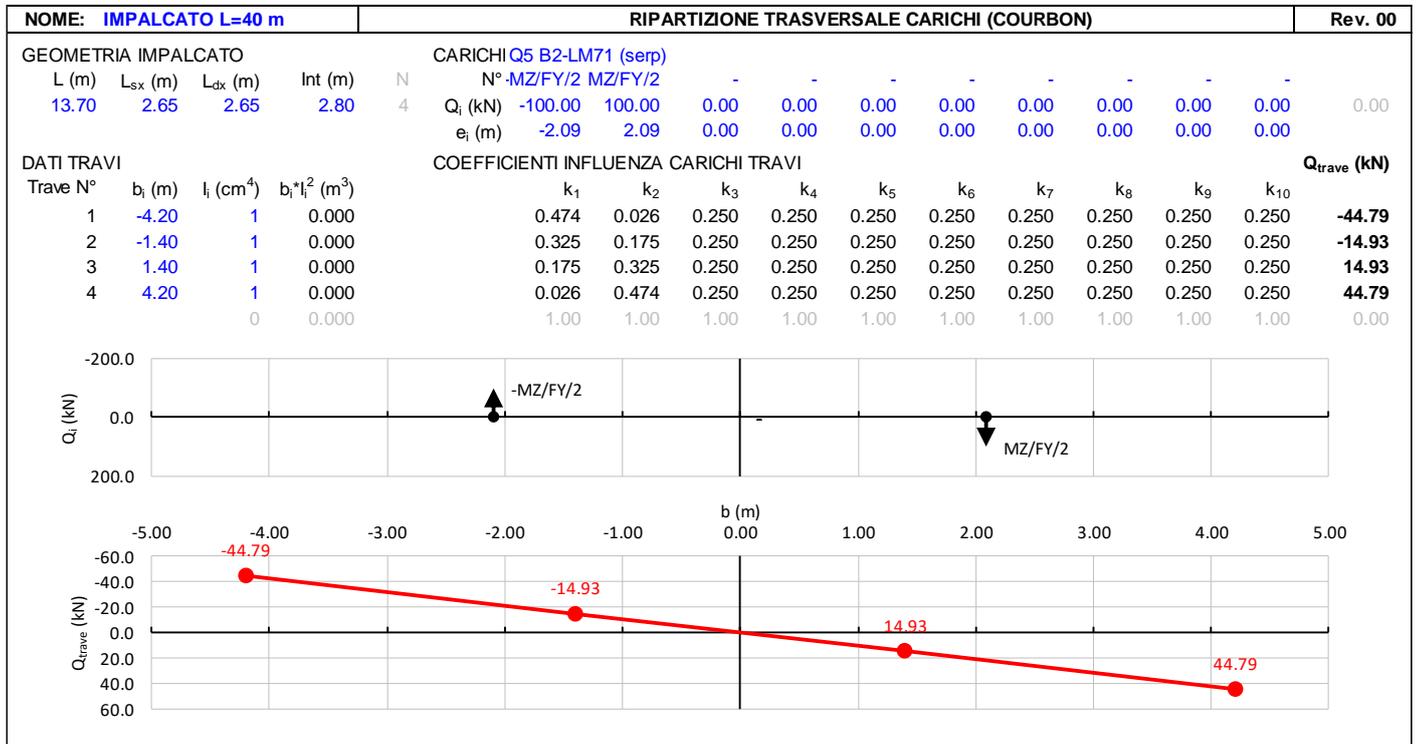
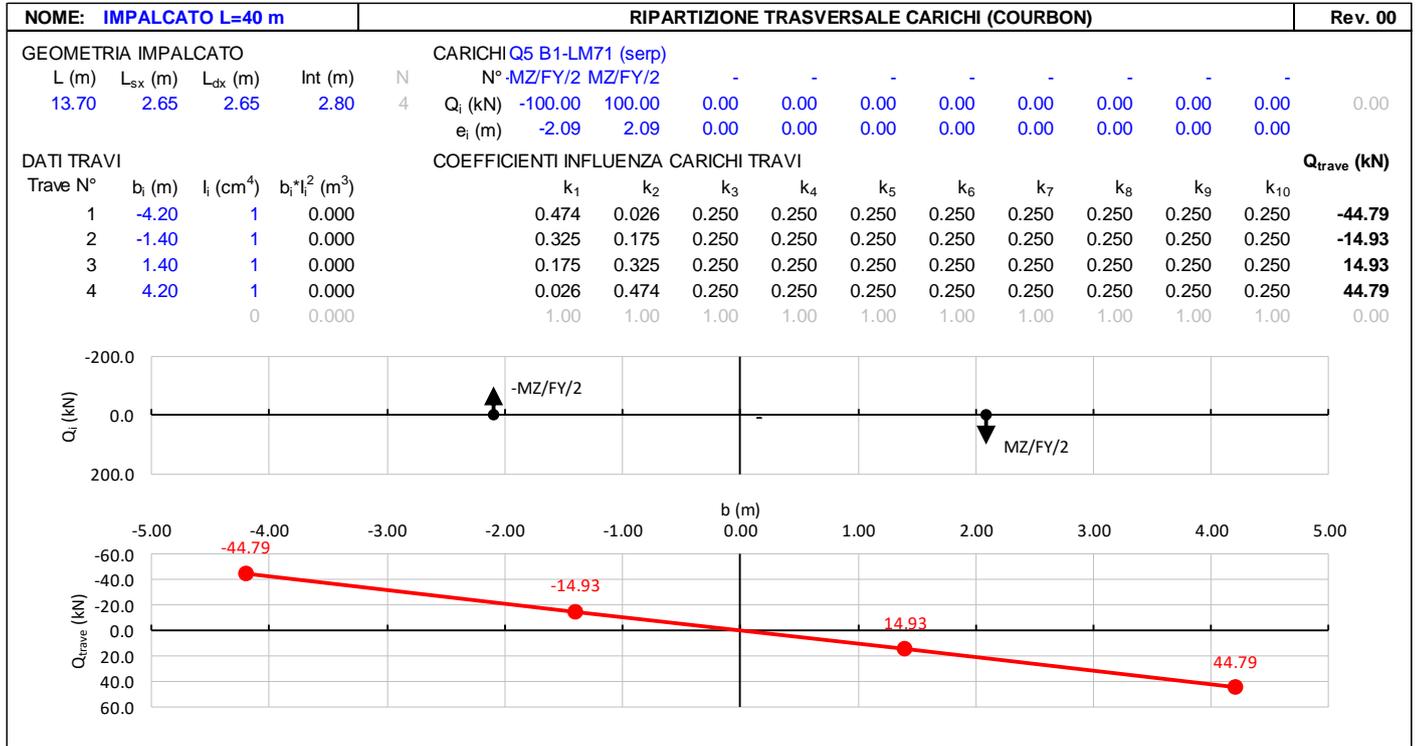


LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	61



 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	62

7.6.3 Azioni di avviamento e frenatura (Q₃)

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	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_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 α , 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			
α (-)	1.10	α (-)	1.00		
$Q_{3,f}$ (kN)	550.0	$Q_{3,f}$ (kN)	875.0		
$V_{3,f}$ (kNm)	79.6	$V_{3,f}$ (kNm)	126.6		
$Q_{3,a}$ (kN)	907.5	$Q_{3,a}$ (kN)	825.0		
$V_{3,a}$ (kNm)	131.3	$V_{3,a}$ (kNm)	119.4		
NOME: IMPALCATO L=40 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA			Rev. 00
L calcolo (m)	38.00	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)		3.80
L (m)	40.00	Lunghezza di binario carico			
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2			
α (-)	1.10	α (-)	1.00		
$Q_{3,f}$ (kN)	880.0	$Q_{3,f}$ (kN)	1400.0		
$V_{3,f}$ (kNm)	88.0	$V_{3,f}$ (kNm)	140.0		
$Q_{3,a}$ (kN)	1100.0	$Q_{3,a}$ (kN)	1000.0		
$V_{3,a}$ (kNm)	110.0	$V_{3,a}$ (kNm)	100.0		

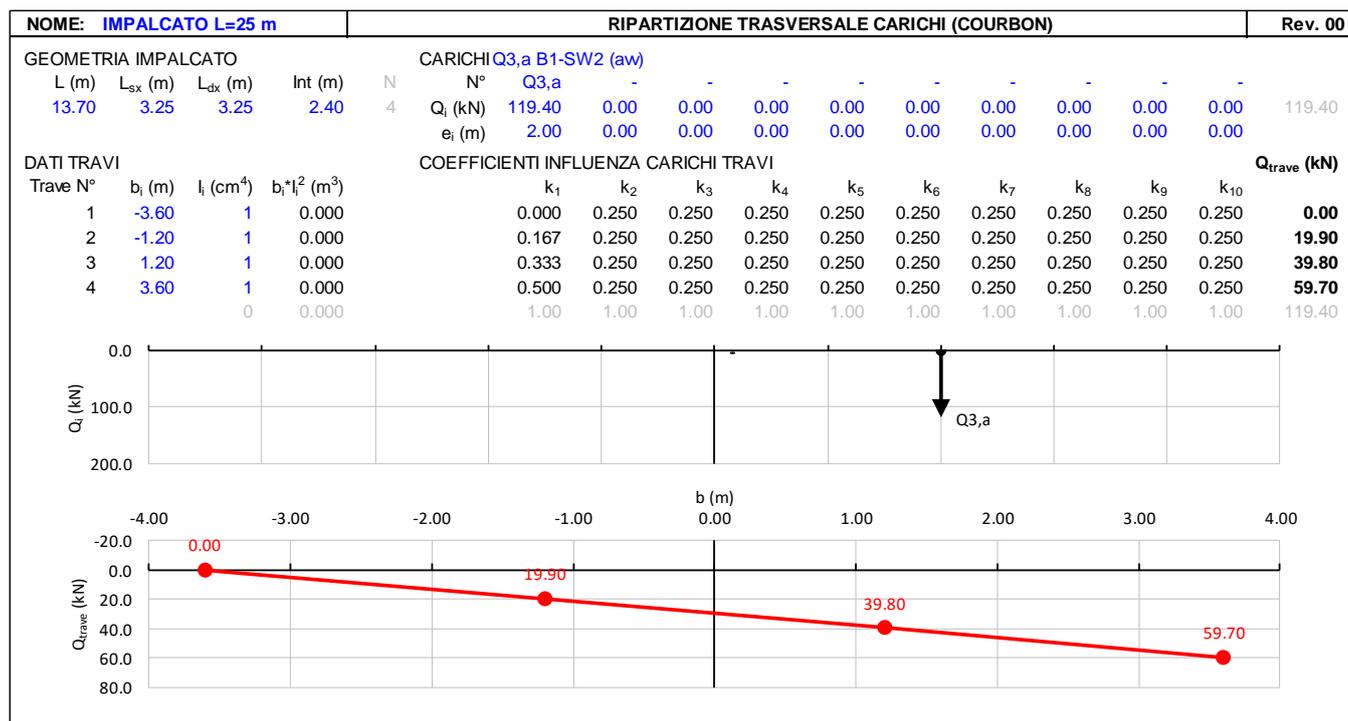
LINEA PESCARA – BARI

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

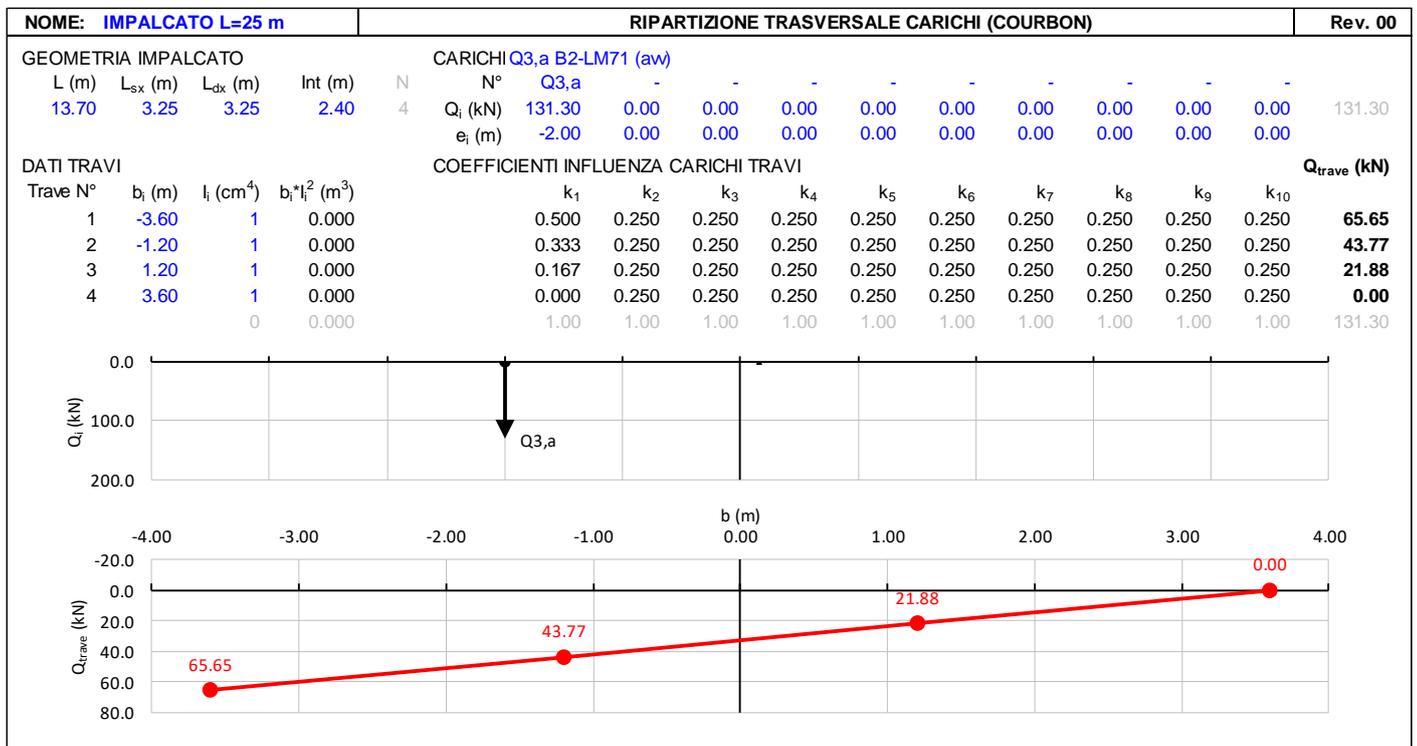
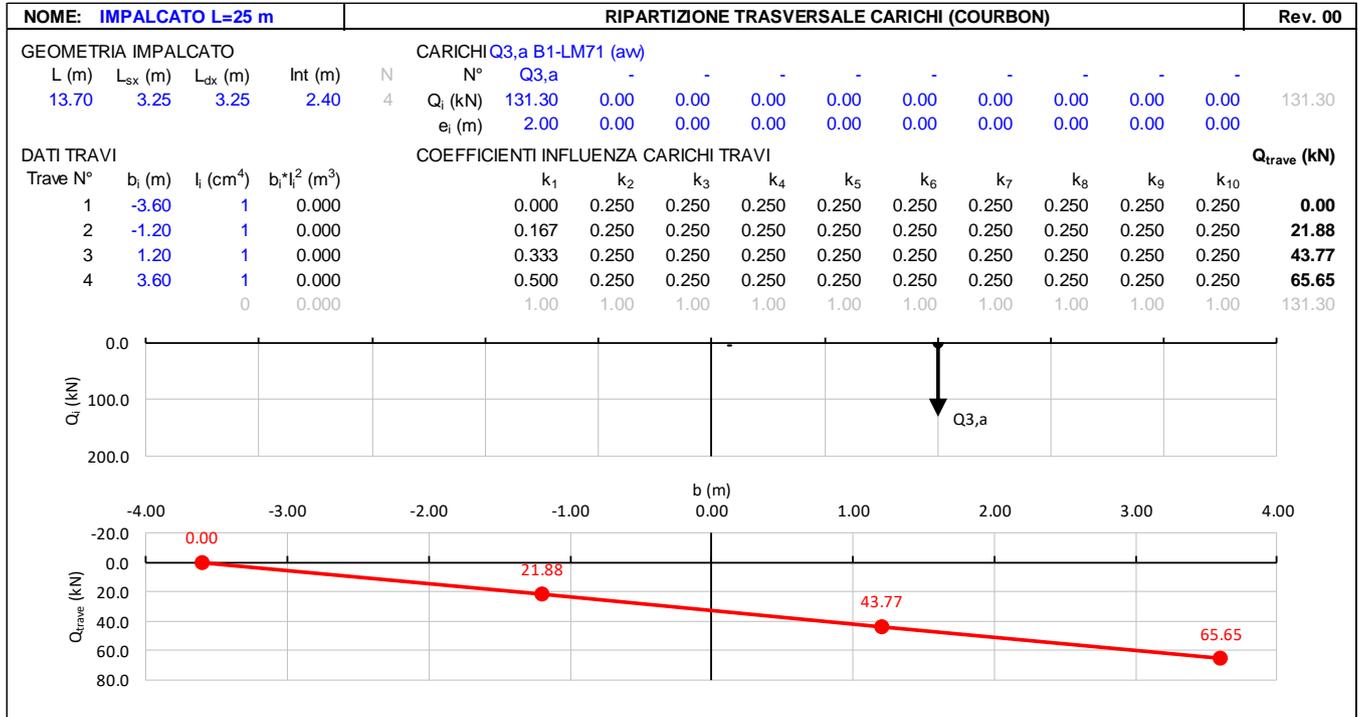
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	63

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.



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	64

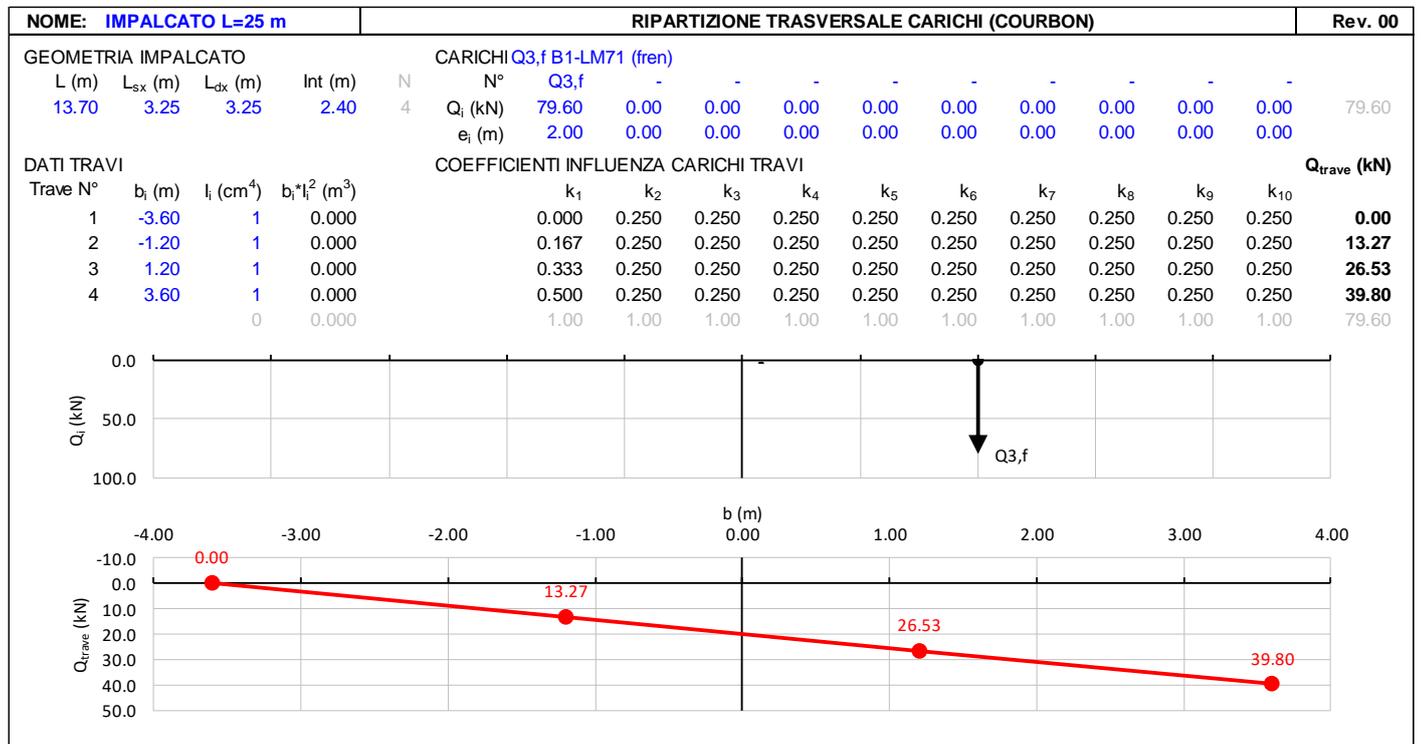
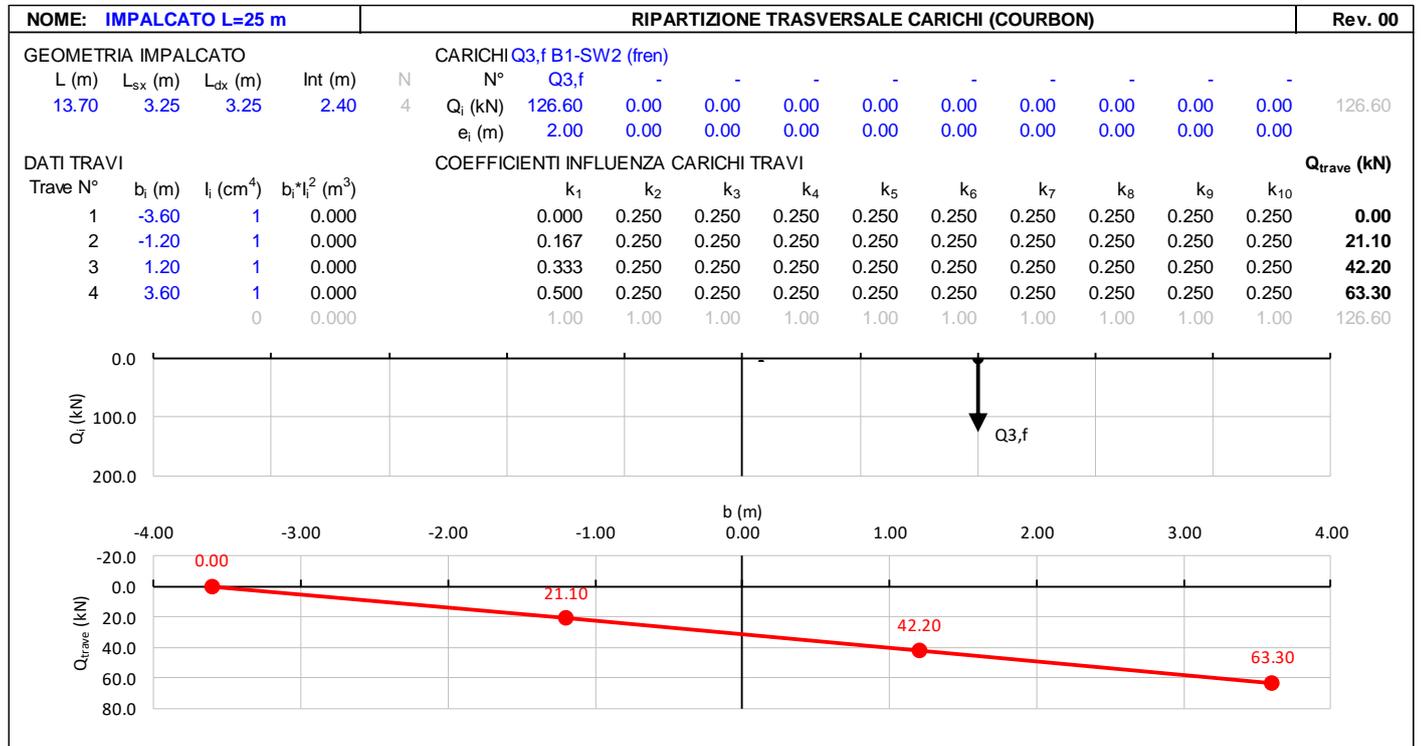


LINEA PESCARA – BARI

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

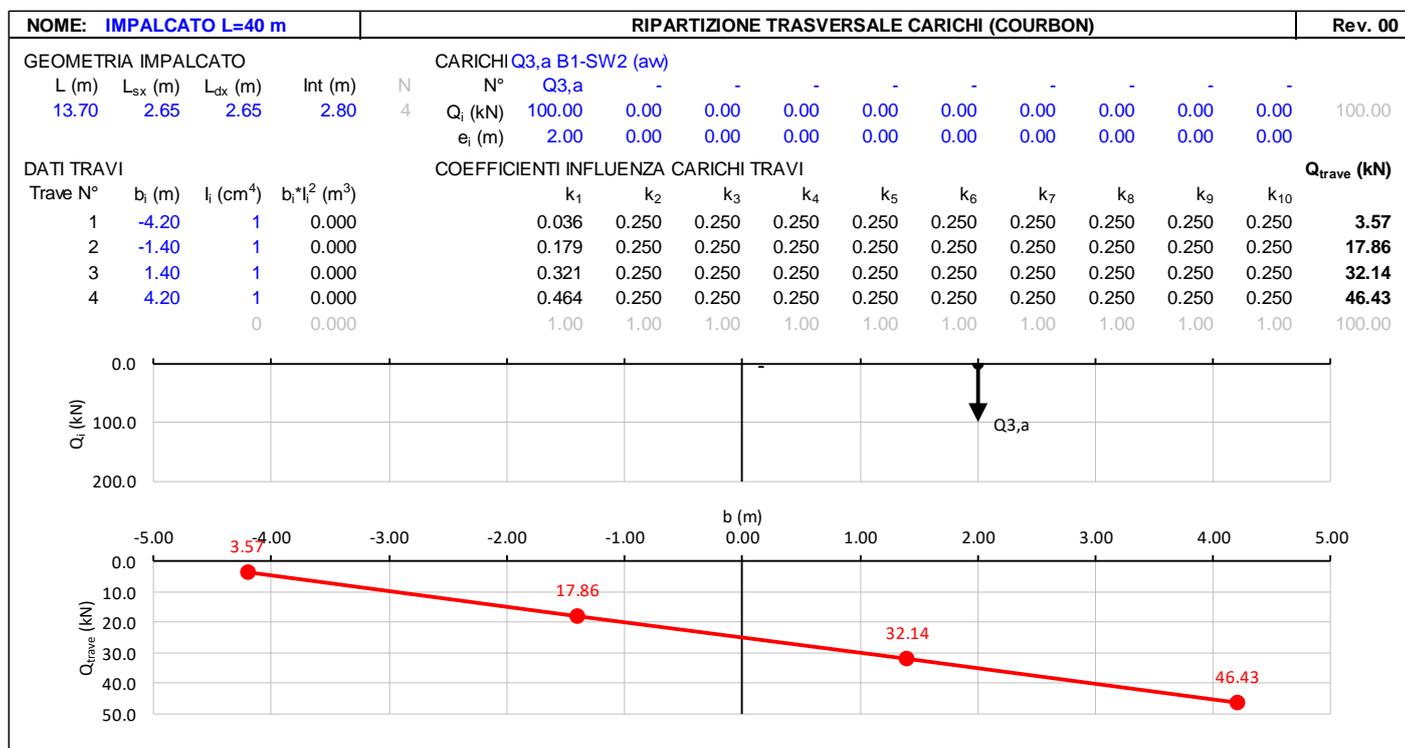
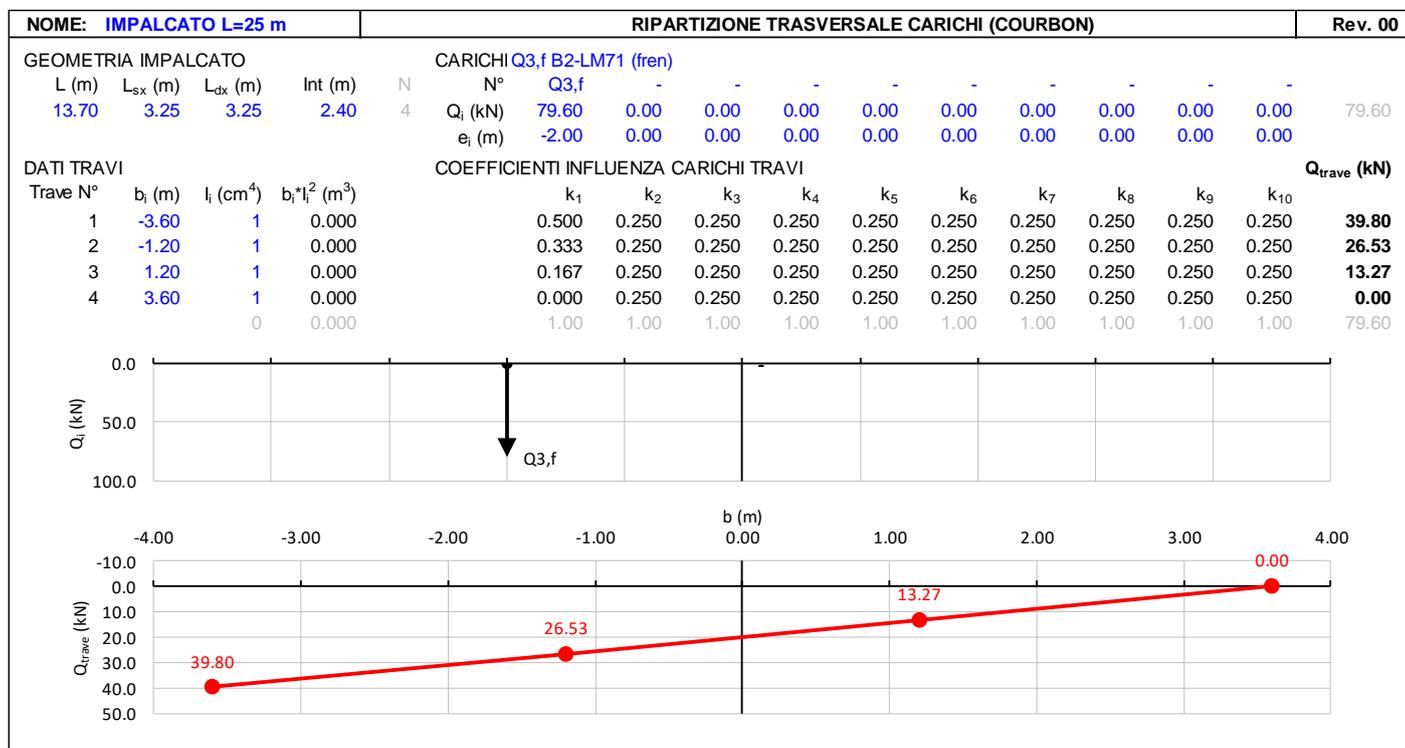
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	65



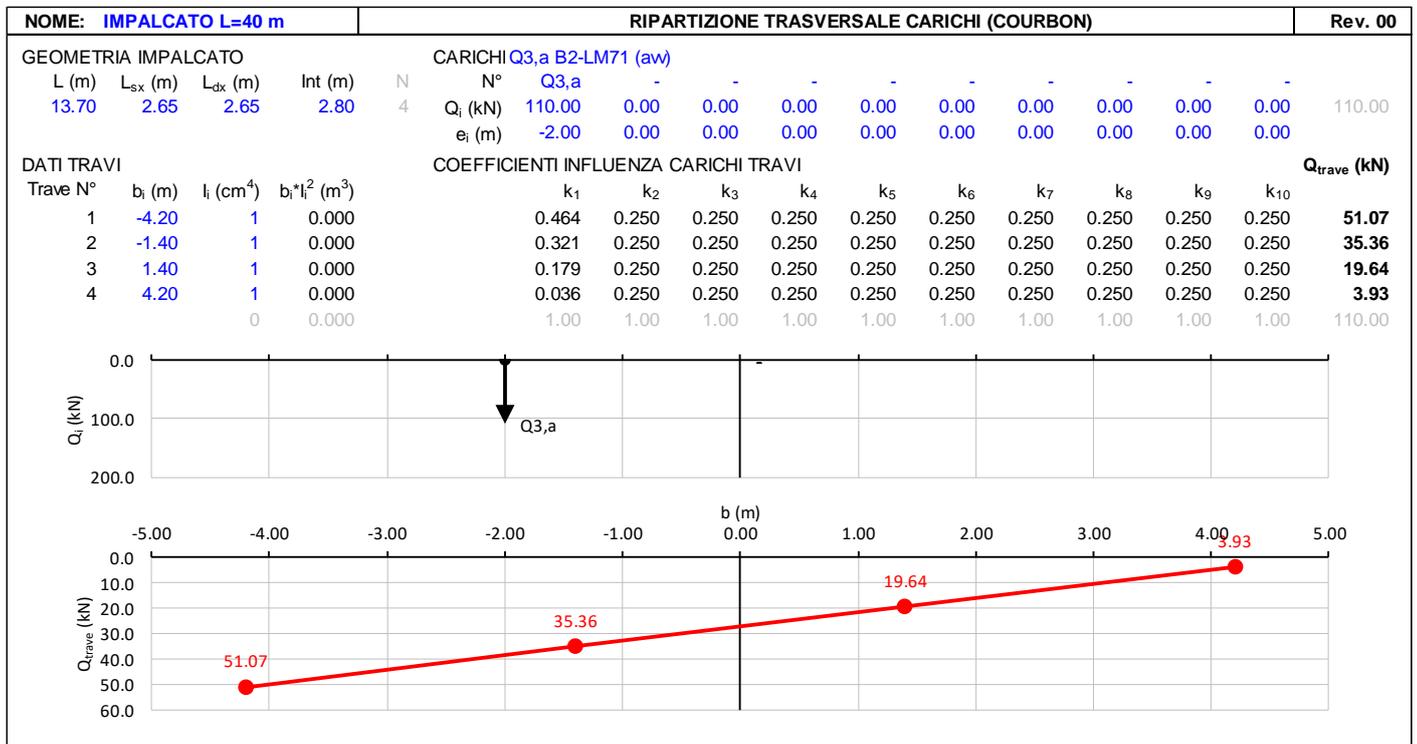
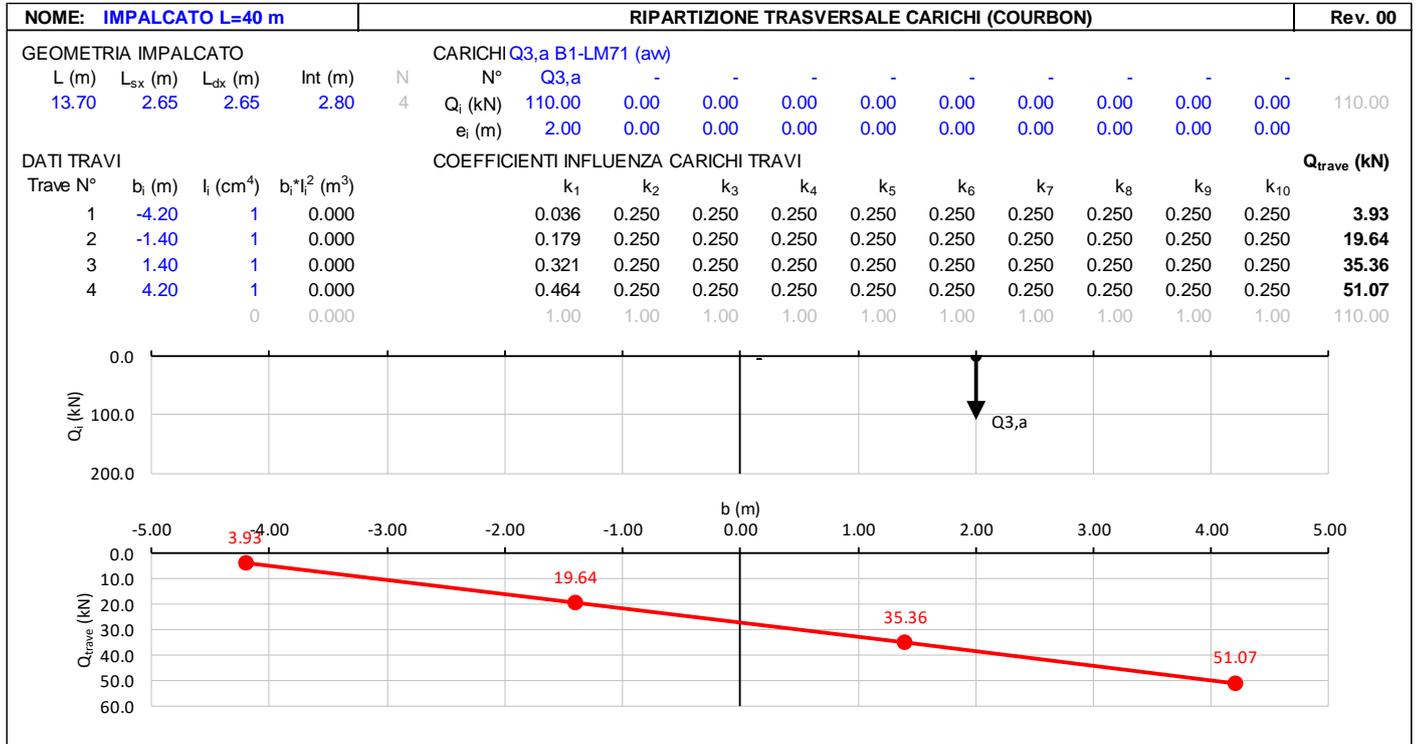
**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	66



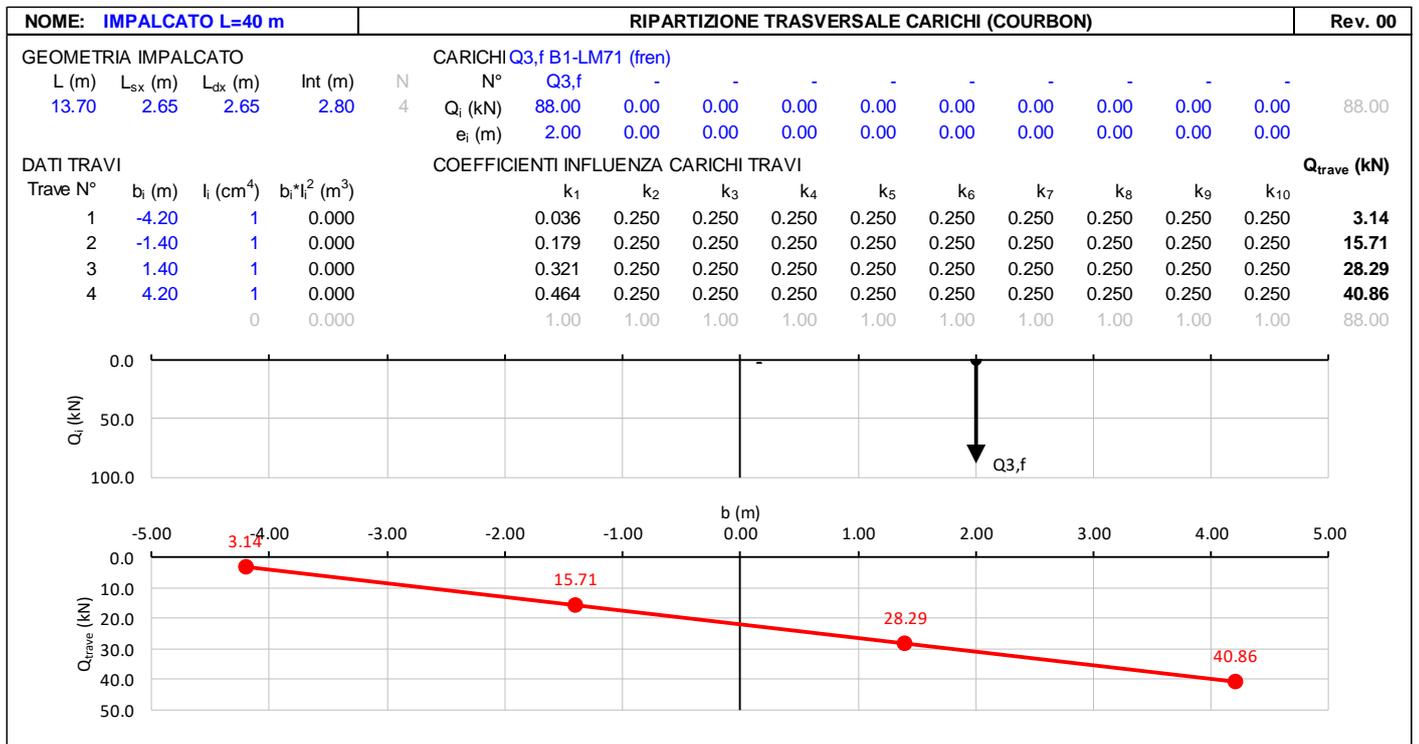
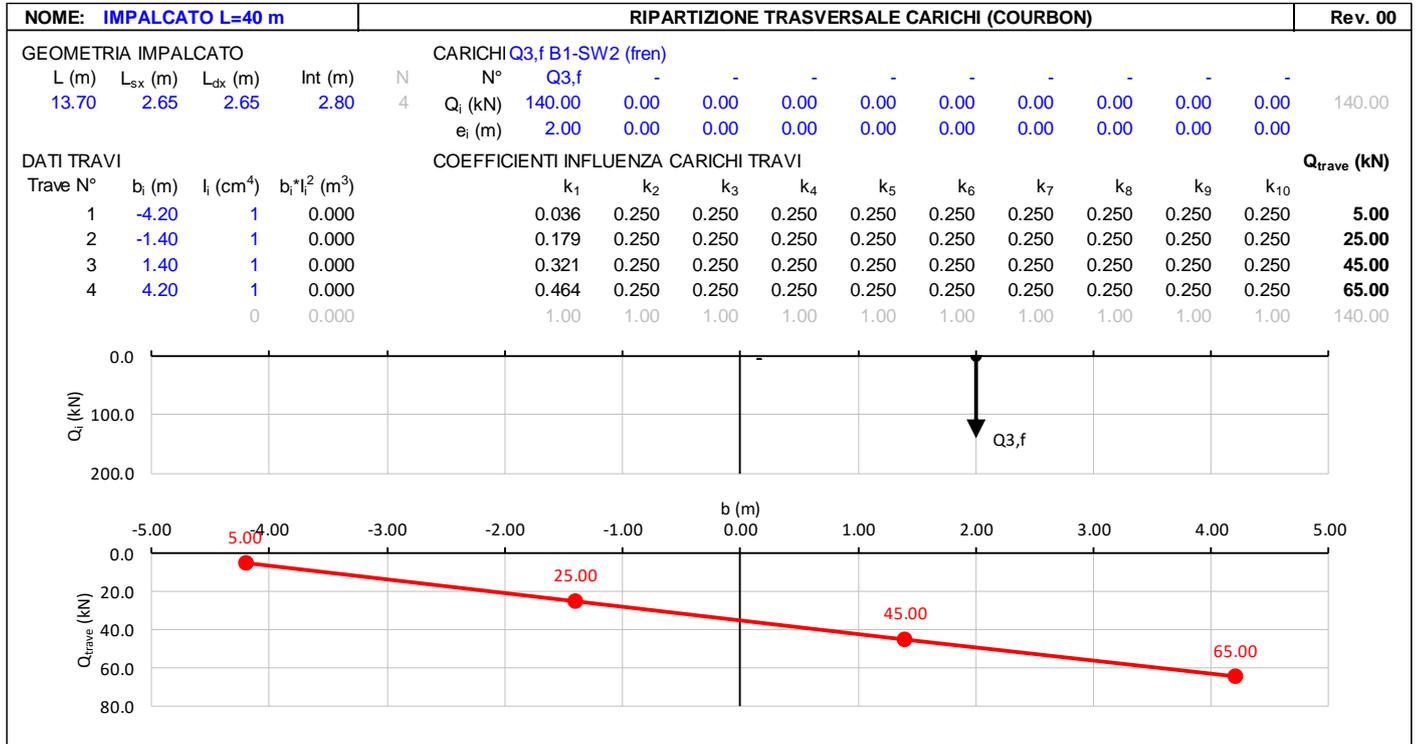
**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	67



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	68

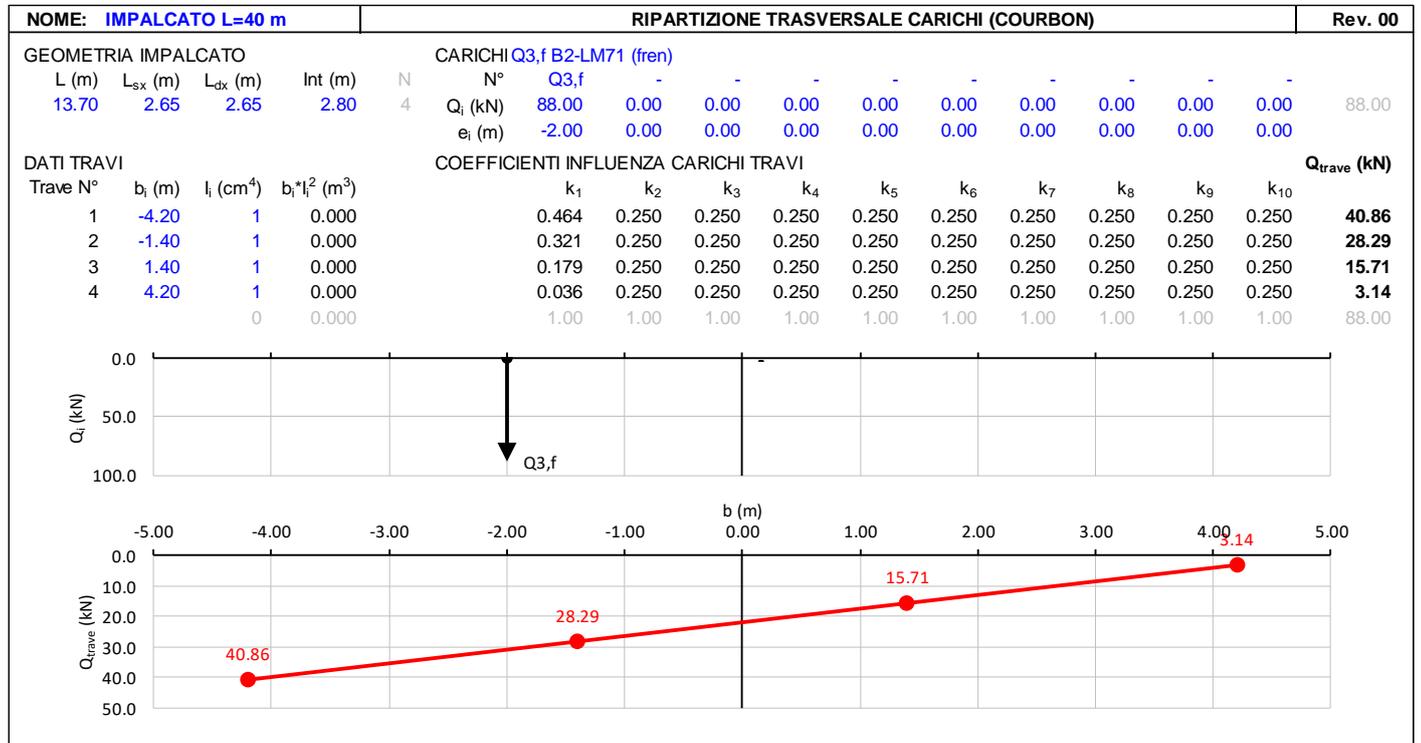


LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	69



MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	70

7.7 AZIONE DEL VENTO (Q_6)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_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:

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

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

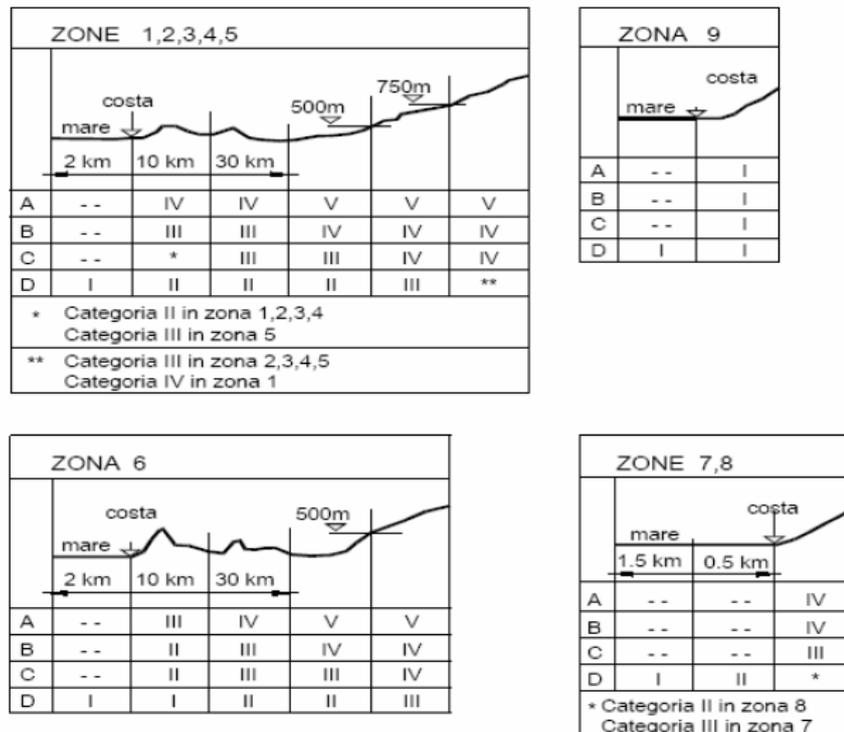


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	71

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	72



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

Figura 24 - 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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	73

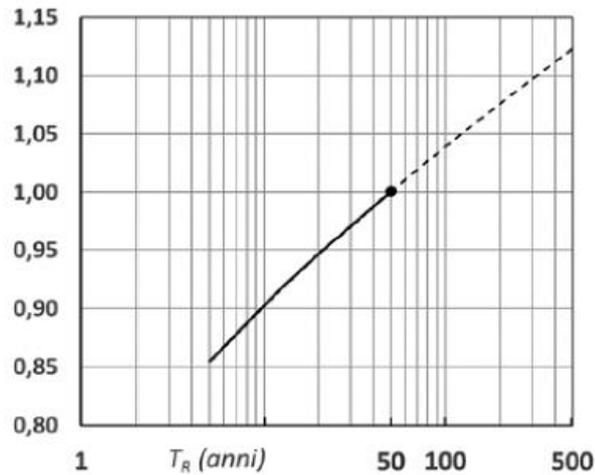


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 25 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno T_R

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	74

NOME: CAMPATA L=25 m		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)		F_y (kN)	206,3	
v_b (m/s)	27,00 Velocità base riferimento vento	z (m)	20,00	Altezza dal suolo impalcato	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	ρ (kg/m ³)	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: IMPALCATO L=25 m		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	0,00
					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											
Trave N°	b_i (m)	I_i (cm ⁴)	$b_i \cdot I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	Q_{trave} (kN)	
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	

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	75

NOME: IMPALCATO L=40m		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)	8.30	Altezza impalcato		L influenza (m)	20.00
$v_{b,0}$ (m/s)	27.00 Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	13.70	Larghezza impalcato		F_x (kN)	409.5
c_a	1.00 Coeff. altitudine	d/ h_{tot}	1.65 (§G.10.3)			F_y (kN)	326.1
v_b (m/s)	27.00 Velocità base riferimento vento	z (m)	20.00	Altezza dal suolo impalcato		M_z (kNm)	1033.0
T_R (anni)	75 Tempo ritorno vento	c_e	2.81	Coeff. esposizione			
c_r	1.037 Coeff. tempo ritorno	ρ (kg/m ³)	1.25	Massa specifica aria			
v_r (m/s)	27.99 Velocità riferimento vento	q_p (Pa)	1376	Pressione cinetica picco			
k_a	0.37 Fattore altitudine (Tab.3.I)	c_{fx}	1.79				
a_s (m s.l.m.)	20 Altitudine sito	c_{fy}	0.87				
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)	20.48 (§G.10.3)				
k_r	0.19 Fattore terreno (Tab.3.II)	f_y (kN/m)	16.31 (§G.11.1)				
z_{min} (m)	4.00 Altezza minima (Tab.3.II)	m_z (kNm/m)	51.65 (§G.11.1)				
z_0 (m)	0.05 Altezza rugosità (Tab.3.II)						
c_t	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: IMPALCATO L=40 m		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	2.65	2.65	2.80	4	Q_i (kN)	-326.13	326.13	326.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	326.13
					e_i (m)	-1.58	1.58	0.00	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 ⁴)	$b_i \cdot I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}			
1	-4.20	1	0.000	0.420	0.080	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	-29.15		
2	-1.40	1	0.000	0.307	0.193	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	44.64		
3	1.40	1	0.000	0.193	0.307	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	118.43		
4	4.20	1	0.000	0.080	0.420	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	192.21		
		0	0.000	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	326.13		

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	76

7.8 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	γ_E (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_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).

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	77

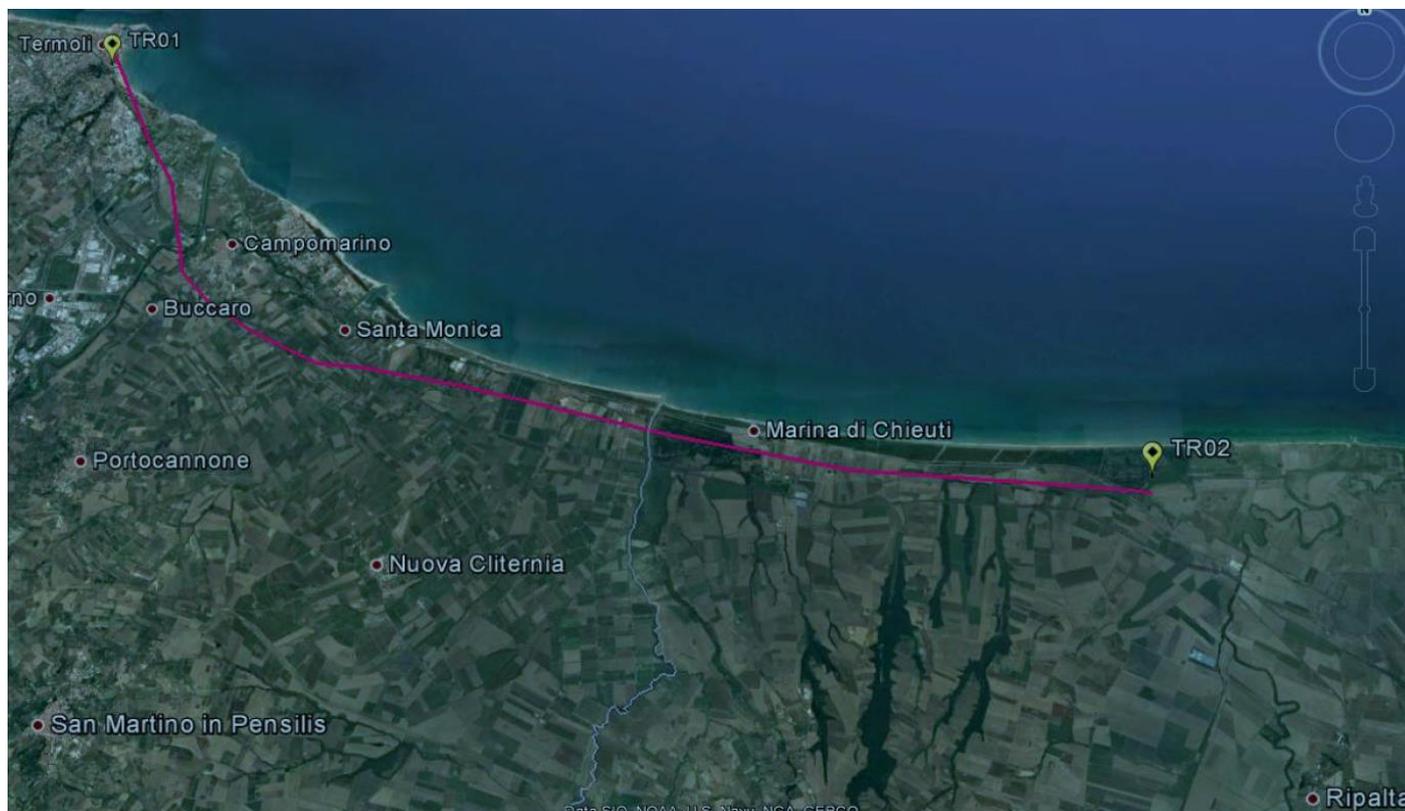


Figura 26- Configurazione planimetrica tracciato

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 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	78

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V _N [Anni] ⁽¹⁾
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 ⁽²⁾
(1) – La stessa V _N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

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

SLATO LIMITE	T _R [anni]	a _g [g]	F _o [-]	T _c [*] [s]
SLO	68	0,066	2,494	0,324
SLD	113	0,082	2,548	0,332
SLV	1068	0,195	2,532	0,375
SLC	2193	0,253	2,507	0,382

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

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

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

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

Probabilità di superamento

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

Tempo di ritorno

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

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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	79

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

“C”

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

Categoria topografica

“T1”

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

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

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

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

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

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

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

$S_e(T)$ accelerazione spettrale orizzontale [m/s²]

$S = S_S \cdot S_T$ 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%

ξ 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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	80

Categoria sottosuolo	S _s	C _c
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
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 _T
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/s²]

$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0.5}$ 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 _s	T _B	T _C	T _D
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.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	81

In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η 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 α_u/α_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.

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
	<p>VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:</p> <p>Relazione di calcolo pila di transizione</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	82

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 $q_0 = 1.50$.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	83

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,195 g
F_g	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
η	1,000
T_B	0,181 s
T_C	0,544 s
T_D	2,380 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,274
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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	84

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
η	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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	85

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

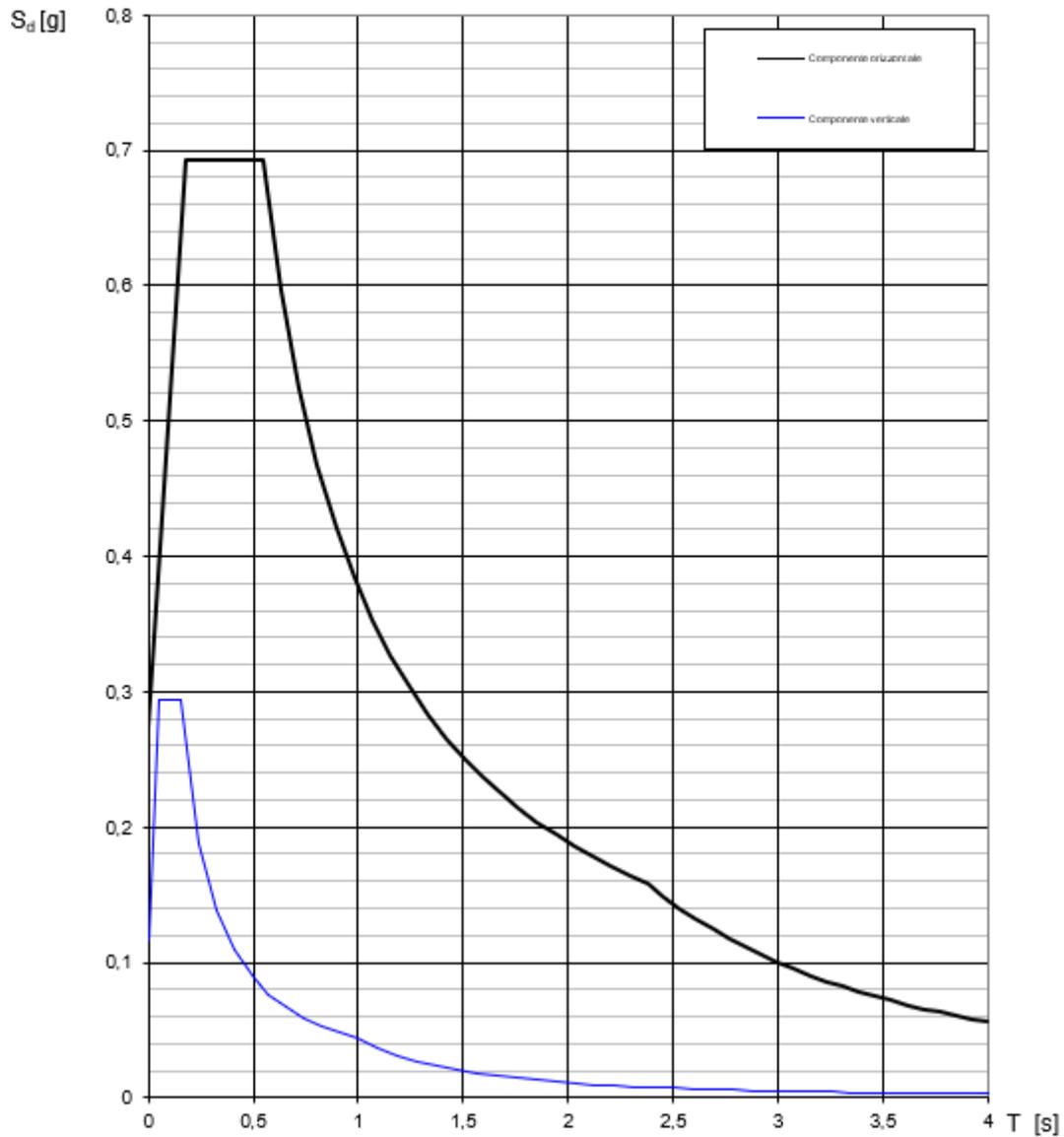


Figura 27- Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	86

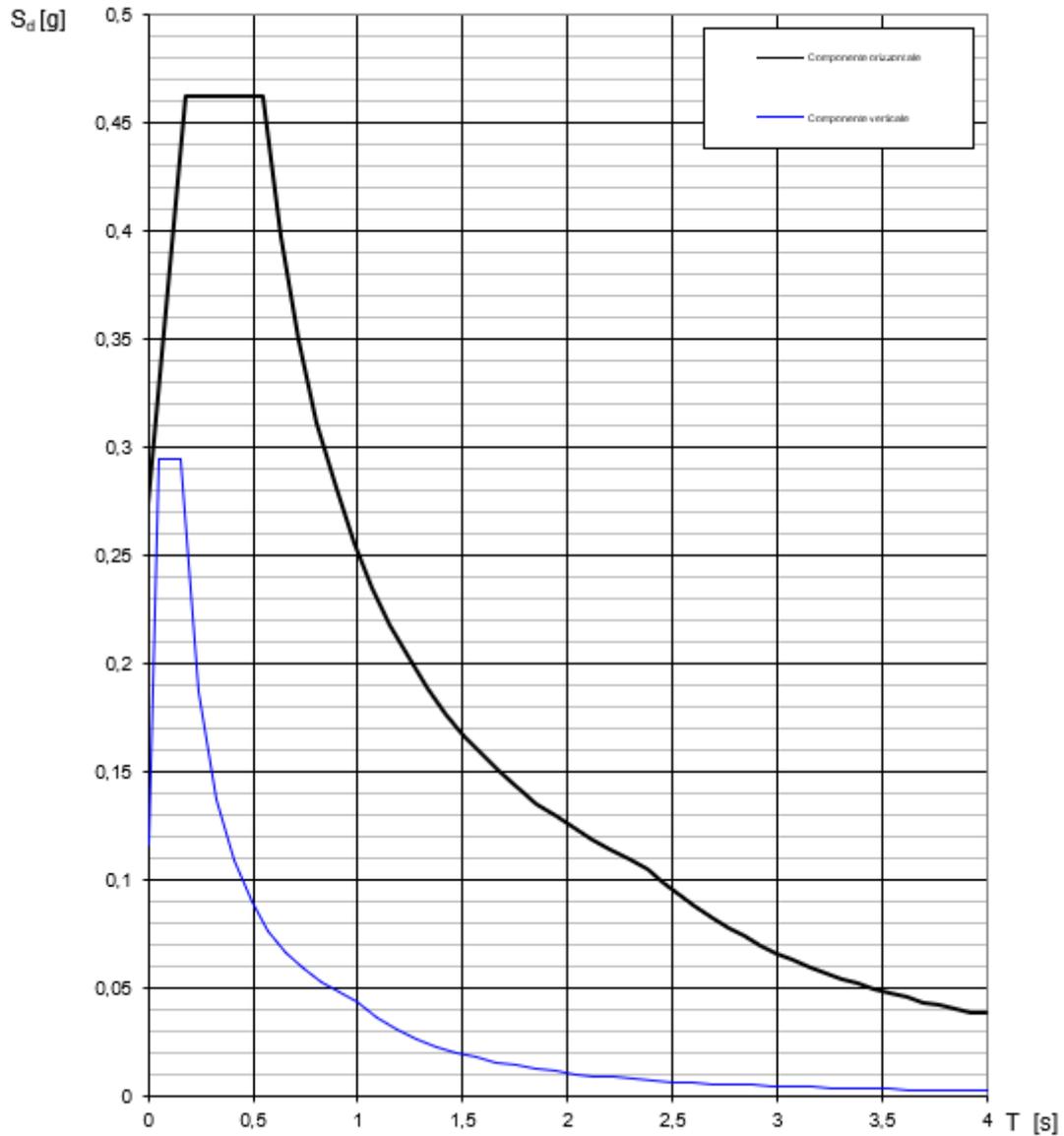


Figura 28- Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	87

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:

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

G massa totale efficace

G_1 masse dei pesi propri strutturali

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

Q_{kj} masse dei carichi accidentali

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

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

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

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

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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	88

7.9 VARIAZIONI TERMICHE (Q₇)

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 (Q₈)

Nome	Tipo	γ_E (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_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 $f = 3\%$.

$$Q_8 F_{a,G} = f \cdot \max(V_G) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

$$Q_8 F_{a,Q} = f \cdot \max(V_Q) \quad \text{per appoggio } i\text{-esimo}$$

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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	89

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.

	Lato Appoggi Fissi IMPALCATO ACCIAIO L=40m											
	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	-4,20	-0,60	1,10	-1,40	-0,60	1,10	1,40	-0,60	1,10	4,20	-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]
Permanenti												
G1 (peso proprio)	0	0	1310	0	0	670	0	0	670	0	0	1310
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	320	0	0	980	0	0	980	0	0	320
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	280	0	0	-140	0	0	-140	0	0	280
G2,3 (arredi)	0	0	540	0	0	-60	0	0	-60	0	0	540
G2,4 (barriere)	0	0	700	0	0	-300	0	0	-300	0	0	700
Q8 Fa,G (attrito)	94	0	0	34	0	0	34	0	0	94	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	61	0	0	395	0	0	728	0	0	1062
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1062	0	0	728	0	0	395	0	0	61
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	92	0	0	462	0	0	832	0	0	1201
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	-4	-214	0	-18	1214	0	-32	0	0	-46
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	-4	-236	0	-20	1336	0	-35	0	0	-51
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-51	1336	0	-35	-236	0	-20	0	0	-4
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-5	-300	0	-25	1700	0	-45	0	0	-65
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-3	-189	0	-16	1069	0	-28	0	0	-41
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-41	1069	0	-28	-189	0	-16	0	0	-3
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	50	-14	0	50	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	32	0	0	22	0	0	25	0	0	36	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	205	45	0	205	118	0	0	192

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	90

Lato Appoggi Scorrevoli IMPALCATO CAP L=25m												
	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	-1,20	-1,10	-1,21	-1,20	-1,10	1,21	-1,20	-1,10	3,62
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
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
Perm. non strutturali												
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
Accidentali da traffico												
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	234	25	0	0	78	0	0	132

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	91

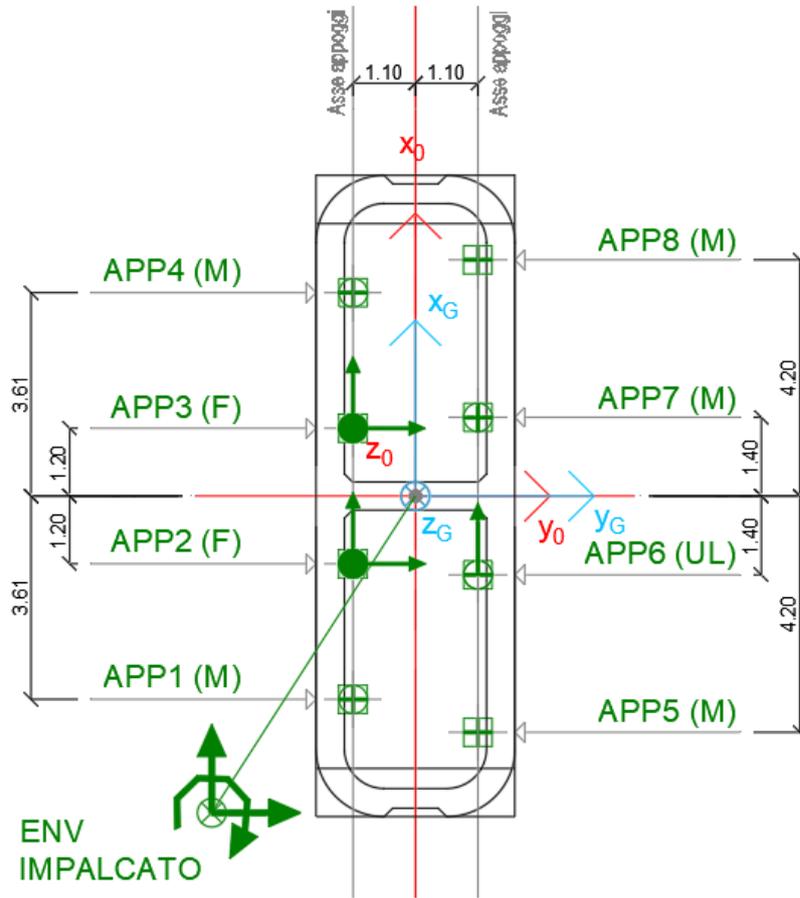


Figura 29 - Schema dei vincoli a terra impalcato

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	92

8. COMBINAZIONI DI CARICO

Le singole azioni elementari vengono combinate utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza γ_i e i coefficienti di combinazione ψ_i di seguito riportati:

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{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 ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_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 ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_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 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
Gruppi di carico	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽²⁾	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
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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 (Φ, α , 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 30 - Tipologie di combinazioni di carico

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:

Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	94

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	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	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	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
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	0,00	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	
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	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	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	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	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	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	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	
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	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	
SLU	4	14	SLU14	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	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	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	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	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	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	19	SLU19	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	5	20	SLU20	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	21	SLU21	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	22	SLU22	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	23	SLU23	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	6	24	SLU24	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	25	SLU25	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	26	SLU26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	27	SLU27	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	28	SLU28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	29	SLU29	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	30	SLU30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	7	31	SLU31	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	8	32	SLU32	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	33	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	34	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	9	35	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	36	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
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	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLE RA	10	38	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	
SLE																																	

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	95

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

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

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

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

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

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd}$ 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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	96

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

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

θ

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

α

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

α_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:

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

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

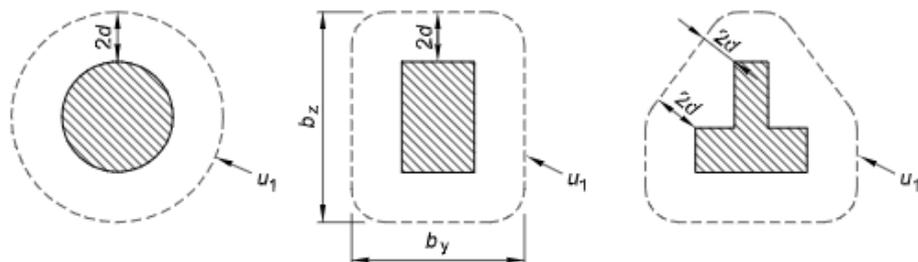
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

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



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	97

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

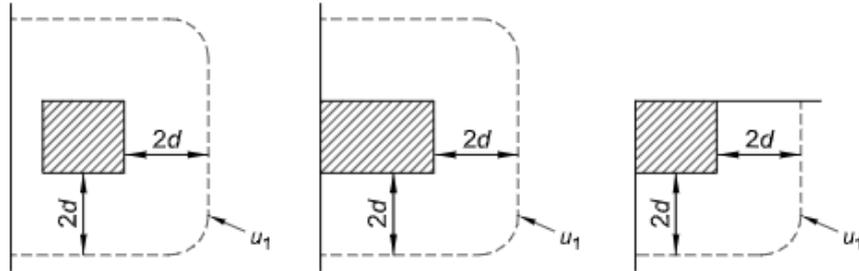


Figura 31 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

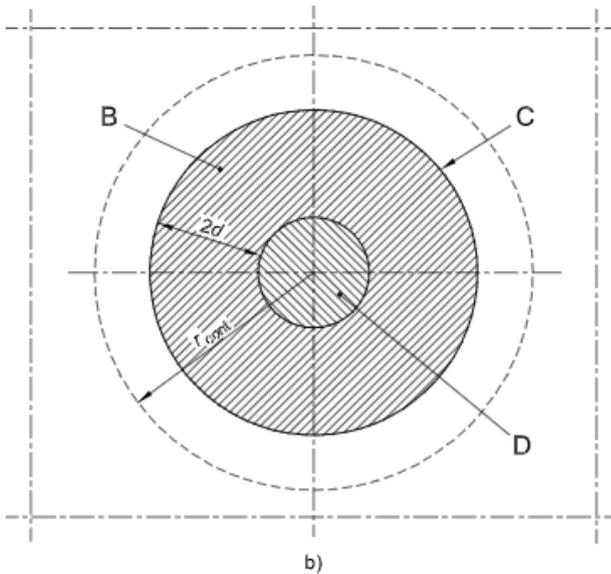
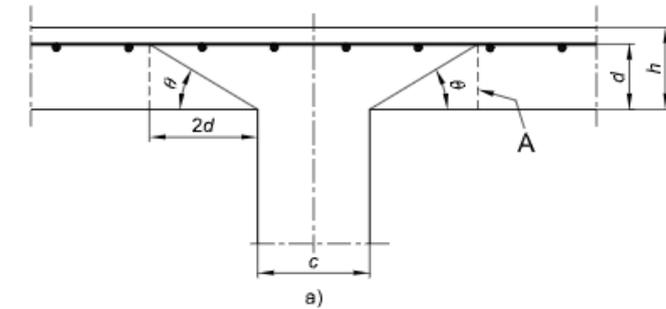


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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 32 – 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:

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	98

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

per piastra con armature a punzonamento

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

valore massimo assoluto

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

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

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

ρ_{1y}, ρ_{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

α

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

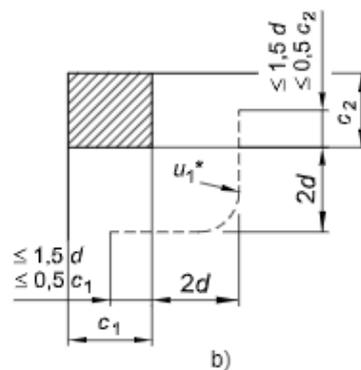
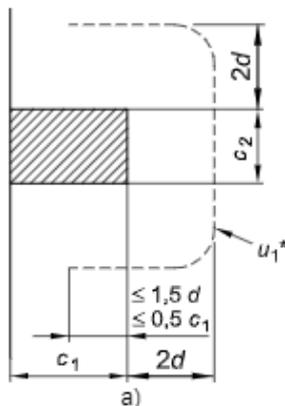


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente u_1 .

Legenda

a) Pilastro di bordo

b) Pilastro d'angolo

Figura 33 – Geometria dei perimetri pilastri per elementi d'angolo e di bordo

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	99

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:

$$E_d \leq C_d$$

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

$C_d = C(Y_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$ 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	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$ $w_3 = 0.40 \text{ mm}$

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	100

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 (Δ_{sm});
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura (ε_{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 HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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.

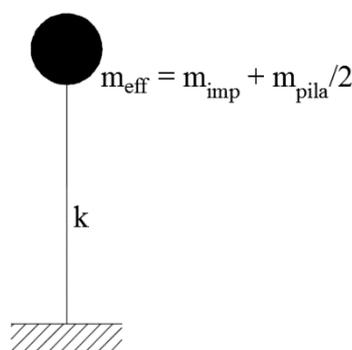


Figura 34 - Modello ad oscillatore semplice

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 e in acciaio-cls da 40 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.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	102

VERIFICA CONDIZIONI APPLICABILITA' ANALISI LINEARE (NTC2008-NTC2018)												
W_{imp} (kN)	14425	Peso impalcati				W_{fusto} (kN)	1572	Peso fusto pila				
$1/5 W_{imp}$ (kN)	2885	1/5 Peso impalcati (NTC2008-NTC2018)				$W_{pulsino}$ (kN)	1918	Peso pulvino+ritegni				
						$W_{eff,pila}$ (kN)	2704	Peso efficace pila (NTC2008)				
						$W_{eff,pila}$ (kN)	2442	Peso efficace pila (NTC2018)				
											$W_{eff,pila} < 1/5 W_{imp}$	OK VERIFICATO (NTC2008)

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, γ_{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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	103

11. ANALISI PILA DI TRANSIZIONE H=5.00 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.

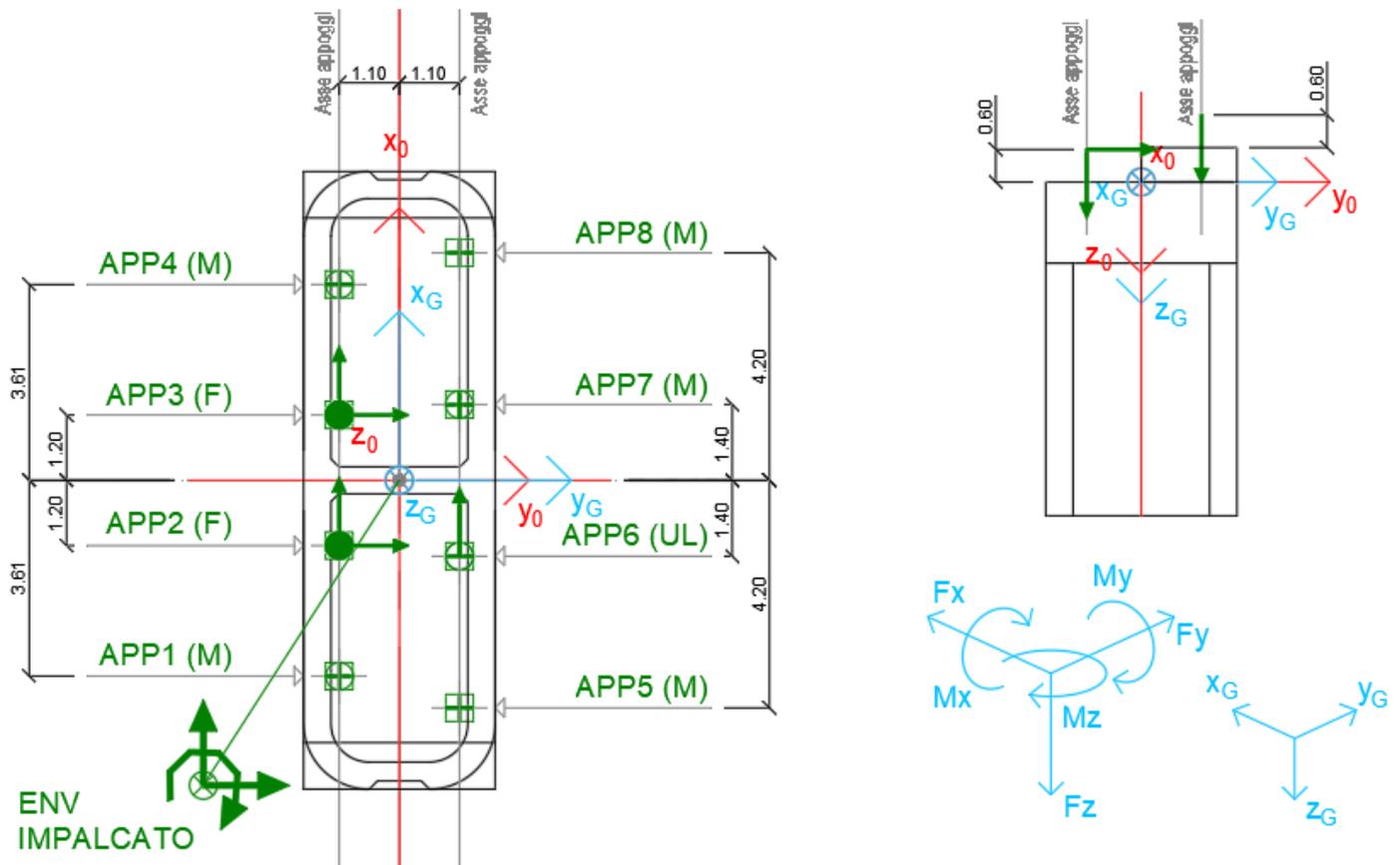


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	104

NOME: PILA P1 CAP-ACC H=5m			CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (IMPALCATO ACCIAIO L=40m)																
APPOGGIO 1 (M)	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)	
G1 (peso proprio)	0	0	1310	-4,20	1,10	-0,60	1441	5501	0	0	0	1310	1441	5501	0	
G2,1 (ballast)	0	0	320	-4,20	1,10	-0,60	352	1344	0	0	0	320	352	1344	0	
G2,2 (velette)	0	0	280	-4,20	1,10	-0,60	308	1176	0	0	0	280	308	1176	0	
G2,3 (arredi)	0	0	540	-4,20	1,10	-0,60	594	2268	0	0	0	540	594	2268	0	
G2,4 (barriere)	0	0	700	-4,20	1,10	-0,60	770	2940	0	0	0	700	770	2940	0	
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	-4	-4,20	1,10	-0,60	-4	-15	0	0	0	-4	-4	-15	0	
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	-4	-4,20	1,10	-0,60	-4	-17	0	0	0	-4	-4	-17	0	
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	-51	-4,20	1,10	-0,60	-56	-214	0	0	0	-51	-56	-214	0	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	-5	-4,20	1,10	-0,60	-6	-21	0	0	0	-5	-6	-21	0	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	-3	-4,20	1,10	-0,60	-3	-13	0	0	0	-3	-3	-13	0	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-41	-4,20	1,10	-0,60	-45	-172	0	0	0	-41	-45	-172	0	
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-4,20	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-4,20	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-4,20	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-4,20	1,10	-0,60	-45	-171	0	0	0	-41	-45	-171	0	
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-4,20	1,10	-0,60	-49	-188	0	0	0	-45	-49	-188	0	
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-4,20	1,10	-0,60	-49	-188	0	0	0	-45	-49	-188	0	
Q6 (vento)	0	0	-29	-4,20	1,10	-0,60	-32	-123	0	0	0	-29	-32	-123	0	
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	61	-4,20	1,10	-0,60	67	256	0	0	0	61	67	256	0	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1062	-4,20	1,10	-0,60	1168	4460	0	0	0	1062	1168	4460	0	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	92	-4,20	1,10	-0,60	102	388	0	0	0	92	102	388	0	
Q8 Fa,G (attrito)	0	94	0	-4,20	1,10	-0,60	57	0	-397	0	94	0	57	0	-397	
Q8 Fa,Q (attrito)	0	32	0	-4,20	1,10	-0,60	19	0	-134	0	32	0	19	0	-134	
APPOGGIO 2 (F)	F _{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)	
G1 (peso proprio)	0	0	670	-1,40	1,10	-0,60	737	938	0	0	0	670	737	938	0	
G2,1 (ballast)	0	0	980	-1,40	1,10	-0,60	1078	1372	0	0	0	980	1078	1372	0	
G2,2 (velette)	0	0	-140	-1,40	1,10	-0,60	-154	-196	0	0	0	-140	-154	-196	0	
G2,3 (arredi)	0	0	-60	-1,40	1,10	-0,60	-66	-84	0	0	0	-60	-66	-84	0	
G2,4 (barriere)	0	0	-300	-1,40	1,10	-0,60	-330	-420	0	0	0	-300	-330	-420	0	
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	-214	-18	-1,40	1,10	-0,60	-148	-25	300	0	-214	-18	-148	-25	300	
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-236	-20	-1,40	1,10	-0,60	-163	-27	330	0	-236	-20	-163	-27	330	
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1336	-35	-1,40	1,10	-0,60	763	-50	-1870	0	1336	-35	763	-50	-1870	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-300	-25	-1,40	1,10	-0,60	-208	-35	420	0	-300	-25	-208	-35	420	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-189	-16	-1,40	1,10	-0,60	-130	-22	264	0	-189	-16	-130	-22	264	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	1069	-28	-1,40	1,10	-0,60	610	-40	-1496	0	1069	-28	610	-40	-1496	
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-1,40	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-1,40	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-1,40	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,40	1,10	-0,60	-15	-49	-55	50	0	-14	-15	-49	-55	
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,40	1,10	-0,60	-16	-54	-61	55	0	-15	-16	-54	-61	
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,40	1,10	-0,60	-16	-54	-61	55	0	-15	-16	-54	-61	
Q6 (vento)	205	0	45	-1,40	1,10	-0,60	49	-60	-225	205	0	45	49	-60	-225	
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	395	-1,40	1,10	-0,60	434	553	0	0	0	395	434	553	0	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	728	-1,40	1,10	-0,60	801	1020	0	0	0	728	801	1020	0	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	462	-1,40	1,10	-0,60	508	647	0	0	0	462	508	647	0	
Q8 Fa,G (attrito)	0	34	0	-1,40	1,10	-0,60	21	0	-48	0	34	0	21	0	-48	
Q8 Fa,Q (attrito)	0	22	0	-1,40	1,10	-0,60	13	0	-31	0	22	0	13	0	-31	
APPOGGIO 3 (F)	F _{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)	
G1 (peso proprio)	0	0	670	1,40	1,10	-0,60	737	-938	0	0	0	670	737	-938	0	
G2,1 (ballast)	0	0	980	1,40	1,10	-0,60	1078	-1372	0	0	0	980	1078	-1372	0	
G2,2 (velette)	0	0	-140	1,40	1,10	-0,60	-154	196	0	0	0	-140	-154	196	0	
G2,3 (arredi)	0	0	-60	1,40	1,10	-0,60	-66	84	0	0	0	-60	-66	84	0	
G2,4 (barriere)	0	0	-300	1,40	1,10	-0,60	-330	420	0	0	0	-300	-330	420	0	
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	1214	-32	1,40	1,10	-0,60	693	45	1700	0	1214	-32	693	45	1700	
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1336	-35	1,40	1,10	-0,60	763	50	1870	0	1336	-35	763	50	1870	
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-236	-20	1,40	1,10	-0,60	-163	27	-330	0	-236	-20	-163	27	-330	
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1700	-45	1,40	1,10	-0,60	971	63	2380	0	1700	-45	971	63	2380	
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	1069	-28	1,40	1,10	-0,60	610	40	1496	0	1069	-28	610	40	1496	
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-189	-16	1,40	1,10	-0,60	-130	22	-264	0	-189	-16	-130	22	-264	
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	1,40	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	1,40	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	1,40	1,10	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,40	1,10	-0,60	15	-49	-55	50	0	14	15	-49	-55	
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,40	1,10	-0,60	16	-54	-61	55	0	15	16	-54	-61	
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,40	1,10	-0,60	16	-54	-61	55	0	15	16	-54	-61	
Q6 (vento)	205	0	118	1,40	1,10	-0,60	130	-289	-225	205	0	118	130	-289	-225	
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	728	1,40	1,10	-0,60	801	-1020	0	0	0	728	801	-1020	0	
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	395	1,40	1,10	-0,60	434	-553	0	0	0	395	434	-553	0	
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	832	1,40	1,10	-0,60	915	-1164	0	0	0	832	915	-1164	0	
Q8 Fa,G (attrito)	0	34	0	1,40	1,10	-0,60	21	0	48	0	34	0	21	0	48	
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	1,40	1,10	-0,60	15	0	35	0	25	0	15	0	35	

LINEA PESCARA – BARI

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:

Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	105

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

LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO CAP L=25m)

APPOGGIO 5 (M)	F _{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)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	-3,62	-1,10	-1,20	-1183	3887	0	0	0	1075	-1183	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	-1,10	-1,20	-358	1175	0	0	0	325	-358	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	-1,10	-1,20	-248	813	0	0	0	225	-248	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	-1,10	-1,20	-468	1536	0	0	0	425	-468	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	-1,10	-1,20	-633	2079	0	0	0	575	-633	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	66	-3,62	-1,10	-1,20	-72	237	0	0	0	66	-72	237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	-3,62	-1,10	-1,20	-44	144	0	0	0	40	-44	144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	-1,10	-1,20	45	-149	0	0	0	-41	45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-1,20	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	-1,10	-1,20	50	-164	0	0	0	-45	50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	-1,10	-1,20	32	-106	0	0	0	-29	32	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	-1,10	-1,20	17	-56	0	0	0	-15	17	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	-1,10	-1,20	-867	2850	0	0	0	788	-867	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	-1,10	-1,20	95	0	-285	0	79	0	95	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	-1,10	-1,20	28	0	-85	0	24	0	28	0	-85

APPOGGIO 6 (UL)	F _{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)
G1 (peso proprio)	0	0	475	-1,21	-1,10	-1,20	-523	573	0	0	0	475	-523	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	-1,10	-1,20	-550	603	0	0	0	500	-550	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	-1,10	-1,20	151	-166	0	0	0	-138	151	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	-1,10	-1,20	248	-271	0	0	0	-225	248	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	-1,10	-1,20	358	-392	0	0	0	-325	358	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	20	-1,21	-1,10	-1,20	-22	24	0	0	0	20	-22	24	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	22	-1,21	-1,10	-1,20	-24	26	0	0	0	22	-24	26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	44	-1,21	-1,10	-1,20	-48	53	0	0	0	44	-48	53	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	21	-1,21	-1,10	-1,20	-23	25	0	0	0	21	-23	25	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	13	-1,21	-1,10	-1,20	-15	16	0	0	0	13	-15	16	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	27	-1,21	-1,10	-1,20	-29	32	0	0	0	27	-29	32	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	-1,21	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	-1,21	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	-1,21	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-14	-1,21	-1,10	-1,20	15	-137	110	100	0	-14	15	-137	110
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	-1,10	-1,20	17	-150	121	110	0	-15	17	-150	121
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	-1,10	-1,20	17	-150	121	110	0	-15	17	-150	121
Q6 (vento)	234	0	25	-1,21	-1,10	-1,20	-27	-251	258	234	0	25	-27	-251	258
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	-1,10	-1,20	-278	304	0	0	0	253	-278	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	-1,10	-1,20	-572	627	0	0	0	520	-572	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	-1,10	-1,20	-311	340	0	0	0	283	-311	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	-1,10	-1,20	10	0	-10	0	9	0	10	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	-1,10	-1,20	19	0	-19	0	16	0	19	0	-19

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	106

APPOGGIO 7 (M)	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)
G1 (peso proprio)	0	0	475	1,21	-1,10	-1,20	-523	-573	0	0	0	475	-523	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	-1,10	-1,20	-550	-603	0	0	0	500	-550	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	-1,10	-1,20	151	166	0	0	0	-138	151	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	-1,10	-1,20	248	271	0	0	0	-225	248	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	-1,10	-1,20	358	392	0	0	0	-325	358	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	40	1,21	-1,10	-1,20	-44	-48	0	0	0	40	-44	-48	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	44	1,21	-1,10	-1,20	-48	-53	0	0	0	44	-48	-53	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	22	1,21	-1,10	-1,20	-24	-26	0	0	0	22	-24	-26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	42	1,21	-1,10	-1,20	-46	-51	0	0	0	42	-46	-51	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	27	1,21	-1,10	-1,20	-29	-32	0	0	0	27	-29	-32	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	13	1,21	-1,10	-1,20	-15	-16	0	0	0	13	-15	-16	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	1,21	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	1,21	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	1,21	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	14	1,21	-1,10	-1,20	-15	-17	0	0	0	14	-15	-17	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	-1,10	-1,20	-17	-18	0	0	0	15	-17	-18	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	-1,10	-1,20	-17	-18	0	0	0	15	-17	-18	0
Q6 (vento)	0	0	78	1,21	-1,10	-1,20	-86	-95	0	0	0	78	-86	-95	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	-1,10	-1,20	-572	-627	0	0	0	520	-572	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	-1,10	-1,20	-278	-304	0	0	0	253	-278	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	-1,10	-1,20	-622	-681	0	0	0	565	-622	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	-1,10	-1,20	10	0	10	0	9	0	10	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	-1,10	-1,20	20	0	20	0	17	0	20	0	20
APPOGGIO 8 (M)	F _{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)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	3,62	-1,10	-1,20	-1183	-3887	0	0	0	1075	-1183	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	-1,10	-1,20	-358	-1175	0	0	0	325	-358	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	-1,10	-1,20	-248	-813	0	0	0	225	-248	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	-1,10	-1,20	-468	-1536	0	0	0	425	-468	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	-1,10	-1,20	-633	-2079	0	0	0	575	-633	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	60	3,62	-1,10	-1,20	-66	-216	0	0	0	60	-66	-216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	66	3,62	-1,10	-1,20	-72	-237	0	0	0	66	-72	-237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	63	3,62	-1,10	-1,20	-70	-229	0	0	0	63	-70	-229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	40	3,62	-1,10	-1,20	-44	-144	0	0	0	40	-44	-144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	0	3,62	-1,10	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	-1,10	-1,20	-45	-149	0	0	0	41	-45	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-1,20	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	-1,10	-1,20	-50	-164	0	0	0	45	-50	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	-1,10	-1,20	-146	-478	0	0	0	132	-146	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	-1,10	-1,20	-867	-2850	0	0	0	788	-867	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	-1,10	-1,20	17	56	0	0	0	-15	17	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	-1,10	-1,20	-932	-3064	0	0	0	848	-932	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	-1,10	-1,20	95	0	285	0	79	0	95	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	-1,10	-1,20	31	0	92	0	25	0	31	0	92

Tabella 27 – Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	107

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trav}		M _{torc}	
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	0	0	7060	944	0	0	0	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	0	0	4250	1045	0	0	0	0	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	0	0	3115	1062	0	0	0	0	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	1100	0	1100	-110	539	220	2200	0	220	2200	2200
	Traffico 2	0	1000	0	1000	-100	490	200	2000	0	200	2000	2000
	Traffico 3	0	1100	0	1100	21	395	-44	2200	0	-44	2200	2200
	Traffico 4	0	1000	0	1000	19	359	-40	2000	0	-40	2000	2000
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	880	0	880	-88	431	-176	-1760	0	-176	-1760	-1760
	Traffico 2	0	880	0	880	-88	431	-176	-1760	0	-176	-1760	-1760
	Traffico 3	0	880	0	880	-8	344	16	1760	0	16	1760	1760
	Traffico 4	0	1400	0	1400	-13	547	26	2800	0	26	2800	2800
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	0	0	-968	-242	0	-968	-242	-242
	Traffico 2	210	0	0	0	0	0	-924	-231	0	-924	-231	-231
	Traffico 3	220	0	0	0	0	0	-981	0	0	-981	0	0
	Traffico 4	200	0	0	0	0	0	-891	0	0	-891	0	0
Qk6 vento	Q6 (vento)	644	0	0	0	532	132	-2208	-193	0	-2208	-193	-193
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	0	0	4492	4941	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	0	0	0	4834	5317	-504	0	0	-504	0	0
	Traffico 3	0	0	0	0	3792	770	-7899	0	0	-7899	0	0
	Traffico 4	0	0	0	0	4283	982	-8579	0	0	-8579	0	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	258	0	258	0	155	0	0	0	0	0	0
Qk2q Attrito	Traffico 1	0	115	0	115	0	69	0	22	0	0	0	22
	Traffico 2	0	115	0	115	0	69	0	22	0	0	0	22
	Traffico 3	0	93	0	93	0	79	0	-269	0	0	0	-269
	Traffico 4	0	93	0	93	0	79	0	-269	0	0	0	-269

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:

Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	108

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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	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	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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00			
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	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	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	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	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	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	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	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	0,00	
SLU	4	14	SLU14	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	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	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	1,45	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	1,45	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																											

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	109

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU3	27463	884	-4041	1878	13080	-303
N _{vert} Min	SLU20	13627	-965	3313	258	3007	289
V _{trasv} Max	SLU21	20910	965	-3313	348	4681	-289
V _{trasv} Min	SLU23	19313	-965	3313	348	4286	289
M _{trasv} Max	SLU19	13627	-965	3313	258	3007	289
M _{trasv} Min	SLU7	26804	869	-15730	2223	6797	2917
V _{long} Max	SLU16	21123	724	-15094	3963	6229	6397
V _{long} Min	SLU32	13946	-579	1988	258	3087	174
M _{long} Max	SLU4	27327	732	-3353	3241	13747	39
M _{long} Min	SLU19	13627	-965	3313	258	3007	289
M _{torc} Max	SLU16	21123	724	-15094	3963	6229	6397
M _{torc} Min	SLU11	21777	884	-4041	1878	11855	-303

Tabella 30 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA3	19108	210	-1409	1877	9328	-17
N _{vert} Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
V _{trasv} Max	RA9	14957	644	-2208	258	3337	-193
V _{trasv} Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M _{trasv} Max	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M _{trasv} Min	RA7	18712	200	-9482	2293	4980	3862
V _{long} Max	RA8	18714	160	-9306	2773	5161	4822
V _{long} Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M _{long} Max	RA4	19071	168	-1219	2253	9512	77
M _{long} Min	RA12	13893	-644	2208	258	3073	193
M _{torc} Max	RA8	18714	160	-9306	2773	5161	4822
M _{torc} Min	RA9	14957	644	-2208	258	3337	-193
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
N _{vert} Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
V _{trasv} Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
V _{trasv} Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	110

M _{trasv} Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M _{trasv} Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
V _{long} Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
V _{long} Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M _{long} Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M _{long} Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0
M _{torc} Max	QP3	14425	0	0	258	3205	0
M _{torc} Min	QP1	14425	0	0	0	3050	0

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	111

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.

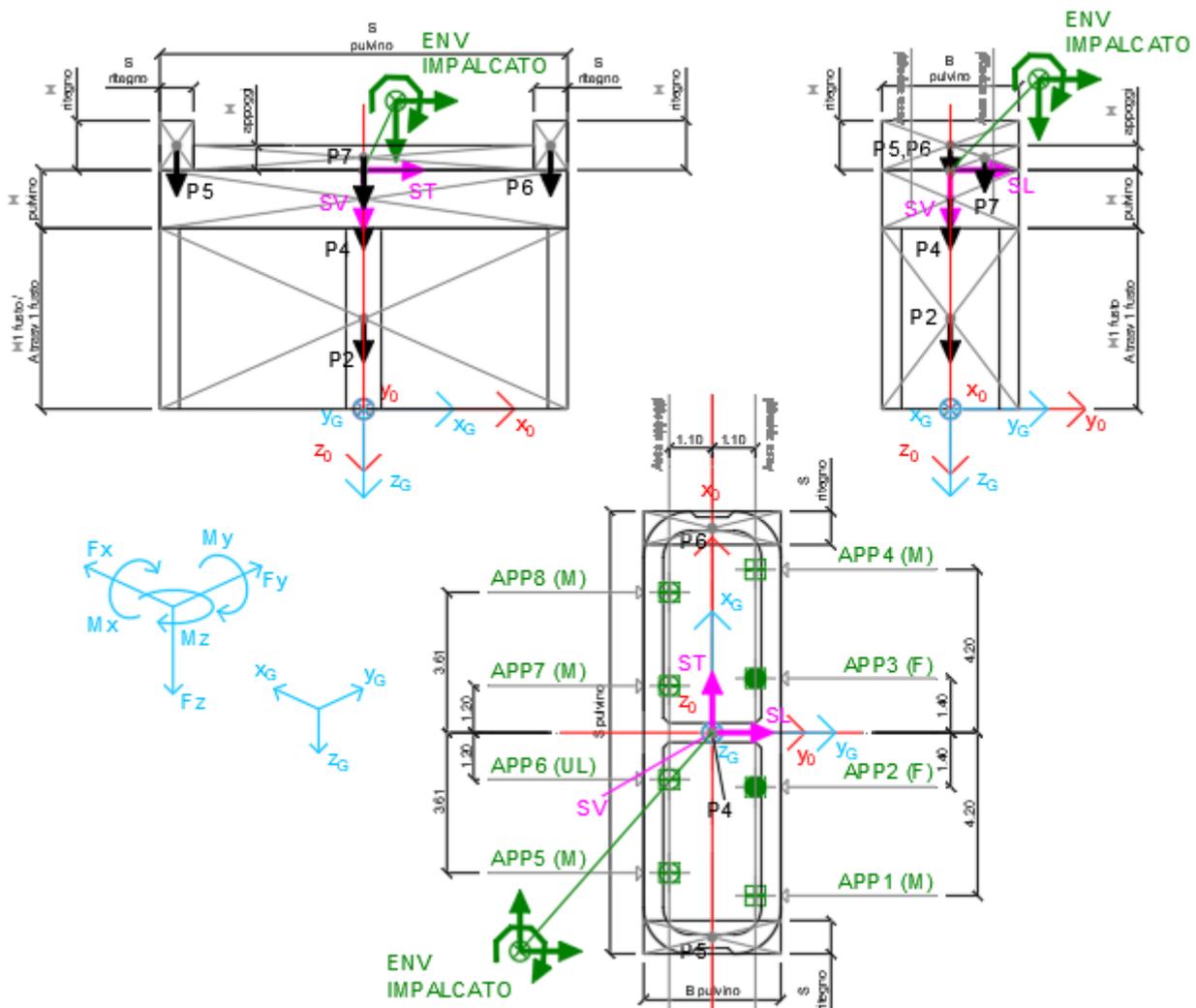


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA HUB ENGINEERING CORPORATE STABLE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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 γ_{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 P1 CAP-ACC H=5m			CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO					
CARATTERISTICHE PILA								
H_{pila} (m)	6,00	Altezza pila	W_{fusto} (kN)	1572	Peso fusto pila			
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata ($E=E_m$)	$W_{pulvino}$ (kN)	1918	Peso pulvino+ritegni			
E_r (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata ($E=0.50 \cdot E_m$)	W_{pila} (kN)	3490	Peso pila			
DIREZIONE LONGITUDINALE			DIREZIONE TRASVERSALE			DIREZIONE VERTICALE		
l_{long} (m ⁴)	25,00		l_{trasv} (m ⁴)	166,00				
k_{long} (N/m)	1,16E+10	Rigidezza flessionale	k_{trasv} (N/m)	7,69E+10				
$k_{f, long}$ (N/m)	5,79E+09	Rigidezza flessionale fessurata (campata fissa: peso impalcato sismico + Traffico 2)	$k_{f, trasv}$ (N/m)	3,84E+10		(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)		
$W_{imp, long}$ (kN)	14425	Peso impalcato	$W_{imp, trasv}$ (kN)	14425		$W_{imp, vert}$ (kN)	14425	
$W_{treno, long}$ (kN)	4834	Traffico 2	$W_{treno, trasv}$ (kN)	4283	Traffico 4	W_{vert} (kg)	4283	Traffico 4
$W_{eff, long}$ (kN)	18096	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico	$W_{eff, trasv}$ (kN)	17986		$W_{eff, vert}$ (kN)	17986	
m_{long} (kg)	1844645	Massa efficace	m_{trasv} (kg)	1833411		m_{vert} (kg)	1833411	
$T_{1, long}$ (s)	0,079	Periodo di vibrazione	$T_{1, trasv}$ (s)	0,031		$T_{1, vert}$ (s)	MAX	
$T_{1f, long}$ (s)	0,112	Periodo di vibrazione fessurata	$T_{1f, trasv}$ (s)	0,043		$T_{1f, vert}$ (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)	0,3905	
GERARCHIA RESISTENZE (§7.9.5)						$S_{d, long}$ ($T_{1, long}$) (g)	0,3563	
Longitudinale trasversale						Longitudinale	$S_{d, long}$ (g)	0,3905
H (m)	3,50	11,40	Dimensione sezione nel piano di inflessione cerniera plastica			$S_{d, trasv}$ ($T_{1f, trasv}$) (g)	0,3189	
L (m)	6,00	6,00	Distanza cerniera plastica da sezione momento nullo			$S_{d, trasv}$ ($T_{1, trasv}$) (g)	0,3057	
α	1,714	1,000				Trasversale	$S_{d, trasv}$ (g)	0,3189
λ	0,756	0,577				$S_{d, vert}$ ($T_{1f, vert}$) (g)	0,1750	
ν_k	0,047	0,046 < 0.60				$S_{d, vert}$ ($T_{1, vert}$) (g)	0,1750	
N_{Ed} (kN)	21586	21476	Azione verticale sollecitante sismica			Verticale	$S_{d, vert}$ (g)	0,1750
A_c (mq)	13,97	13,97	Area sezione cerniera plastica					
f_{ck} (MPa)	33,20	33,20	Resistenza caratteristica calcestruzzo					
q_0	2,65	2,02	q_0 (da Tabella 7.9.I)					
	2,65	2,02						
q	1,50	1,50	Fattore di struttura di progetto					
	1,23	1,10	γ_{Rd} (max da §7.9.5.1)					
γ_{Rd}	1,10	1,10	Coeff. sovrarresistenza di progetto (per calcolo involuppi azioni SLV GR)					

NOME: ELEVAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=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	7066	0	0,00	0,00	-6,00	42399	0	0					
	ST	5736	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	-34418	0					
	SV	0	0	3148	0,00	0,00	-6,00	0	0	0	5736	0	0	0	-34418
		0	0	3148				0	0	0	0	0	3148	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**

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	113

NOME: ELEVAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=5m				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE																		
H1 fusto (m)	4,50	Area trasv 2 fusto (m ²)	13,97	B pulvino (m)	3,50	H piano appoggi (m)	0,60	X _G elevazione	0,00	H2 fusto (m)	0,00	H pulvino (m)	1,50	H ritegno (m)	0,84	S piano appoggi (m)	8,80	Y _G elevazione	0,00			
Area trasv 1 fusto (m ²)	13,97	S pulvino (m)	11,40	S ritegno (m)	1,30	Z _G elevazione	0,00															
NOME: ELEVAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA																		
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)							
Peso proprio	P2	0	0	1572	0,00	0,00	-2,25	0	0	0												
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-4,50	0	0	0												
	P4	0	0	1496	0,00	0,00	-5,25	0	0	0												
	P5	0	0	96	5,05	0,00	-6,42	0	-483	0												
	P6	0	0	96	-5,05	0,00	-6,42	0	483	0												
	P7	0	0	231	0,00	1,75	-6,30	404	0	0												
		0	0	3490				404	0	0	0	3490	404	0	0							
NOME: ELEVAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO																		
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)							
ENV SLU	Nvert Max	884	1878	27463	0,00	0,00	-6,00	13080	-4041	-303	884	1878	27463	24345	-9343	-303						
	Nvert Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-6,00	3007	3313	289	-965	258	13627	4555	9105	289						
	Vtrasv Max	965	348	20910	0,00	0,00	-6,00	4681	-3313	-289	965	348	20910	6771	-9105	-289						
	Vtrasv Min	-965	348	19313	0,00	0,00	-6,00	4286	3313	289	-965	348	19313	6376	9105	289						
	Mtrasv Max	-965	258	13627	0,00	0,00	-6,00	3007	3313	289	-965	258	13627	4555	9105	289						
	Mtrasv Min	869	2223	26804	0,00	0,00	-6,00	6797	-15730	2917	869	2223	26804	20136	-20946	2917						
	Vlong Max	724	3963	21123	0,00	0,00	-6,00	6229	-15094	6397	724	3963	21123	30008	-19440	6397						
	Vlong Min	-579	258	13946	0,00	0,00	-6,00	3087	1988	174	-579	258	13946	4634	5463	174						
	Mlong Max	732	3241	27327	0,00	0,00	-6,00	13747	-3353	39	732	3241	27327	33191	-7742	39						
	Mlong Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-6,00	3007	3313	289	-965	258	13627	4555	9105	289						
	Mtorc Max	724	3963	21123	0,00	0,00	-6,00	6229	-15094	6397	724	3963	21123	30008	-19440	6397						
	Mtorc Min	884	1878	21777	0,00	0,00	-6,00	11855	-4041	-303	884	1878	21777	23121	-9343	-303						
ENV SLE RA	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)							
	Nvert Max	210	1877	19108	0,00	0,00	-6,00	9328	-1409	-17	210	1877	19108	20588	-2669	-17						
	Nvert Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-6,00	3073	2208	193	-644	258	13893	4621	6070	193						
	Vtrasv Max	644	258	14957	0,00	0,00	-6,00	3337	-2208	-193	644	258	14957	4885	-6070	-193						
	Vtrasv Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-6,00	3073	2208	193	-644	258	13893	4621	6070	193						
	Mtrasv Max	-644	258	13893	0,00	0,00	-6,00	3073	2208	193	-644	258	13893	4621	6070	193						
	Mtrasv Min	200	2293	18712	0,00	0,00	-6,00	4980	-9482	3862	200	2293	18712	18736	-10682	3862						
	Vlong Max	160	2773	18714	0,00	0,00	-6,00	5161	-9306	4822	160	2773	18714	21797	-10266	4822						
	Vlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-6,00	3073	2208	193	-644	258	13893	4621	6070	193						
	Mlong Max	168	2253	19071	0,00	0,00	-6,00	9512	-1219	77	168	2253	19071	23028	-2227	77						
	Mlong Min	-644	258	13893	0,00	0,00	-6,00	3073	2208	193	-644	258	13893	4621	6070	193						
	Mtorc Max	160	2773	18714	0,00	0,00	-6,00	5161	-9306	4822	160	2773	18714	21797	-10266	4822						
	Mtorc Min	644	258	14957	0,00	0,00	-6,00	3337	-2208	-193	644	258	14957	4885	-6070	-193						
ENV SLE QP	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)							
	Nvert Max	0	258	14425	0,00	0,00	-6,00	3205	0	0	0	258	14425	4753	0	0						
	Nvert Min	0	0	14425	0,00	0,00	-6,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0						
	Vtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-6,00	3205	0	0	0	258	14425	4753	0	0						
	Vtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-6,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0						
	Mtrasv Max	0	258	14425	0,00	0,00	-6,00	3205	0	0	0	258	14425	4753	0	0						
	Mtrasv Min	0	0	14425	0,00	0,00	-6,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0						
	Vlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-6,00	3205	0	0	0	258	14425	4753	0	0						
	Vlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-6,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0						
	Mlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-6,00	3205	0	0	0	258	14425	4753	0	0						
	Mlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-6,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0						
	Mtorc Max	0	258	14425	0,00	0,00	-6,00	3205	0	0	0	258	14425	4753	0	0						
	Mtorc Min	0	0	14425	0,00	0,00	-6,00	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0						

Tabella 33 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	114

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	3490	404	0	0	
SLU Impalcato	Nvert Max	884	1878	27463	24345	-9343	-303	
	Nvert Min	-965	258	13627	4555	9105	289	
	Vtrasv Max	965	348	20910	6771	-9105	-289	
	Vtrasv Min	-965	348	19313	6376	9105	289	
	Mtrasv Max	-965	258	13627	4555	9105	289	
	Mtrasv Min	869	2223	26804	20136	-20946	2917	
	Vlong Max	724	3963	21123	30008	-19440	6397	
	Vlong Min	-579	258	13946	4634	5463	174	
	Mlong Max	732	3241	27327	33191	-7742	39	
	Mlong Min	-965	258	13627	4555	9105	289	
	Mtorc Max	724	3963	21123	30008	-19440	6397	
	Mtorc Min	884	1878	21777	23121	-9343	-303	
SLE RA Impalcato	Nvert Max	210	1877	19108	20588	-2669	-17	
	Nvert Min	-644	258	13893	4621	6070	193	
	Vtrasv Max	644	258	14957	4885	-6070	-193	
	Vtrasv Min	-644	258	13893	4621	6070	193	
	Mtrasv Max	-644	258	13893	4621	6070	193	
	Mtrasv Min	200	2293	18712	18736	-10682	3862	
	Vlong Max	160	2773	18714	21797	-10266	4822	
	Vlong Min	-644	258	13893	4621	6070	193	
	Mlong Max	168	2253	19071	23028	-2227	77	
	Mlong Min	-644	258	13893	4621	6070	193	
	Mtorc Max	160	2773	18714	21797	-10266	4822	
	Mtorc Min	644	258	14957	4885	-6070	-193	
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	258	14425	4753	0	0	
	Nvert Min	0	0	14425	3050	0	0	
	Vtrasv Max	0	258	14425	4753	0	0	
	Vtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0	
	Mtrasv Max	0	258	14425	4753	0	0	
	Mtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0	
	Vlong Max	0	258	14425	4753	0	0	
	Vlong Min	0	0	14425	3050	0	0	
	Mlong Max	0	258	14425	4753	0	0	
	Mlong Min	0	0	14425	3050	0	0	
	Mtorc Max	0	258	14425	4753	0	0	
	Mtorc Min	0	0	14425	3050	0	0	

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	116

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU9	32038	732	-7742	3241	33737	39
N _{vert} Min	SLU22	17117	-965	9105	258	4960	289
V _{trasv} Max	SLU3	25621	965	-9105	348	7317	-289
V _{trasv} Min	SLU17	17117	-965	9105	258	4960	289
M _{trasv} Max	SLU2	18338	-965	9105	258	5101	289
M _{trasv} Min	SLU18	30294	869	-20946	2223	20540	2917
V _{long} Max	SLU7	25834	724	-19440	3963	30554	6397
V _{long} Min	SLU22	17117	-965	9105	258	4960	289
M _{long} Max	SLU9	32038	732	-7742	3241	33737	39
M _{long} Min	SLU14	17117	-965	9105	258	4960	289
M _{torc} Max	SLU7	25834	724	-19440	3963	30554	6397
M _{torc} Min	SLU24	25267	884	-9343	1878	23525	-303
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	21063	1721	-10325	2378	17877	0
N _{vert} Min	SLV6	14767	1721	-10325	2378	17877	0
V _{trasv} Max	SLV3	18860	5736	-34418	2378	17877	0
V _{trasv} Min	SLV6	14767	1721	-10325	2378	17877	0
M _{trasv} Max	SLV1	18860	1721	-10325	7324	47556	0
M _{trasv} Min	SLV3	18860	5736	-34418	2378	17877	0
V _{long} Max	SLV1	18860	1721	-10325	7324	47556	0
V _{long} Min	SLV5	21063	1721	-10325	2378	17877	0
M _{long} Max	SLV1	18860	1721	-10325	7324	47556	0
M _{long} Min	SLV5	21063	1721	-10325	2378	17877	0
M _{torc} Max	SLV5	21063	1721	-10325	2378	17877	0
M _{torc} Min	SLV6	14767	1721	-10325	2378	17877	0

Tabella 36 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	117

INVILUPPO: SLE RA		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	22598	210	-2669	1877	20992	-17
N _{vert} Min	RA10	17383	-644	6070	258	5025	193
V _{trasv} Max	RA12	18447	644	-6070	258	5289	-193
V _{trasv} Min	RA2	17383	-644	6070	258	5025	193
M _{trasv} Max	RA2	17383	-644	6070	258	5025	193
M _{trasv} Min	RA6	22202	200	-10682	2293	19140	3862
V _{long} Max	RA7	22204	160	-10266	2773	22201	4822
V _{long} Min	RA12	18447	644	-6070	258	5289	-193
M _{long} Max	RA9	22561	168	-2227	2253	23432	77
M _{long} Min	RA2	17383	-644	6070	258	5025	193
M _{torc} Max	RA7	22204	160	-10266	2773	22201	4822
M _{torc} Min	RA12	18447	644	-6070	258	5289	-193
INVILUPPO: SLE QP		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	17915	0	0	258	5157	0
N _{vert} Min	QP12	17915	0	0	0	3455	0
V _{trasv} Max	QP1	17915	0	0	258	5157	0
V _{trasv} Min	QP12	17915	0	0	0	3455	0
M _{trasv} Max	QP1	17915	0	0	258	5157	0
M _{trasv} Min	QP12	17915	0	0	0	3455	0
V _{long} Max	QP1	17915	0	0	258	5157	0
V _{long} Min	QP12	17915	0	0	0	3455	0
M _{long} Max	QP1	17915	0	0	258	5157	0
M _{long} Min	QP12	17915	0	0	0	3455	0
M _{torc} Max	QP1	17915	0	0	258	5157	0
M _{torc} Min	QP12	17915	0	0	0	3455	0

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	118

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

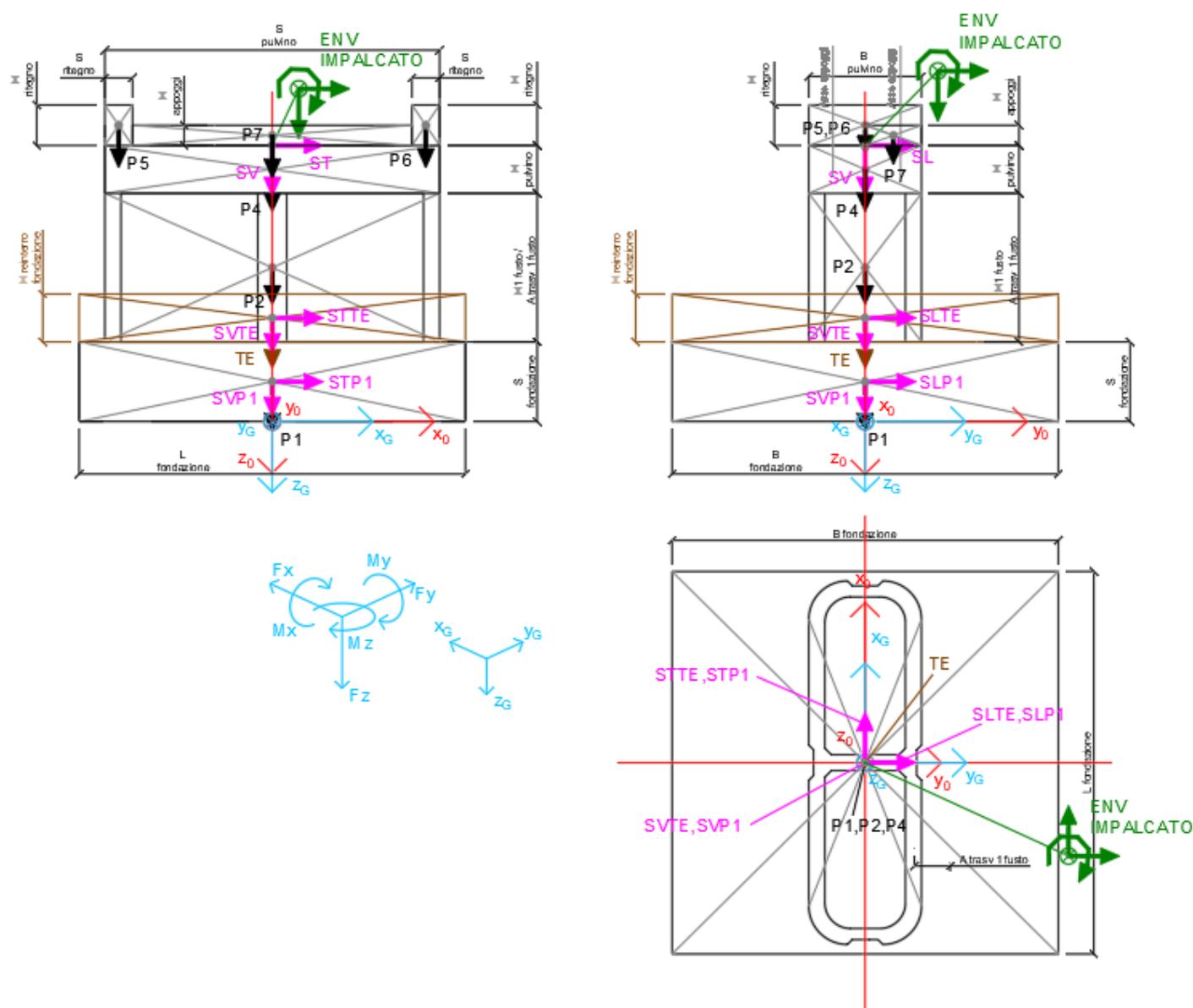


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	119

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 P1 CAP-ACC H=5m		CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO					
CARATTERISTICHE PILA							
H _{pila} (m)	6,00	Altezza pila	W _{fusto} (kN)	1572	Peso fusto pila		
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em)	W _{pulvino} (kN)	1918	Peso pulvino+ritegni		
E _r (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)	W _{pila} (kN)	3490	Peso pila		
DIREZIONE LONGITUDINALE			DIREZIONE TRASVERSALE			DIREZIONE VERTICALE	
l _{long} (m ⁴)	25,00		l _{trasv} (m ⁴)	166,00			
k _{long} (N/m)	1,16E+10	Rigidità flessionale	k _{trasv} (N/m)	7,69E+10			
k _{f, long} (N/m)	5,79E+09	Rigidità flessionale fessurata	k _{f, trasv} (N/m)	3,84E+10	(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)		
(campata fissa: peso impalcato sismico + Traffico 2)			(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)				
W _{imp, long} (kN)	14425	Peso impalcato	W _{imp, trasv} (kN)	14425	W _{imp, vert} (kN)	14425	
W _{treno, long} (kN)	4834	Traffico 2	W _{treno, trasv} (kN)	4283	W _{vert} (kg)	4283	
W _{eff, long} (kN)	18096	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico	W _{eff, trasv} (kN)	17986	W _{eff, vert} (kN)	17986	
m _{long} (kg)	1844645	Massa efficace	m _{trasv} (kg)	1833411	m _{vert} (kg)	1833411	
T _{1, long} (s)	0,079	Periodo di vibrazione	T _{1, trasv} (s)	0,031	T _{1, vert} (s)	MAX	
T _{1f, long} (s)	0,112	Periodo di vibrazione fessurata	T _{1f, trasv} (s)	0,043	T _{1f, vert} (s)	MAX	
T _B (s)	0,181		q (-)	1,00	a _g (g)	0,116	
T _C (s)	0,547				S	1,000	
a _g (g)	0,195	PGA orizzontale			F _v	1,509	
S	1,404				q (-)	1,00	
F ₀	2,532						
q (-)	1,00						
SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO							
S _{d, long} (T _{1f, long}) (g)		0,5337	S _{d, trasv} (T _{1f, trasv}) (g)		0,3743	S _{d, vert} (T _{1f, vert}) (g)	0,1750
S _{d, long} (T _{1, long}) (g)		0,4576	S _{d, trasv} (T _{1, trasv}) (g)		0,3449	S _{d, vert} (T _{1, vert}) (g)	0,1750
Longitudinale		S _{d, long} (g)	0,5337	Trasversale		S _{d, trasv} (g)	0,3743
				Verticale		S _{d, vert} (g)	0,1750

NOME: FONDAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=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	9657	0	0,00	0,00	-8,50	82089	0	0						
		0	9657	0				82089	0	0	0	9657	0	82089	0	0
	ST	6733	0	0	0,00	0,00	-8,50	0	-57228	0						
		6733	0	0				0	-57228	0	6733	0	0	0	-57228	0
	SV	0	0	3148	0,00	0,00	-8,50	0	0	0						
		0	0	3148				0	0	0	0	0	3148	0	0	0
Sisma long	SLP1	0	4803	0	0,00	0,00	-1,25	6004	0	0						
	SLTE	0	2306	0	0,00	0,00	-3,25	7493	0	0						
		0	7109	0				13497	0	0	0	7109	0	13497	0	0
Sisma trasv	STP1	3369	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-4211	0						
	SITE	1617	0	0	0,00	0,00	-3,25	0	-5256	0						
		4986	0	0				0	-9467	0	4986	0	0	0	-9467	0
Sisma vert	SVP1	0	0	1575	0,00	0,00	-1,25	0	0	0						
	SVTE	0	0	756	0,00	0,00	-3,25	0	0	0						
		0	0	2332				0	0	0	0	0	2332	0	0	0

Tabella 38 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	120

NOME: FONDAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=5m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE												
S fondazione (m)	2,50	H2 fusto (m)	0,00	S pulvino (m)	11,40	H piano appoggi (m)	0,60							X _G fondazione	0,00	
L fondazione (m)	12,00	Area trav 1 fusto (m ²)	13,97	B pulvino (m)	3,50	B piano appoggi (m)	8,80							Y _G fondazione	0,00	
B fondazione (m)	12,00	Area trav 2 fusto (m ²)	13,97	H ritegno (m)	0,84	Peso terreno (kN/m ³)	20,00							Z _G fondazione	0,00	
H1 fusto (m)	4,50	H pulvino (m)	1,50	S ritegno (m)	1,30	H reinterro fondazione (m)	1,50									
NOME: FONDAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA												
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Peso proprio	P1	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P2	0	0	1572	0,00	0,00	-4,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	0	0,00	0,00	-7,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	1496	0,00	0,00	-7,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5	0	0	96	5,05	0,00	-8,92	0	-483	0	0	0	0	0	0	0
	P6	0	0	96	-5,05	0,00	-8,92	0	483	0	0	0	0	0	0	0
	P7	0	0	231	0,00	1,75	-8,80	404	0	0	0	0	0	12490	404	0
			0	0	12490				404	0	0	0	0	12490	404	0
Peso terreno	TE	0	0	4320	0,00	0,00	-3,25	0	0	0	0	0	0	4320	0	0
		0	0	4320				0	0	0	0	0	0	4320	0	0
NOME: FONDAZIONE PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO												
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
ENV SLU	Nvert Max	884	1878	27463	0,00	0,00	-8,50	13080	-4041	-303	884	1878	27463	29039	-11553	-303
	Nvert Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-8,50	3007	3313	289	-965	258	13627	5200	11519	289
	Vtrav Max	965	348	20910	0,00	0,00	-8,50	4681	-3313	-289	965	348	20910	7642	-11519	-289
	Vtrav Min	-965	348	19313	0,00	0,00	-8,50	4286	3313	289	-965	348	19313	7246	11519	289
	Mtrav Max	-965	258	13627	0,00	0,00	-8,50	3007	3313	289	-965	258	13627	5200	11519	289
	Mtrav Min	869	2223	26804	0,00	0,00	-8,50	6797	-15730	2917	869	2223	26804	25694	-23119	2917
	Vlong Max	724	3963	21123	0,00	0,00	-8,50	6229	-15094	6397	724	3963	21123	39916	-21250	6397
	Vlong Min	-579	258	13946	0,00	0,00	-8,50	3087	1988	174	-579	258	13946	5279	6911	174
	Mlong Max	732	3241	27327	0,00	0,00	-8,50	13747	-3353	39	732	3241	27327	41292	-9571	39
	Mlong Min	-965	258	13627	0,00	0,00	-8,50	3007	3313	289	-965	258	13627	5200	11519	289
	Mtorc Max	724	3963	21123	0,00	0,00	-8,50	6229	-15094	6397	724	3963	21123	39916	-21250	6397
	Mtorc Min	884	1878	21777	0,00	0,00	-8,50	11855	-4041	-303	884	1878	21777	27815	-11553	-303
	ENV SLE RA	Nvert Max	210	1877	19108	0,00	0,00	-8,50	9328	-1409	-17	210	1877	19108	25280	-3194
Nvert Min		-644	258	13893	0,00	0,00	-8,50	3073	2208	193	-644	258	13893	5266	7679	193
Vtrav Max		644	258	14957	0,00	0,00	-8,50	3337	-2208	-193	644	258	14957	5530	-7679	-193
Vtrav Min		-644	258	13893	0,00	0,00	-8,50	3073	2208	193	-644	258	13893	5266	7679	193
Mtrav Max		-644	258	13893	0,00	0,00	-8,50	3073	2208	193	-644	258	13893	5266	7679	193
Mtrav Min		200	2293	18712	0,00	0,00	-8,50	4980	-9482	3862	200	2293	18712	24468	-11182	3862
Vlong Max		160	2773	18714	0,00	0,00	-8,50	5161	-9306	4822	160	2773	18714	28729	-10666	4822
Vlong Min		-644	258	13893	0,00	0,00	-8,50	3073	2208	193	-644	258	13893	5266	7679	193
Mlong Max		168	2253	19071	0,00	0,00	-8,50	9512	-1219	77	168	2253	19071	28660	-2647	77
Mlong Min		-644	258	13893	0,00	0,00	-8,50	3073	2208	193	-644	258	13893	5266	7679	193
Mtorc Max		160	2773	18714	0,00	0,00	-8,50	5161	-9306	4822	160	2773	18714	28729	-10666	4822
Mtorc Min		644	258	14957	0,00	0,00	-8,50	3337	-2208	-193	644	258	14957	5530	-7679	-193
ENV SLE QP		Nvert Max	0	258	14425	0,00	0,00	-8,50	3205	0	0	0	258	14425	5398	0
	Nvert Min	0	0	14425	0,00	0,00	-8,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0
	Vtrav Max	0	258	14425	0,00	0,00	-8,50	3205	0	0	0	258	14425	5398	0	0
	Vtrav Min	0	0	14425	0,00	0,00	-8,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0
	Mtrav Max	0	258	14425	0,00	0,00	-8,50	3205	0	0	0	258	14425	5398	0	0
	Mtrav Min	0	0	14425	0,00	0,00	-8,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0
	Vlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-8,50	3205	0	0	0	258	14425	5398	0	0
	Vlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-8,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0
	Mlong Max	0	258	14425	0,00	0,00	-8,50	3205	0	0	0	258	14425	5398	0	0
	Mlong Min	0	0	14425	0,00	0,00	-8,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0
	Mtorc Max	0	258	14425	0,00	0,00	-8,50	3205	0	0	0	258	14425	5398	0	0
	Mtorc Min	0	0	14425	0,00	0,00	-8,50	3050	0	0	0	0	14425	3050	0	0

Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	121

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}	V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	12490	404	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	4320	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	884	1878	27463	29039	-11553	-303
	Nvert Min	-965	258	13627	5200	11519	289
	Vtrasv Max	965	348	20910	7642	-11519	-289
	Vtrasv Min	-965	348	19313	7246	11519	289
	Mtrasv Max	-965	258	13627	5200	11519	289
	Mtrasv Min	869	2223	26804	25694	-23119	2917
	Vlong Max	724	3963	21123	39916	-21250	6397
	Vlong Min	-579	258	13946	5279	6911	174
	Mlong Max	732	3241	27327	41292	-9571	39
	Mlong Min	-965	258	13627	5200	11519	289
	Mtorc Max	724	3963	21123	39916	-21250	6397
	Mtorc Min	884	1878	21777	27815	-11553	-303
SLE RA Impalcato	Nvert Max	210	1877	19108	25280	-3194	-17
	Nvert Min	-644	258	13893	5266	7679	193
	Vtrasv Max	644	258	14957	5530	-7679	-193
	Vtrasv Min	-644	258	13893	5266	7679	193
	Mtrasv Max	-644	258	13893	5266	7679	193
	Mtrasv Min	200	2293	18712	24468	-11182	3862
	Vlong Max	160	2773	18714	28729	-10666	4822
	Vlong Min	-644	258	13893	5266	7679	193
	Mlong Max	168	2253	19071	28660	-2647	77
	Mlong Min	-644	258	13893	5266	7679	193
	Mtorc Max	160	2773	18714	28729	-10666	4822
	Mtorc Min	644	258	14957	5530	-7679	-193
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	258	14425	5398	0	0
	Nvert Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vtrasv Max	0	258	14425	5398	0	0
	Vtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mtrasv Max	0	258	14425	5398	0	0
	Mtrasv Min	0	0	14425	3050	0	0
	Vlong Max	0	258	14425	5398	0	0
	Vlong Min	0	0	14425	3050	0	0
	Mlong Max	0	258	14425	5398	0	0
	Mlong Min	0	0	14425	3050	0	0

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	122

	Mtorc Max	0	258	14425	5398	0	0
	Mtorc Min	0	0	14425	3050	0	0
E	Sisma long	0	16766	0	95585	0	0
Sisma	Sisma trasv	11719	0	0	0	-66695	0
	Sisma vert	0	0	5480	0	0	0

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	124

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU9	50668	732	-9571	3241	41838	39
N _{vert} Min	SLU22	30437	-965	11519	258	5604	289
V _{trasv} Max	SLU3	44251	965	-11519	348	8187	-289
V _{trasv} Min	SLU17	30437	-965	11519	258	5604	289
M _{trasv} Max	SLU2	36968	-965	11519	258	5746	289
M _{trasv} Min	SLU18	43614	869	-23119	2223	26098	2917
V _{long} Max	SLU7	44464	724	-21250	3963	40461	6397
V _{long} Min	SLU22	30437	-965	11519	258	5604	289
M _{long} Max	SLU9	50668	732	-9571	3241	41838	39
M _{long} Min	SLU14	30437	-965	11519	258	5604	289
M _{torc} Max	SLU7	44464	724	-21250	3963	40461	6397
M _{torc} Min	SLU24	38587	884	-11553	1878	28219	-303
INVILUPPO: SLV EL		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	36715	3516	-20008	5288	34478	0
N _{vert} Min	SLV6	25755	3516	-20008	5288	34478	0
V _{trasv} Max	SLV3	32879	11719	-66695	5288	34478	0
V _{trasv} Min	SLV6	25755	3516	-20008	5288	34478	0
M _{trasv} Max	SLV1	32879	3516	-20008	17024	101388	0
M _{trasv} Min	SLV3	32879	11719	-66695	5288	34478	0
V _{long} Max	SLV1	32879	3516	-20008	17024	101388	0
V _{long} Min	SLV5	36715	3516	-20008	5288	34478	0
M _{long} Max	SLV1	32879	3516	-20008	17024	101388	0
M _{long} Min	SLV5	36715	3516	-20008	5288	34478	0
M _{torc} Max	SLV5	36715	3516	-20008	5288	34478	0
M _{torc} Min	SLV6	25755	3516	-20008	5288	34478	0

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	125

INVILUPPO: SLE RA		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	35918	210	-3194	1877	25684	-17
N _{vert} Min	RA10	30703	-644	7679	258	5670	193
V _{trasv} Max	RA12	31767	644	-7679	258	5934	-193
V _{trasv} Min	RA2	30703	-644	7679	258	5670	193
M _{trasv} Max	RA2	30703	-644	7679	258	5670	193
M _{trasv} Min	RA6	35522	200	-11182	2293	24872	3862
V _{long} Max	RA7	35524	160	-10666	2773	29133	4822
V _{long} Min	RA12	31767	644	-7679	258	5934	-193
M _{long} Max	RA7	35524	160	-10666	2773	29133	4822
M _{long} Min	RA2	30703	-644	7679	258	5670	193
M _{torc} Max	RA7	35524	160	-10666	2773	29133	4822
M _{torc} Min	RA12	31767	644	-7679	258	5934	-193
INVILUPPO: SLE QP		N_{vert}	V_{trasv}	M_{trasv}	V_{long}	M_{long}	M_{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	QP1	31235	0	0	258	5802	0
N _{vert} Min	QP12	31235	0	0	0	3455	0
V _{trasv} Max	QP1	31235	0	0	258	5802	0
V _{trasv} Min	QP12	31235	0	0	0	3455	0
M _{trasv} Max	QP1	31235	0	0	258	5802	0
M _{trasv} Min	QP12	31235	0	0	0	3455	0
V _{long} Max	QP1	31235	0	0	258	5802	0
V _{long} Min	QP12	31235	0	0	0	3455	0
M _{long} Max	QP1	31235	0	0	258	5802	0
M _{long} Min	QP12	31235	0	0	0	3455	0
M _{torc} Max	QP1	31235	0	0	258	5802	0
M _{torc} Min	QP12	31235	0	0	0	3455	0

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

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	126

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 γ_{Rd} , secondo il Metodo della Gerarchia delle Resistenze descritto nei capitoli precedenti.

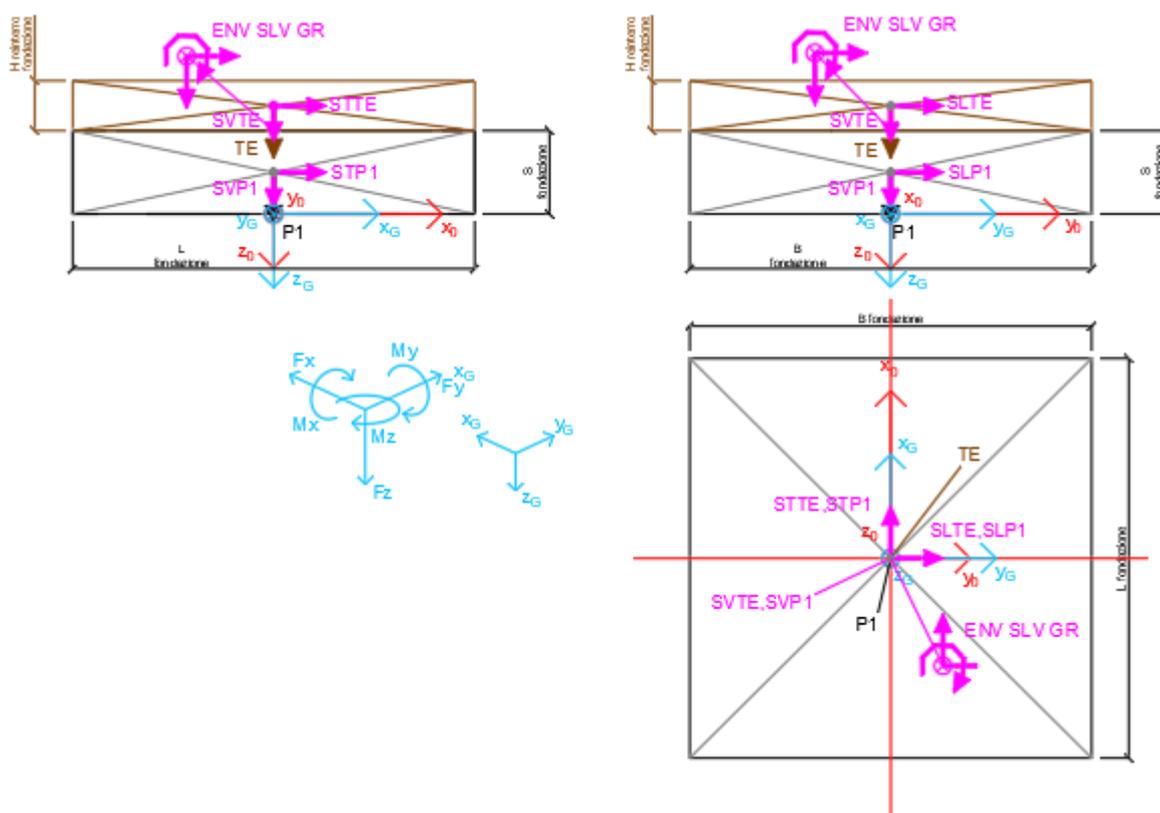


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	127

NOME: FONDAZ. SISMA PILA P1 CAP-ACC H=5m				PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE																			
S fondazione (m)	2,50	y_{Rd} longitudinale	1,10	Peso terreno (kN/m^3)			20,00	X_G fondazione			0,00												
L fondazione (m)	12,00	y_{Rd} trasversale	1,10	H reinterro fondazione (m)			1,50	Y_G fondazione			0,00												
B fondazione (m)	12,00							Z_G fondazione			0,00												
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA																			
	F_{x0} (kN)	F_{y0} (kN)	F_{z0} (kN)	x_0 (m)	y_0 (m)	z_0 (m)	M_{x0} (kNm)	M_{y0} (kNm)	M_{z0} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)								
Peso proprio	P1	0	0	9000	0,00	0,00	-1,25	0	0	0													
		0	0	9000			0	0	0	0	0	9000	0	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	0								
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE DA ELEVAZIONE (GR)																			
	F_{x0} (kN)	F_{y0} (kN)	F_{z0} (kN)	x_0 (m)	y_0 (m)	z_0 (m)	M_{x0} (kNm)	M_{y0} (kNm)	M_{z0} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)								
ENV	Nvert Max	1893	2616	21063	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	21063	26204	-16090								
SLV	Nvert Min	1893	2616	14767	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	14767	26204	-16090								
	Vtrasv Max	6310	2616	18860	0,00	0,00	-2,50	19665	-37860	0	6310	2616	18860	26204	-53635								
	Vtrasv Min	1893	2616	14767	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	14767	26204	-16090								
	Mtrasv Max	1893	8057	18860	0,00	0,00	-2,50	52311	-11358	0	1893	8057	18860	72454	-16090								
	Mtrasv Min	6310	2616	18860	0,00	0,00	-2,50	19665	-37860	0	6310	2616	18860	26204	-53635								
	Vlong Max	1893	8057	18860	0,00	0,00	-2,50	52311	-11358	0	1893	8057	18860	72454	-16090								
	Vlong Min	1893	2616	21063	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	21063	26204	-16090								
	Mlong Max	1893	8057	18860	0,00	0,00	-2,50	52311	-11358	0	1893	8057	18860	72454	-16090								
	Mlong Min	1893	2616	21063	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	21063	26204	-16090								
	Mtorc Max	1893	2616	21063	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	21063	26204	-16090								
	Mtorc Min	1893	2616	14767	0,00	0,00	-2,50	19665	-11358	0	1893	2616	14767	26204	-16090								
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO																			
SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO																							
a_g (g)				0,195				PGA orizzontale				a_g (g)				0,116				PGA verticale			
S				1,404								S				1,000							
Longitudinale				$S_{d,long}$ (g)				0,2738				Trasversale				$S_{d,trasv}$ (g)				0,2738			
Verticale				$S_{d,vert}$ (g)				0,1160															
NOME: FONDAZ. SISMA PILA P1 CAP-ACC H=5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA																			
Sisma long	SLP1	0	2464	0	0,00	0,00	-1,25	3080	0	0													
	SLTE	0	1183	0	0,00	0,00	-3,25	3844	0	0													
		0	3647	0			6924	0	0	0	3647	0	6924	0	0								
Sisma trasv	STP1	2464	0	0	0,00	0,00	-1,25	0	-3080	0													
	STTE	1183	0	0	0,00	0,00	-3,25	0	-3844	0													
		3647	0	0			6924	0	-6924	0	3647	0	0	0	-6924								
Sisma vert	SVP1	0	0	1044	0,00	0,00	-1,25	0	0	0													
	SVTE	0	0	501	0,00	0,00	-3,25	0	0	0													
		0	0	1545			0	0	0	0	0	0	1545	0	0								

Tabella 44 – Riepilogo azioni elementari statiche e sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	128

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}	V _{long}	N _{vert}	M _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	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	1893	2616	21063	26204	-16090	0
	Nvert Min	1893	2616	14767	26204	-16090	0
	Vtrasv Max	6310	2616	18860	26204	-53635	0
	Vtrasv Min	1893	2616	14767	26204	-16090	0
	Mtrasv Max	1893	8057	18860	72454	-16090	0
	Mtrasv Min	6310	2616	18860	26204	-53635	0
	Vlong Max	1893	8057	18860	72454	-16090	0
	Vlong Min	1893	2616	21063	26204	-16090	0
	Mlong Max	1893	8057	18860	72454	-16090	0
	Mlong Min	1893	2616	21063	26204	-16090	0
	Mtorc Max	1893	2616	21063	26204	-16090	0
	Mtorc Min	1893	2616	14767	26204	-16090	0

Tabella 45 – 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**

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	129

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-Nvert Max	SLV-Nvert Min	SLV-Vtrasv Max	SLV-Vtrasv Min	SLV-Mtrasv Max	SLV-Mtrasv Min	SLV-Vlong Max	SLV-Vlong Min	SLV-Mlong Max	SLV-Mlong Min	SLV-Mtorc Max	SLV-Mtorc Min
SLV GR	1	1	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	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	0.00
SLV GR	1	4	SLV4	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	0.00
SLV GR	1	5	SLV5	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	0.00
SLV GR	1	6	SLV6	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	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	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	0.00
SLV GR	1	10	SLV10	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	0.00
SLV GR	1	11	SLV11	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	0.00
SLV GR	1	12	SLV12	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	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	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	0.00
SLV GR	1	16	SLV16	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	0.00
SLV GR	1	17	SLV17	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	0.00
SLV GR	1	18	SLV18	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	0.00
SLV GR	1	19	SLV19	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	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	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	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	0.00
SLV GR	1	22	SLV22	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	0.00
SLV GR	1	23	SLV23	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	0.00
SLV GR	1	24	SLV24	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	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	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	0.00
SLV GR	1	28	SLV28	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	0.00
SLV GR	1	29	SLV29	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	0.00
SLV GR	1	30	SLV30	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	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	1.00	0.00	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	33	SLV33	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	0.00
SLV GR	1	34	SLV34	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	0.00
SLV GR	1	35	SLV35	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	0.00
SLV GR	1	36	SLV36	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	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	1.00	0.00	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	39	SLV39	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	0.00
SLV GR	1	40	SLV40	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	0.00
SLV GR	1	41	SLV41	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	0.00
SLV GR	1	42	SLV42	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	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	1.00	0.00	0.00	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	45	SLV45	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	0.00
SLV GR	1	46	SLV46	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	0.00
SLV GR	1	47	SLV47	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	0.00
SLV GR	1	48	SLV48	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	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	1.00	0.00	0.00	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	51	SLV51	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	0.00
SLV GR	1	52	SLV52	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	0.00
SLV GR	1	53	SLV53	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	0.00
SLV GR	1	54	SLV54	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	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	1.00	0.00	0.00	0.00	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	57	SLV57	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	0.00
SLV GR	1	58	SLV58	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	0.00
SLV GR	1	59	SLV59	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	0.00
SLV GR	1	60	SLV60	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	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	62	SLV62	1.00	1.00	1.00														

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	130

INVILUPPO: SLV GR		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}	V _{long}	M _{long}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)	Fy (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLV5	35928	2987	-18168	3710	28281	0
N _{vert} Min	SLV72	26542	2987	-18168	3710	28281	0
V _{trasv} Max	SLV15	32643	9957	-60559	3710	28281	0
V _{trasv} Min	SLV72	26542	2987	-18168	3710	28281	0
M _{trasv} Max	SLV25	32643	2987	-18168	11704	79378	0
M _{trasv} Min	SLV15	32643	9957	-60559	3710	28281	0
V _{long} Max	SLV25	32643	2987	-18168	11704	79378	0
V _{long} Min	SLV71	29632	2987	-18168	3710	28281	0
M _{long} Max	SLV25	32643	2987	-18168	11704	79378	0
M _{long} Min	SLV71	29632	2987	-18168	3710	28281	0
M _{torc} Max	SLV71	29632	2987	-18168	3710	28281	0
M _{torc} Min	SLV72	26542	2987	-18168	3710	28281	0

Tabella 47 – ENV SLV GR - Azioni totali inviluppo

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HY pro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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 380 ferri. La verifica risulta soddisfatta e porge i seguenti risultati. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

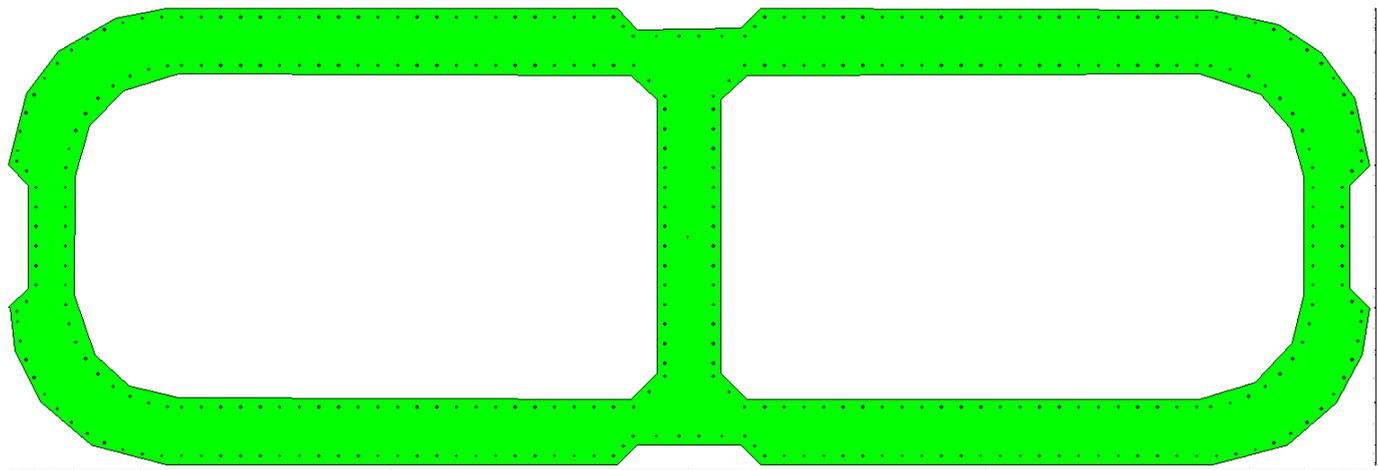


Figura 35 – Sezione trasversale base pila e relativa armatura

Dati

Nome sezione: PILA 1 H=5.5m

Tipo sezione: Sezione generica
Dimensione massima direzione X: 1140,0 [cm]
Dimensione massima direzione Y: 350,0 [cm]

Coordinate dei vertici :

Nr. poligono	Nr. vertici	X[cm]	Y[cm]
1	1	0,00	-160,00
1	2	39,00	-160,00
1	3	54,00	-175,00
1	4	449,00	-175,00
1	5	498,00	-164,00
1	6	540,00	-134,00
1	7	561,00	-98,00
1	8	569,00	-55,00
1	9	554,00	-40,00
1	10	554,00	39,00

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	132

1	11	569,00	55,00
1	12	559,00	104,00
1	13	535,00	139,00
1	14	504,00	161,00
1	15	449,00	174,00
1	16	54,00	174,00
1	17	39,00	159,00
1	18	0,00	160,00
1	19	-40,00	159,00
1	20	-55,00	175,00
1	21	-450,00	175,00
1	22	-504,00	161,00
1	23	-535,00	139,00
1	24	-559,00	104,00
1	25	-570,00	55,00
1	26	-555,00	39,00
1	27	-555,00	-40,00
1	28	-570,00	-54,00
1	29	-561,00	-98,00
1	30	-540,00	-134,00
1	31	-498,00	-164,00
1	32	-450,00	-175,00
1	33	-55,00	-175,00
1	34	-40,00	-160,00
2	1	-25,00	105,00
2	2	-45,00	124,00
2	3	-440,00	125,00
2	4	-486,00	109,00
2	5	-511,00	81,00
2	6	-519,00	46,00
2	7	-520,00	-45,00
2	8	-512,00	-78,00
2	9	-485,00	-110,00
2	10	-440,00	-125,00
2	11	-45,00	-125,00
2	12	-25,00	-105,00
3	1	24,00	105,00
3	2	24,00	-105,00
3	3	44,00	-125,00
3	4	439,00	-125,00
3	5	485,00	-110,00
3	6	512,00	-78,00
3	7	519,00	-45,00
3	8	519,00	46,00
3	9	511,00	81,00
3	10	486,00	109,00
3	11	439,00	124,00
3	12	44,00	124,00

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]

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	133

N°	X	Y	d	ω
1	-107,65	168,60	20	3,14
2	-122,65	168,60	20	3,14
3	-137,65	168,60	20	3,14
4	-152,65	168,60	20	3,14
5	-167,65	168,60	20	3,14
6	-182,65	168,60	20	3,14
7	-197,65	168,60	20	3,14
8	-212,65	168,60	20	3,14
9	-227,65	168,60	20	3,14
10	-242,65	168,60	20	3,14
11	-257,65	168,60	20	3,14
12	-272,65	168,60	20	3,14
13	-287,65	168,60	20	3,14
14	-302,65	168,60	20	3,14
15	-317,65	168,60	20	3,14
16	-332,65	168,60	20	3,14
17	-347,65	168,60	20	3,14
18	-362,65	168,60	20	3,14
19	-377,65	168,60	20	3,14
20	-392,65	168,60	20	3,14
21	-407,65	168,60	20	3,14
22	-422,65	168,60	20	3,14
23	-437,65	168,60	20	3,14
24	-452,65	168,60	20	3,14
25	-467,60	167,36	20	3,14
26	-332,65	131,40	20	3,14
27	-347,65	131,40	20	3,14
28	-362,65	131,40	20	3,14
29	-377,65	131,40	20	3,14
30	-392,65	131,40	20	3,14
31	-407,65	131,40	20	3,14
32	-422,65	131,40	20	3,14
33	-437,65	131,40	20	3,14
34	-212,65	131,40	20	3,14
35	-227,65	131,40	20	3,14
36	-242,65	131,40	20	3,14
37	-257,65	131,40	20	3,14
38	-272,65	131,40	20	3,14
39	-287,65	131,40	20	3,14
40	-302,65	131,40	20	3,14
41	-317,65	131,40	20	3,14
42	-167,65	131,40	20	3,14
43	-182,65	131,40	20	3,14
44	-197,65	131,40	20	3,14
45	-122,65	131,40	20	3,14
46	-137,65	131,40	20	3,14
47	-152,65	131,40	20	3,14
48	-30,47	119,53	20	3,14
49	-42,35	131,40	20	3,14
50	-107,65	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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	134

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	-482,18	163,81	20	3,14
64	-496,29	158,73	20	3,14
65	-509,45	151,59	20	3,14
66	-521,66	142,92	20	3,14
67	-532,72	132,81	20	3,14
68	-542,17	121,19	20	3,14
69	-550,17	108,51	20	3,14
70	-556,25	94,82	20	3,14
71	-560,78	80,53	20	3,14
72	-562,98	65,69	20	3,14
73	-563,51	57,56	20	3,14
74	-556,05	50,11	20	3,14
75	-548,60	37,50	20	3,14
76	-548,60	22,50	20	3,14
77	-548,60	7,50	20	3,14
78	-526,39	37,50	20	3,14
79	-526,39	22,50	20	3,14
80	-526,39	7,50	20	3,14
81	-518,36	81,31	20	3,14
82	-523,48	67,23	20	3,14
83	-526,07	52,48	20	3,14
84	-489,91	115,51	20	3,14
85	-501,33	105,81	20	3,14
86	-510,92	94,31	20	3,14
87	-448,20	130,97	20	3,14
88	-462,93	128,24	20	3,14
89	-476,97	123,05	20	3,14
90	-107,65	-168,60	20	3,14
91	-122,65	-168,60	20	3,14
92	-137,65	-168,60	20	3,14
93	-152,65	-168,60	20	3,14
94	-167,65	-168,60	20	3,14
95	-182,65	-168,60	20	3,14
96	-197,65	-168,60	20	3,14
97	-212,65	-168,60	20	3,14
98	-227,65	-168,60	20	3,14
99	-242,65	-168,60	20	3,14
100	-257,65	-168,60	20	3,14
101	-272,65	-168,60	20	3,14
102	-287,65	-168,60	20	3,14
103	-302,65	-168,60	20	3,14
104	-317,65	-168,60	20	3,14
105	-332,65	-168,60	20	3,14
106	-347,65	-168,60	20	3,14
107	-362,65	-168,60	20	3,14
108	-377,65	-168,60	20	3,14
109	-392,65	-168,60	20	3,14
110	-407,65	-168,60	20	3,14
111	-422,65	-168,60	20	3,14
112	-437,65	-168,60	20	3,14
113	-452,65	-168,60	20	3,14
114	-467,60	-167,36	20	3,14
115	-332,65	-131,40	20	3,14
116	-347,65	-131,40	20	3,14
117	-362,65	-131,40	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	135

118	-377,65	-131,40	20	3,14
119	-392,65	-131,40	20	3,14
120	-407,65	-131,40	20	3,14
121	-422,65	-131,40	20	3,14
122	-437,65	-131,40	20	3,14
123	-212,65	-131,40	20	3,14
124	-227,65	-131,40	20	3,14
125	-242,65	-131,40	20	3,14
126	-257,65	-131,40	20	3,14
127	-272,65	-131,40	20	3,14
128	-287,65	-131,40	20	3,14
129	-302,65	-131,40	20	3,14
130	-317,65	-131,40	20	3,14
131	-167,65	-131,40	20	3,14
132	-182,65	-131,40	20	3,14
133	-197,65	-131,40	20	3,14
134	-122,65	-131,40	20	3,14
135	-137,65	-131,40	20	3,14
136	-152,65	-131,40	20	3,14
137	-30,47	-119,53	20	3,14
138	-42,35	-131,40	20	3,14
139	-107,65	-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	-482,18	-163,81	20	3,14
153	-496,29	-158,73	20	3,14
154	-509,45	-151,59	20	3,14
155	-521,66	-142,92	20	3,14
156	-532,72	-132,81	20	3,14
157	-542,17	-121,19	20	3,14
158	-550,17	-108,51	20	3,14
159	-556,25	-94,82	20	3,14
160	-560,78	-80,53	20	3,14
161	-562,98	-65,69	20	3,14
162	-563,51	-57,56	20	3,14
163	-556,05	-50,11	20	3,14
164	-548,60	-37,50	20	3,14
165	-548,60	-22,50	20	3,14
166	-548,60	-7,50	20	3,14
167	-526,39	-37,50	20	3,14
168	-526,39	-22,50	20	3,14
169	-526,39	-7,50	20	3,14
170	-518,36	-81,31	20	3,14
171	-523,48	-67,23	20	3,14
172	-526,07	-52,48	20	3,14
173	-489,91	-115,51	20	3,14
174	-501,33	-105,81	20	3,14
175	-510,92	-94,31	20	3,14
176	-448,20	-130,97	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	136

177	-462,93	-128,24	20	3,14
178	-476,97	-123,05	20	3,14
179	-62,65	168,60	20	3,14
180	-77,65	168,60	20	3,14
181	-92,65	168,60	20	3,14
182	-77,65	131,40	20	3,14
183	-92,65	131,40	20	3,14
184	-62,65	131,40	20	3,14
185	-62,65	-167,09	20	3,14
186	-77,65	-167,09	20	3,14
187	-92,65	-167,09	20	3,14
188	-77,65	-129,89	20	3,14
189	-92,65	-129,89	20	3,14
190	-62,65	-129,89	20	3,14
191	107,65	168,60	20	3,14
192	122,65	168,60	20	3,14
193	137,65	168,60	20	3,14
194	152,65	168,60	20	3,14
195	167,65	168,60	20	3,14
196	182,65	168,60	20	3,14
197	197,65	168,60	20	3,14
198	212,65	168,60	20	3,14
199	227,65	168,60	20	3,14
200	242,65	168,60	20	3,14
201	257,65	168,60	20	3,14
202	272,65	168,60	20	3,14
203	287,65	168,60	20	3,14
204	302,65	168,60	20	3,14
205	317,65	168,60	20	3,14
206	332,65	168,60	20	3,14
207	347,65	168,60	20	3,14
208	362,65	168,60	20	3,14
209	377,65	168,60	20	3,14
210	392,65	168,60	20	3,14
211	407,65	168,60	20	3,14
212	422,65	168,60	20	3,14
213	437,65	168,60	20	3,14
214	452,65	168,60	20	3,14
215	467,60	167,36	20	3,14
216	332,65	131,40	20	3,14
217	347,65	131,40	20	3,14
218	362,65	131,40	20	3,14
219	377,65	131,40	20	3,14
220	392,65	131,40	20	3,14
221	407,65	131,40	20	3,14
222	422,65	131,40	20	3,14
223	437,65	131,40	20	3,14
224	212,65	131,40	20	3,14
225	227,65	131,40	20	3,14
226	242,65	131,40	20	3,14
227	257,65	131,40	20	3,14
228	272,65	131,40	20	3,14
229	287,65	131,40	20	3,14
230	302,65	131,40	20	3,14
231	317,65	131,40	20	3,14
232	167,65	131,40	20	3,14
233	182,65	131,40	20	3,14
234	197,65	131,40	20	3,14
235	122,65	131,40	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	137

236	137,65	131,40	20	3,14
237	152,65	131,40	20	3,14
238	30,47	119,53	20	3,14
239	42,35	131,40	20	3,14
240	107,65	131,40	20	3,14
241	7,50	153,60	20	3,14
242	25,08	153,60	20	3,14
243	42,65	153,60	20	3,14
244	18,60	97,50	20	3,14
245	18,60	107,65	20	3,14
246	50,15	161,10	20	3,14
247	18,60	82,50	20	3,14
248	18,60	67,50	20	3,14
249	18,60	52,50	20	3,14
250	18,60	37,50	20	3,14
251	18,60	22,50	20	3,14
252	18,60	7,50	20	3,14
253	482,18	163,81	20	3,14
254	496,29	158,73	20	3,14
255	509,45	151,59	20	3,14
256	521,66	142,92	20	3,14
257	532,72	132,81	20	3,14
258	542,17	121,19	20	3,14
259	550,17	108,51	20	3,14
260	556,25	94,82	20	3,14
261	560,78	80,53	20	3,14
262	562,98	65,69	20	3,14
263	563,51	57,56	20	3,14
264	556,05	50,11	20	3,14
265	548,60	37,50	20	3,14
266	548,60	22,50	20	3,14
267	548,60	7,50	20	3,14
268	526,39	37,50	20	3,14
269	526,39	22,50	20	3,14
270	526,39	7,50	20	3,14
271	518,36	81,31	20	3,14
272	523,48	67,23	20	3,14
273	526,07	52,48	20	3,14
274	489,91	115,51	20	3,14
275	501,33	105,81	20	3,14
276	510,92	94,31	20	3,14
277	448,20	130,97	20	3,14
278	462,93	128,24	20	3,14
279	476,97	123,05	20	3,14
280	107,65	-168,60	20	3,14
281	122,65	-168,60	20	3,14
282	137,65	-168,60	20	3,14
283	152,65	-168,60	20	3,14
284	167,65	-168,60	20	3,14
285	182,65	-168,60	20	3,14
286	197,65	-168,60	20	3,14
287	212,65	-168,60	20	3,14
288	227,65	-168,60	20	3,14
289	242,65	-168,60	20	3,14
290	257,65	-168,60	20	3,14
291	272,65	-168,60	20	3,14
292	287,65	-168,60	20	3,14
293	302,65	-168,60	20	3,14
294	317,65	-168,60	20	3,14

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	138

295	332,65	-168,60	20	3,14
296	347,65	-168,60	20	3,14
297	362,65	-168,60	20	3,14
298	377,65	-168,60	20	3,14
299	392,65	-168,60	20	3,14
300	407,65	-168,60	20	3,14
301	422,65	-168,60	20	3,14
302	437,65	-168,60	20	3,14
303	452,65	-168,60	20	3,14
304	467,60	-167,36	20	3,14
305	332,65	-131,40	20	3,14
306	347,65	-131,40	20	3,14
307	362,65	-131,40	20	3,14
308	377,65	-131,40	20	3,14
309	392,65	-131,40	20	3,14
310	407,65	-131,40	20	3,14
311	422,65	-131,40	20	3,14
312	437,65	-131,40	20	3,14
313	212,65	-131,40	20	3,14
314	227,65	-131,40	20	3,14
315	242,65	-131,40	20	3,14
316	257,65	-131,40	20	3,14
317	272,65	-131,40	20	3,14
318	287,65	-131,40	20	3,14
319	302,65	-131,40	20	3,14
320	317,65	-131,40	20	3,14
321	167,65	-131,40	20	3,14
322	182,65	-131,40	20	3,14
323	197,65	-131,40	20	3,14
324	122,65	-131,40	20	3,14
325	137,65	-131,40	20	3,14
326	152,65	-131,40	20	3,14
327	30,47	-119,53	20	3,14
328	42,35	-131,40	20	3,14
329	107,65	-131,40	20	3,14
330	7,50	-153,60	20	3,14
331	25,08	-153,60	20	3,14
332	42,65	-153,60	20	3,14
333	18,60	-97,50	20	3,14
334	18,60	-107,65	20	3,14
335	50,15	-161,10	20	3,14
336	18,60	-82,50	20	3,14
337	18,60	-67,50	20	3,14
338	18,60	-52,50	20	3,14
339	18,60	-37,50	20	3,14
340	18,60	-22,50	20	3,14
341	18,60	-7,50	20	3,14
342	482,18	-163,81	20	3,14
343	496,29	-158,73	20	3,14
344	509,45	-151,59	20	3,14
345	521,66	-142,92	20	3,14
346	532,72	-132,81	20	3,14
347	542,17	-121,19	20	3,14
348	550,17	-108,51	20	3,14
349	556,25	-94,82	20	3,14
350	560,78	-80,53	20	3,14
351	562,98	-65,69	20	3,14
352	563,51	-57,56	20	3,14
353	556,05	-50,11	20	3,14

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	139

354	548,60	-37,50	20	3,14
355	548,60	-22,50	20	3,14
356	548,60	-7,50	20	3,14
357	526,39	-37,50	20	3,14
358	526,39	-22,50	20	3,14
359	526,39	-7,50	20	3,14
360	518,36	-81,31	20	3,14
361	523,48	-67,23	20	3,14
362	526,07	-52,48	20	3,14
363	489,91	-115,51	20	3,14
364	501,33	-105,81	20	3,14
365	510,92	-94,31	20	3,14
366	448,20	-130,97	20	3,14
367	462,93	-128,24	20	3,14
368	476,97	-123,05	20	3,14
369	62,65	168,60	20	3,14
370	77,65	168,60	20	3,14
371	92,65	168,60	20	3,14
372	77,65	131,40	20	3,14
373	92,65	131,40	20	3,14
374	62,65	131,40	20	3,14
375	62,65	-167,09	20	3,14
376	77,65	-167,09	20	3,14
377	92,65	-167,09	20	3,14
378	77,65	-129,89	20	3,14
379	92,65	-129,89	20	3,14
380	62,65	-129,89	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	sfuerzo normale espresso in [kN]
M _Y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _X	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _Y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _X	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 _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
----	---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----	----

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:

Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	140

1	32037,9900	33736,6400	-7742,4400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	17116,5700	4959,5500	9105,3200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	18338,0600	5101,0300	9105,3200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	30294,4400	20540,0900	-20945,5400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	32037,9900	33736,6400	-7742,4400	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	17116,5700	4959,5500	9105,3200	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	21063,3700	17876,8700	-10325,3900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	14766,7800	17876,8700	-10325,3900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	18859,5600	47555,9100	-10325,3900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	18859,5600	17876,8700	-34417,9700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	18859,5600	47555,9100	-10325,3900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	21063,3700	17876,8700	-10325,3900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	22598,2100	20992,1600	-2668,6900	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	17382,7400	5025,4600	6070,2100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	17382,7400	5025,4600	6070,2100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	22202,3800	19140,3800	-10681,7000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	22560,6100	23432,4000	-2227,1000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	17382,7400	5025,4600	6070,2100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	17915,0800	5157,2800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	17915,0800	3454,6600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	17915,0800	5157,2800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	17915,0800	3454,6600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	17915,0800	5157,2800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	17915,0800	3454,6600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
 α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
 (xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
13	374,42	1,06	(-53980,90; -1189,52)	(19798,31; 175,00)
14	855,19	-10,23	(-4996,28; 288,11)	(16017,67; -3505,87)
15	855,19	-10,23	(-4996,28; 288,11)	(16017,67; -3505,87)
16	416,87	4,74	(-2822,19; -440,01)	(6318,39; 317,96)
17	351,95	0,80	(-29771,08; -584,28)	(24889,84; 175,00)
18	855,19	-10,23	(-4996,28; 288,11)	(16017,67; -3505,87)
19	791,92	-0,01	(-3981189,85; 175,00)	(30537,15; -623,00)
20	1096,13	0,00	(-43270,14; -921,75)	(75509414,11; 175,00)
21	791,92	-0,01	(-3981189,85; 175,00)	(30537,15; -623,00)
22	1096,13	0,00	(-43270,14; -921,75)	(75509414,11; 175,00)
23	791,92	-0,01	(-3981189,85; 175,00)	(30537,15; -623,00)
24	1096,13	0,00	(-43270,14; -921,75)	(75509414,11; 175,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 σ_{t-max} Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
 σ_{t-min} Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	141

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
13	2,815	0,000	0,000	41,513	1,600
14	1,565	0,000	0,000	23,385	9,783
15	1,565	0,000	0,000	23,385	9,783
16	2,867	0,000	0,000	42,364	-0,016
17	2,956	0,000	0,000	43,544	-0,523
18	1,565	0,000	0,000	23,385	9,783
19	1,462	0,000	0,000	21,761	12,416
20	1,356	0,000	0,000	20,216	13,960
21	1,462	0,000	0,000	21,761	12,416
22	1,356	0,000	0,000	20,216	13,960
23	1,462	0,000	0,000	21,761	12,416
24	1,356	0,000	0,000	20,216	13,960

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
<u>174947,2626</u>	<u>-42278,5164</u>	<u>184222,9434</u>	5,46
<u>284100,1107</u>	<u>-68656,8683</u>	<u>33736,6400</u>	8,87
<u>175786,6206</u>	<u>-7742,4400</u>	<u>185106,8040</u>	5,49
<u>286202,2146</u>	<u>-7742,4400</u>	<u>33736,6400</u>	8,93
<u>32037,9900</u>	<u>-356766,5210</u>	<u>33736,6400</u>	46,08
<u>32037,9900</u>	<u>-27771,4061</u>	<u>121010,1633</u>	3,59
<u>32037,9900</u>	<u>-7742,4400</u>	<u>121173,0155</u>	3,59

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>253302,8084</u>	<u>134746,8054</u>	<u>73394,8416</u>	14,80
<u>276103,6273</u>	<u>146875,9150</u>	<u>4959,5500</u>	16,13
<u>257624,9868</u>	<u>9105,3200</u>	<u>74647,1988</u>	15,05
<u>305655,4818</u>	<u>9105,3200</u>	<u>4959,5500</u>	17,86
<u>17116,5700</u>	<u>311196,3758</u>	<u>4959,5500</u>	34,18
<u>17116,5700</u>	<u>170850,9972</u>	<u>93060,3277</u>	18,76
<u>17116,5700</u>	<u>9105,3200</u>	<u>99347,4893</u>	20,03

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>255493,9749</u>	<u>126859,3515</u>	<u>71069,8095</u>	13,93
<u>278179,4525</u>	<u>138123,2765</u>	<u>5101,0300</u>	15,17
<u>259382,0632</u>	<u>9105,3200</u>	<u>72151,3446</u>	14,14
<u>305566,1234</u>	<u>9105,3200</u>	<u>5101,0300</u>	16,66
<u>18338,0600</u>	<u>316115,6972</u>	<u>5101,0300</u>	34,72
<u>18338,0600</u>	<u>169592,9713</u>	<u>95010,2615</u>	18,63
<u>18338,0600</u>	<u>9105,3200</u>	<u>101154,9760</u>	19,83

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
-------	----------	----------	----

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	142

<u>205481,0121</u>	<u>-142069,3289</u>	<u>139319,2441</u>	6,78
<u>265659,8249</u>	<u>-183676,8889</u>	<u>20540,0900</u>	8,77
<u>209510,8849</u>	<u>-20945,5400</u>	<u>142051,5590</u>	6,92
<u>295038,0636</u>	<u>-20945,5400</u>	<u>20540,0900</u>	9,74
30294,4400	<u>-357417,3250</u>	<u>20540,0900</u>	17,06
30294,4400	<u>-118338,0849</u>	<u>116047,3740</u>	5,65
30294,4400	<u>-20945,5400</u>	<u>118565,0000</u>	5,77

Combinazione n° 5

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>174947,2626</u>	<u>-42278,5164</u>	<u>184222,9434</u>	5,46
<u>284100,1107</u>	<u>-68656,8683</u>	<u>33736,6400</u>	8,87
<u>175786,6206</u>	<u>-7742,4400</u>	<u>185106,8040</u>	5,49
<u>286202,2146</u>	<u>-7742,4400</u>	<u>33736,6400</u>	8,93
32037,9900	<u>-356766,5210</u>	<u>33736,6400</u>	46,08
32037,9900	<u>-27771,4061</u>	<u>121010,1633</u>	3,59
32037,9900	<u>-7742,4400</u>	<u>121173,0155</u>	3,59

Combinazione n° 6

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>253302,8084</u>	<u>134746,8054</u>	<u>73394,8416</u>	14,80
<u>276103,6273</u>	<u>146875,9150</u>	<u>4959,5500</u>	16,13
<u>257624,9868</u>	<u>9105,3200</u>	<u>74647,1988</u>	15,05
<u>305655,4818</u>	<u>9105,3200</u>	<u>4959,5500</u>	17,86
17116,5700	<u>311196,3758</u>	<u>4959,5500</u>	34,18
17116,5700	<u>170850,9972</u>	<u>93060,3277</u>	18,76
17116,5700	<u>9105,3200</u>	<u>99347,4893</u>	20,03

Combinazione n° 7

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>191000,1539</u>	<u>-93629,4182</u>	<u>162105,3479</u>	9,07
<u>277341,6869</u>	<u>-135954,5543</u>	<u>17876,8700</u>	13,17
<u>193290,2242</u>	<u>-10325,3900</u>	<u>164048,9727</u>	9,18
<u>297031,9365</u>	<u>-10325,3900</u>	<u>17876,8700</u>	14,10
21063,3700	<u>-324245,8801</u>	<u>17876,8700</u>	31,40
21063,3700	<u>-60344,7153</u>	<u>104477,8581</u>	5,84
21063,3700	<u>-10325,3900</u>	<u>105193,3930</u>	5,88

Combinazione n° 8

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>157439,0972</u>	<u>-110086,2937</u>	<u>190597,9688</u>	10,66
<u>265530,5659</u>	<u>-185667,1969</u>	<u>17876,8700</u>	17,98
<u>162971,3629</u>	<u>-10325,3900</u>	<u>197295,4069</u>	11,04
<u>297031,9394</u>	<u>-10325,3900</u>	<u>17876,8700</u>	20,11
14766,7800	<u>-298874,5456</u>	<u>17876,8700</u>	28,95
14766,7800	<u>-55024,8862</u>	<u>95267,3688</u>	5,33
14766,7800	<u>-10325,3900</u>	<u>95879,7022</u>	5,36

Combinazione n° 9

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>67427,9018</u>	<u>-36915,9929</u>	<u>170024,9226</u>	3,58
<u>266419,3066</u>	<u>-145861,4753</u>	<u>47555,9100</u>	14,13
<u>67720,4409</u>	<u>-10325,3900</u>	<u>170762,5837</u>	3,59
<u>276590,8383</u>	<u>-10325,3900</u>	<u>47555,9100</u>	14,67

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	143

18859,5600	-297769,7083	47555,9100	28,84
18859,5600	-22115,5275	101858,0448	2,14
18859,5600	-10325,3900	101946,1829	2,14

Combinazione n° 10

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>152246,5642</u>	<u>-277844,1108</u>	<u>144313,6550</u>	8,07
<u>209109,6712</u>	<u>-381617,0891</u>	17876,8700	11,09
<u>184150,1221</u>	-34417,9700	<u>174554,8567</u>	9,76
<u>296352,9145</u>	-34417,9700	17876,8700	15,71
18859,5600	<u>-315574,1724</u>	17876,8700	9,17
18859,5600	<u>-182710,5063</u>	<u>94900,7733</u>	5,31
18859,5600	-34417,9700	<u>101707,9222</u>	5,69

Combinazione n° 11

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>67427,9018</u>	<u>-36915,9929</u>	<u>170024,9226</u>	3,58
<u>266419,3066</u>	<u>-145861,4753</u>	47555,9100	14,13
<u>67720,4409</u>	-10325,3900	<u>170762,5837</u>	3,59
<u>276590,8383</u>	-10325,3900	47555,9100	14,67
18859,5600	<u>-297769,7083</u>	47555,9100	28,84
18859,5600	<u>-22115,5275</u>	<u>101858,0448</u>	2,14
18859,5600	-10325,3900	<u>101946,1829</u>	2,14

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>191000,1539</u>	<u>-93629,4182</u>	<u>162105,3479</u>	9,07
<u>277341,6869</u>	<u>-135954,5543</u>	17876,8700	13,17
<u>193290,2242</u>	-10325,3900	<u>164048,9727</u>	9,18
<u>297031,9365</u>	-10325,3900	17876,8700	14,10
21063,3700	<u>-324245,8801</u>	17876,8700	31,40
21063,3700	<u>-60344,7153</u>	<u>104477,8581</u>	5,84
21063,3700	-10325,3900	<u>105193,3930</u>	5,88

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]
σ_f	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
ϵ	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	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
13	-7025,3785	55262,2712	-169,334	-11,606	56456,64	0,0000	0	0,0000
14	43335,6086	35877,0730	-119,875	-8,131	45686,80	0,0000	0	0,0000
15	43335,6086	35877,0730	-119,875	-8,131	45686,80	0,0000	0	0,0000
16	-26453,8977	47402,3473	-136,124	-9,310	54430,32	0,0000	0	0,0000
17	-5311,1115	55880,7820	-172,486	-11,824	56473,29	0,0000	0	0,0000
18	43335,6086	35877,0730	-119,875	-8,131	45686,80	0,0000	0	0,0000
19	0,0000	53039,4015	-191,959	-13,146	57425,32	0,0000	0	0,0000
20	0,0000	53039,8268	-191,962	-13,146	57425,32	0,0000	0	0,0000
21	0,0000	53039,4015	-191,959	-13,146	57425,32	0,0000	0	0,0000

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	144

22	0,0000	53039,8268	-191,962	-13,146	57425,32	0,0000	0	0,0000
23	0,0000	53039,4015	-191,959	-13,146	57425,32	0,0000	0	0,0000
24	0,0000	53039,8268	-191,962	-13,146	57425,32	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Sforzo normale espresso in [kN]
Mx	Momento in direzione X espresso in [kNm]
My	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
Nu	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
Mx,u	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
My,u	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA 1 H=5.5m

N	Mx	My	N	Mx,u	My,u	FS	Comb.
18859,56	-10325,39	47555,91	67427,90	-36915,99	170024,92	3.575	9
30294,44	-20945,54	20540,09	265659,82	-183676,89	20540,09	8.769	4
18859,56	-10325,39	47555,91	67720,44	-10325,39	170762,58	3.591	9
32037,99	-7742,44	33736,64	286202,21	-7742,44	33736,64	8.933	1
18859,56	-34417,97	17876,87	18859,56	-315574,17	17876,87	9.169	10
18859,56	-10325,39	47555,91	18859,56	-22115,53	101858,04	2.142	9
18859,56	-10325,39	47555,91	18859,56	-10325,39	101946,18	2.144	9

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
scc	tensione di compressione nel cls espresso in [MPa]
scl	tensione di compressione limite nel cls espresso in [MPa]
sct	tensione di trazione nel cls espresso in [MPa]
sct1	tensione di trazione limite nel cls espresso in [MPa]
sfc, sft	tensione minima e massima nell'armatura espressa in [MPa]
sf	tensione limite nell'armatura espressa in [MPa]
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA 1 H=5.5m

TC	scc	scl	sct	sct1	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,462	14,940	0,816	3,099	12,416	21,761	450,000	19
SLER	2,956	18,260	-0,088	3,099	-0,523	43,544	337,500	17

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
Aeff	Area efficace a trazione espresso in [cmq]
Eps	Deformazione espressa in [%]
sr	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w, wl	ampiezza fessure e fessura limite espresse in [mm]
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - PILA 1 H=5.5m

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-191,959	-13,146	5631,589	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-169,334	-11,606	5536,594	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	145

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.

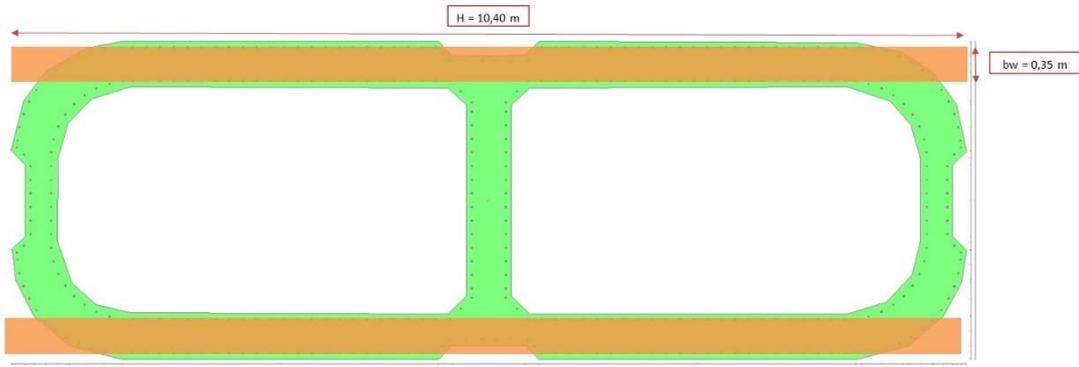
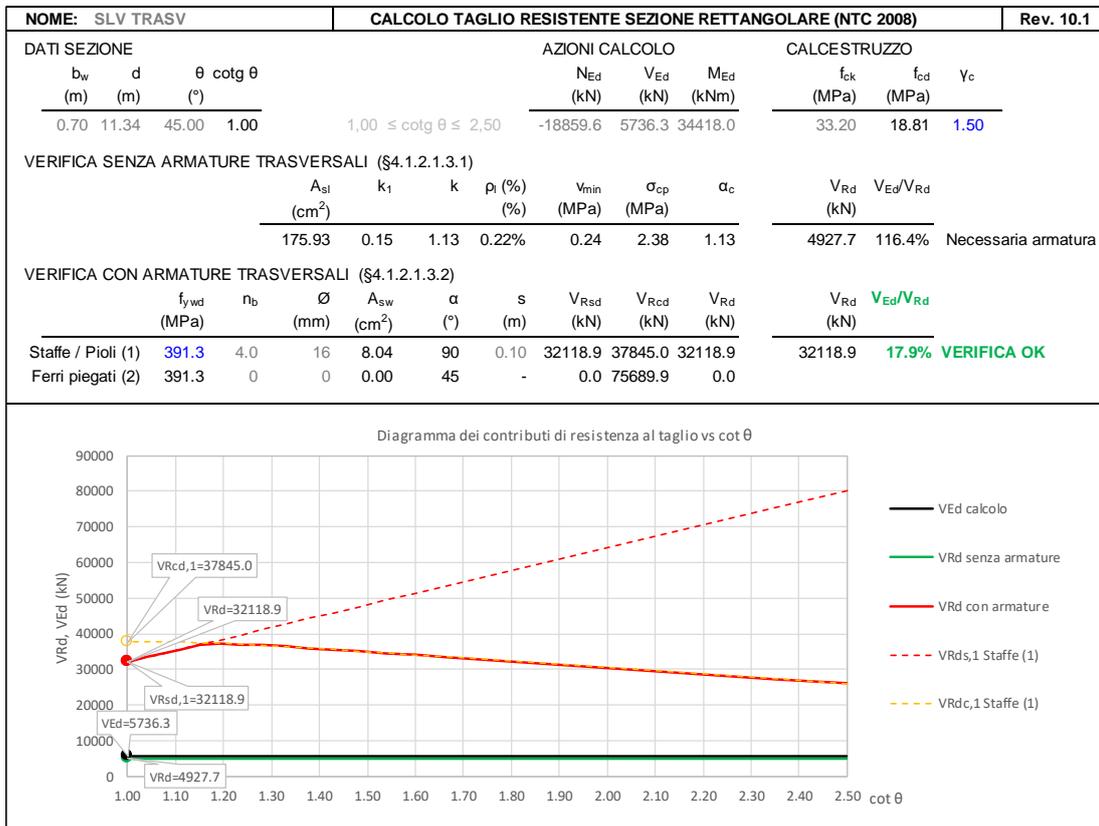


Figura 36 – Sezione considerata per la verifica a taglio trasversale



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	146

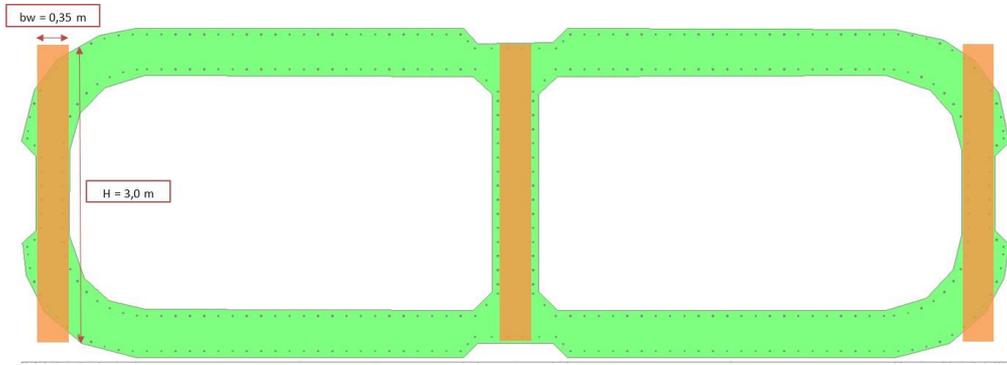
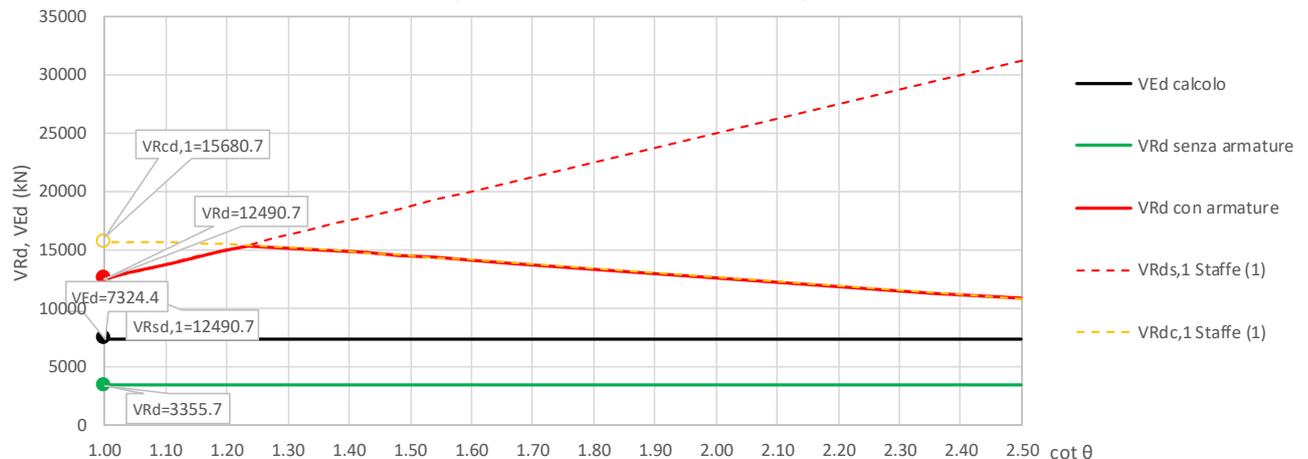


Figura 37 – Sezione considerata per la verifica a taglio longitudinale

NOME: SLV LONG				CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)						Rev. 10.1				
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO						CALCESTRUZZO				
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c					
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)						
1.05	2.94	45.00	1.00	-18859.6	7324.4	47555.9	33.20	18.81	1.50					
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$										
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)				A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
				(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
				383.27	0.15	1.26	1.24%	0.29	3.76	1.20	3355.7	218.3%	Necessaria armatura	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)				f_{ywd}	n_b	\emptyset	A_{sw}	α	s	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
				(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(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	15680.7	12490.7	58.6% VERIFICA OK	
Ferri piegati (2)	391.3	0	0	0.00	45	-	0.0	31361.5	0.0					

Diagramma dei contributi di resistenza al taglio vs cot θ

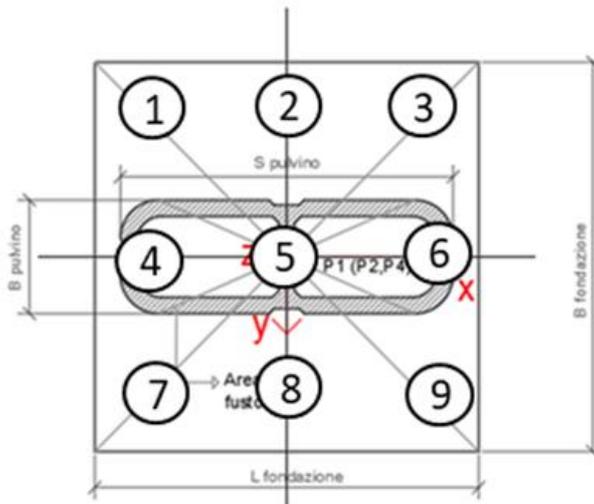


VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	147

11.5 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei plinti di fondazione, considerando le reazioni in testa palo riportate nella specifica relazione di dimensionamento geotecnico delle palificate, di cui di seguito si riportano gli schemi generali e le azioni calcolate per i vari stati limite.



Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata										Hmax, singolo palo	Mmax, 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]	[kNm]	
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]		
Nvert Max	SLU9	4468	4111	3754	6040	5683	5326	7613	7256	6899	370	1111	
Nvert Min	SLU22	2740	3167	3594	2942	3369	3795	3143	3570	3997	111	333	
Vtrasv Max	SLU3	5030	4604	4177	5325	4899	4472	5620	5194	4767	114	342	
Vtrasv Min	SLU17	2740	3167	3594	2942	3369	3795	3143	3570	3997	111	333	
Mtrasv Max	SLU2	3461	3888	4314	3668	4094	4521	3874	4301	4728	111	333	
Mtrasv Min	SLU18	4883	3964	3044	5841	4922	4003	6800	5881	4962	267	800	
Vlong Max	SLU7	4962	4112	3263	6498	5648	4798	8034	7184	6334	449	1347	
Vlong Min	SLU22	2740	3167	3594	2942	3369	3795	3143	3570	3997	111	333	
Mlong Max	SLU9	4468	4111	3754	6040	5683	5326	7613	7256	6899	370	1111	
Mlong Min	SLU14	2740	3167	3594	2942	3369	3795	3143	3570	3997	111	333	
Mtorc Max	SLU7	4962	4112	3263	6498	5648	4798	8034	7184	6334	449	1347	
Mtorc Min	SLU24	3706	3276	2845	4776	4346	3915	5846	5416	4985	232	695	
Nvert Max	SLV5	3612	2939	2267	4651	3979	3306	5691	5018	4345	528	1585	
Nvert Min	SLV72	2569	1897	1224	3609	2936	2263	4648	3975	3302	528	1585	
Vtrasv Max	SLV15	4817	2574	332	5856	3614	1371	6895	4653	2410	1180	3540	
Vtrasv Min	SLV72	2569	1897	1224	3609	2936	2263	4648	3975	3302	528	1585	
Mtrasv Max	SLV25	1358	685	13	4286	3614	2941	7215	6542	5869	1340	4020	
Mtrasv Min	SLV15	4817	2574	332	5856	3614	1371	6895	4653	2410	1180	3540	
Vlong Max	SLV25	1358	685	13	4286	3614	2941	7215	6542	5869	1340	4020	
Vlong Min	SLV71	2913	2240	1567	3952	3279	2606	4991	4318	3646	528	1585	
Mlong Max	SLV25	1358	685	13	4286	3614	2941	7215	6542	5869	1340	4020	
Mlong Min	SLV71	2913	2240	1567	3952	3279	2606	4991	4318	3646	528	1585	
Mtorc Max	SLV71	2913	2240	1567	3952	3279	2606	4991	4318	3646	528	1585	
Mtorc Min	SLV72	2569	1897	1224	3609	2936	2263	4648	3975	3302	528	1585	

SLU	5030	4604	4314		8034	7256	6899	449
SLV	4817	2939	2267		7215	6542	5869	1340

Tabella 48 – ENV SLU, SLV - Azioni normali sulla palificata

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	148

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata										
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Hmax, singolo palo	Mmax, singolo palo
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	3180	3060	2940	4147	4027	3907	5114	4994	4874	211	632
Nvert Min	RA10	2910	3194	3479	3114	3398	3683	3318	3602	3886	77	231
Vtrasv Max	RA12	3587	3303	3018	3801	3516	3232	4014	3730	3446	77	231
Vtrasv Min	RA2	2910	3194	3479	3114	3398	3683	3318	3602	3886	77	231
Mtrasv Max	RA2	2910	3194	3479	3114	3398	3683	3318	3602	3886	77	231
Mtrasv Min	RA6	3542	3084	2627	4456	3998	3541	5370	4913	4455	256	769
Vlong Max	RA7	3365	2927	2488	4437	3999	3560	5509	5071	4632	309	928
Vlong Min	RA12	3587	3303	3018	3801	3516	3232	4014	3730	3446	77	231
Mlong Max	RA9	3031	2931	2831	4123	4023	3923	5215	5115	5015	252	755
Mlong Min	RA2	2910	3194	3479	3114	3398	3683	3318	3602	3886	77	231
Mtorc Max	RA7	3365	2927	2488	4437	3999	3560	5509	5071	4632	309	928
Mtorc Min	RA12	3587	3303	3018	3801	3516	3232	4014	3730	3446	77	231
Nvert Max	QP1	3248	3248	3248	3457	3457	3457	3666	3666	3666	28	85
Nvert Min	QP12	3334	3334	3334	3457	3457	3457	3580	3580	3580	0	0
Vtrasv Max	QP1	3248	3248	3248	3457	3457	3457	3666	3666	3666	28	85
Vtrasv Min	QP12	3334	3334	3334	3457	3457	3457	3580	3580	3580	0	0
Mtrasv Max	QP1	3248	3248	3248	3457	3457	3457	3666	3666	3666	28	85
Mtrasv Min	QP12	3334	3334	3334	3457	3457	3457	3580	3580	3580	0	0
Vlong Max	QP1	3248	3248	3248	3457	3457	3457	3666	3666	3666	28	85
Vlong Min	QP12	3334	3334	3334	3457	3457	3457	3580	3580	3580	0	0
Mlong Max	QP1	3248	3248	3248	3457	3457	3457	3666	3666	3666	28	85
Mlong Min	QP12	3334	3334	3334	3457	3457	3457	3580	3580	3580	0	0
Mtorc Max	QP1	3248	3248	3248	3457	3457	3457	3666	3666	3666	28	85
Mtorc Min	QP12	3334	3334	3334	3457	3457	3457	3580	3580	3580	0	0

SLE RA	3587	3303	3479		5509	5115	5015	309
SLE QP	3334	3334	3334		3666	3666	3666	28

Tabella 49 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni normali sulla palificata

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	149

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).

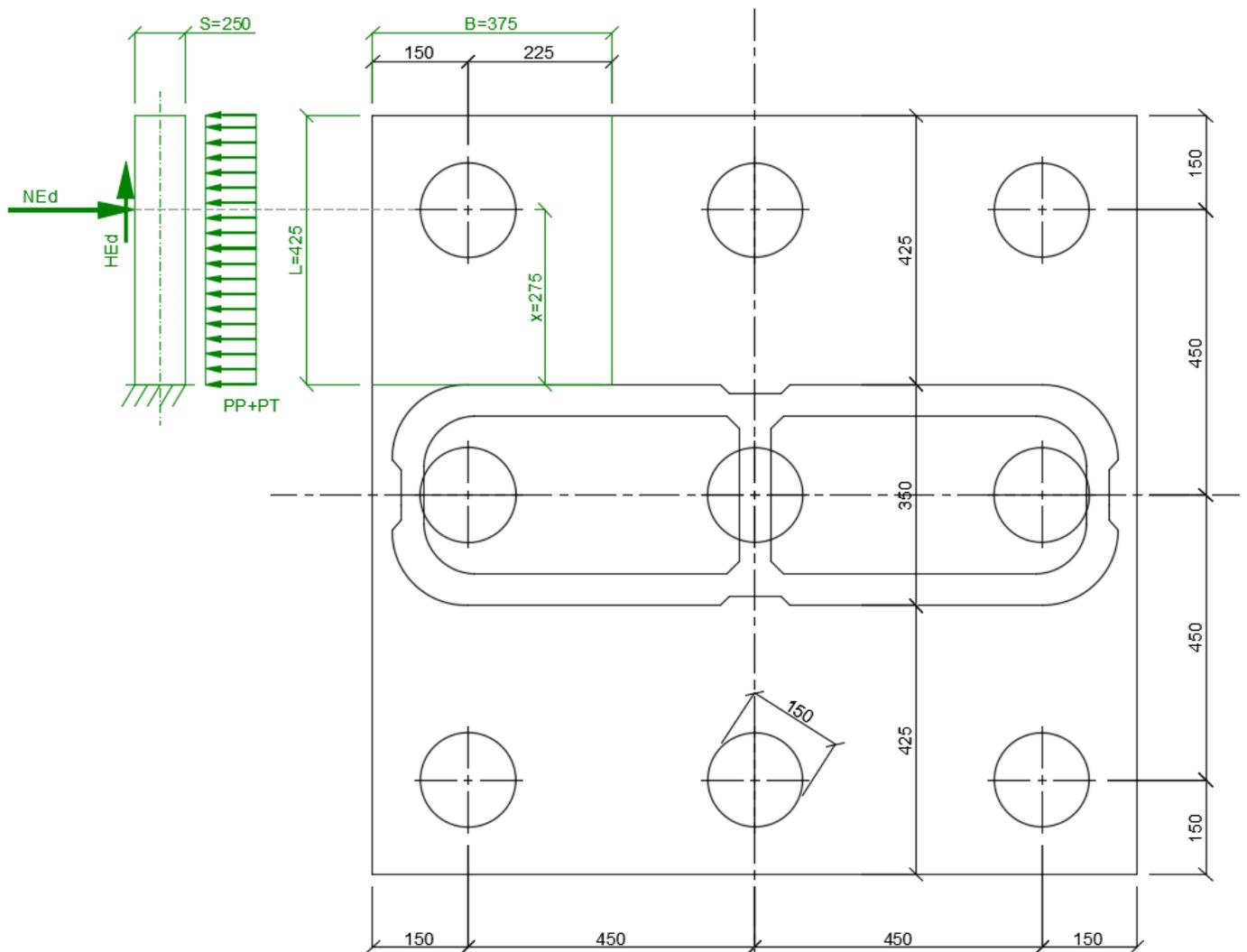
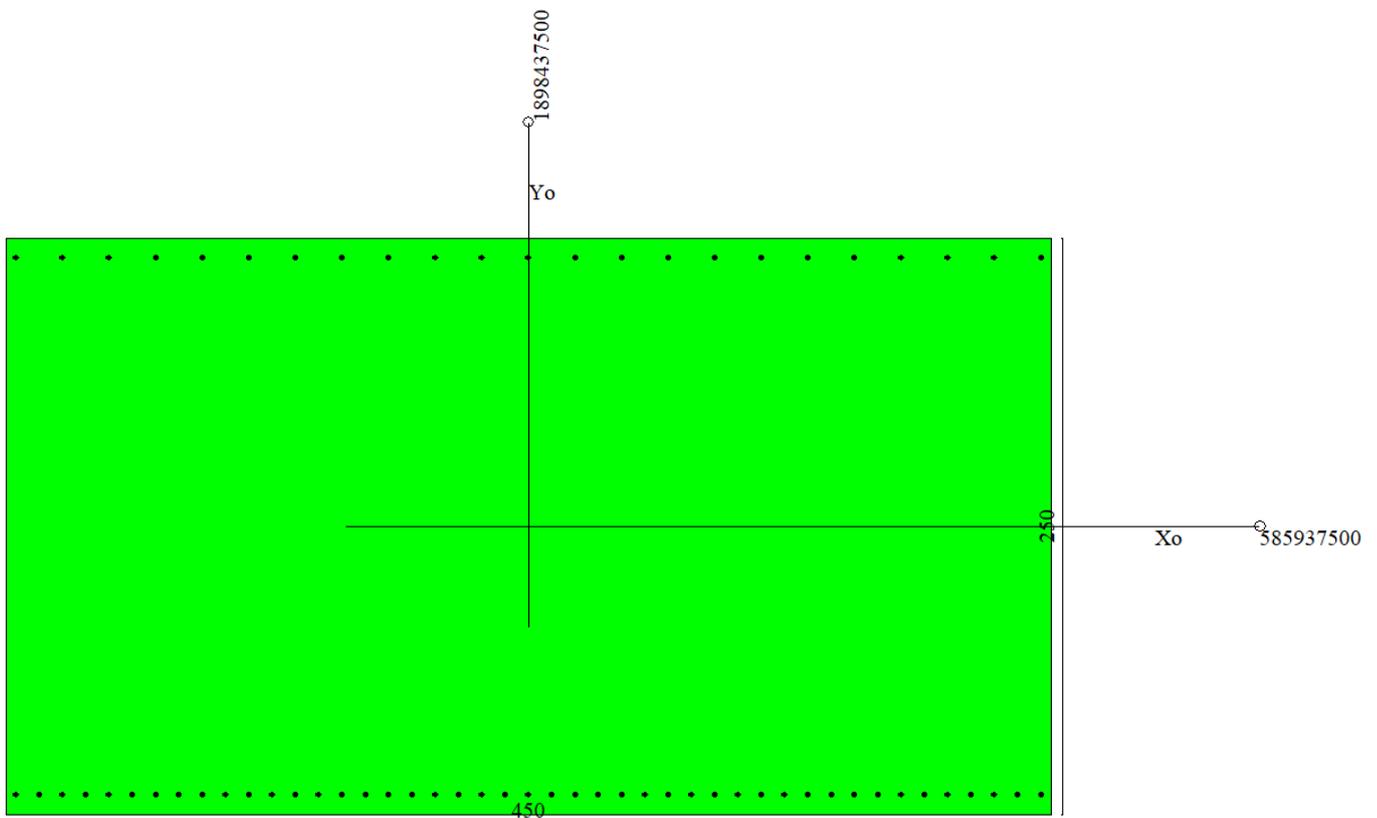


Figura 38 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	150

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 _{Ed} (kN)	8034	7215	5509	3666
		H _{Ed} (kN)	449	1340	309	28
		M _{Ed} (kNm)	18273	18384	12403	6984



Dati

Nome sezione: PILA CAP-ACCIAIO H=5m

Tipo sezione: Rettangolare
Base: 450,0 [cm]
Altezza: 250,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 112500,00 [cmq]
Inerzia in direzione X: 1898437500,0 [cm⁴]

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	151

Inerzia in direzione Y	585937500,0	[cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 225,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 125,00	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,60	26	5,31
2	14,33	8,60	26	5,31
3	24,36	8,60	26	5,31
4	34,40	8,60	26	5,31
5	44,43	8,60	26	5,31
6	54,46	8,60	26	5,31
7	64,49	8,60	26	5,31
8	74,52	8,60	26	5,31
9	84,55	8,60	26	5,31
10	94,59	8,60	26	5,31
11	104,62	8,60	26	5,31
12	114,65	8,60	26	5,31
13	124,68	8,60	26	5,31
14	134,71	8,60	26	5,31
15	144,75	8,60	26	5,31
16	154,78	8,60	26	5,31
17	164,81	8,60	26	5,31
18	174,84	8,60	26	5,31
19	184,87	8,60	26	5,31
20	194,90	8,60	26	5,31
21	204,94	8,60	26	5,31
22	214,97	8,60	26	5,31
23	225,00	8,60	26	5,31
24	235,03	8,60	26	5,31
25	245,06	8,60	26	5,31
26	255,10	8,60	26	5,31
27	265,13	8,60	26	5,31
28	275,16	8,60	26	5,31
29	285,19	8,60	26	5,31
30	295,22	8,60	26	5,31
31	305,25	8,60	26	5,31
32	315,29	8,60	26	5,31
33	325,32	8,60	26	5,31
34	335,35	8,60	26	5,31
35	345,38	8,60	26	5,31
36	355,41	8,60	26	5,31
37	365,45	8,60	26	5,31
38	375,48	8,60	26	5,31
39	385,51	8,60	26	5,31
40	395,54	8,60	26	5,31
41	405,57	8,60	26	5,31
42	415,60	8,60	26	5,31
43	425,64	8,60	26	5,31

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	152

44	435,67	8,60	26	5,31
45	445,70	8,60	26	5,31
46	445,70	241,40	26	5,31
47	425,64	241,40	26	5,31
48	405,57	241,40	26	5,31
49	385,51	241,40	26	5,31
50	365,45	241,40	26	5,31
51	345,38	241,40	26	5,31
52	325,32	241,40	26	5,31
53	305,25	241,40	26	5,31
54	285,19	241,40	26	5,31
55	265,13	241,40	26	5,31
56	245,06	241,40	26	5,31
57	225,00	241,40	26	5,31
58	204,94	241,40	26	5,31
59	184,87	241,40	26	5,31
60	164,81	241,40	26	5,31
61	144,75	241,40	26	5,31
62	124,68	241,40	26	5,31
63	104,62	241,40	26	5,31
64	84,55	241,40	26	5,31
65	64,49	241,40	26	5,31
66	44,43	241,40	26	5,31
67	24,36	241,40	26	5,31
68	4,30	241,40	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	sforzo normale espresso in [kN]
M _Y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _X	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _Y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _X	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 _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	0,0000	18273,1800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	18383,5400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	12403,2900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	6983,7900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	153

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
 α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
 (xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	51,68	0,00	(0,00; 198,32)	(450,00; 198,32)
4	51,68	0,00	(0,00; 198,32)	(450,00; 198,32)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

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

N°	σ _{c-max}	σ _{c-min}	τ _c	σ _{f-max}	σ _{f-min}
3	4,187	0,000	0,000	52,355	-230,552
4	2,358	0,000	0,000	29,479	-129,815

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>21747,2860</u>	1,19

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>21747,2859</u>	1,18

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]
 σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
 σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
 A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]
 ε 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	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
3	0,0000	9663,0756	-179,617	-12,517	12645,00	0,0765	226	0,2936
4	0,0000	9663,0756	-179,617	-12,517	12645,00	0,0000	0	0,0000

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	154

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° 4 - PILA CAP-ACCIAIO H=5m

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,358	9,960	-9,047	2,558	-129,815	29,479	450,000	4
SLER	4,187	13,695	-16,067	2,558	-230,552	52,355	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]
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° 4 - PILA CAP-ACCIAIO H=5m

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-179,617	-12,517	1240,071	0,0000	0,000	0,000	0,300	4
SLER	-179,617	-12,517	1240,071	0,0765	225,845	0,294	0,300	3

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	155

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 $V_{Ed} = 8034.0$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

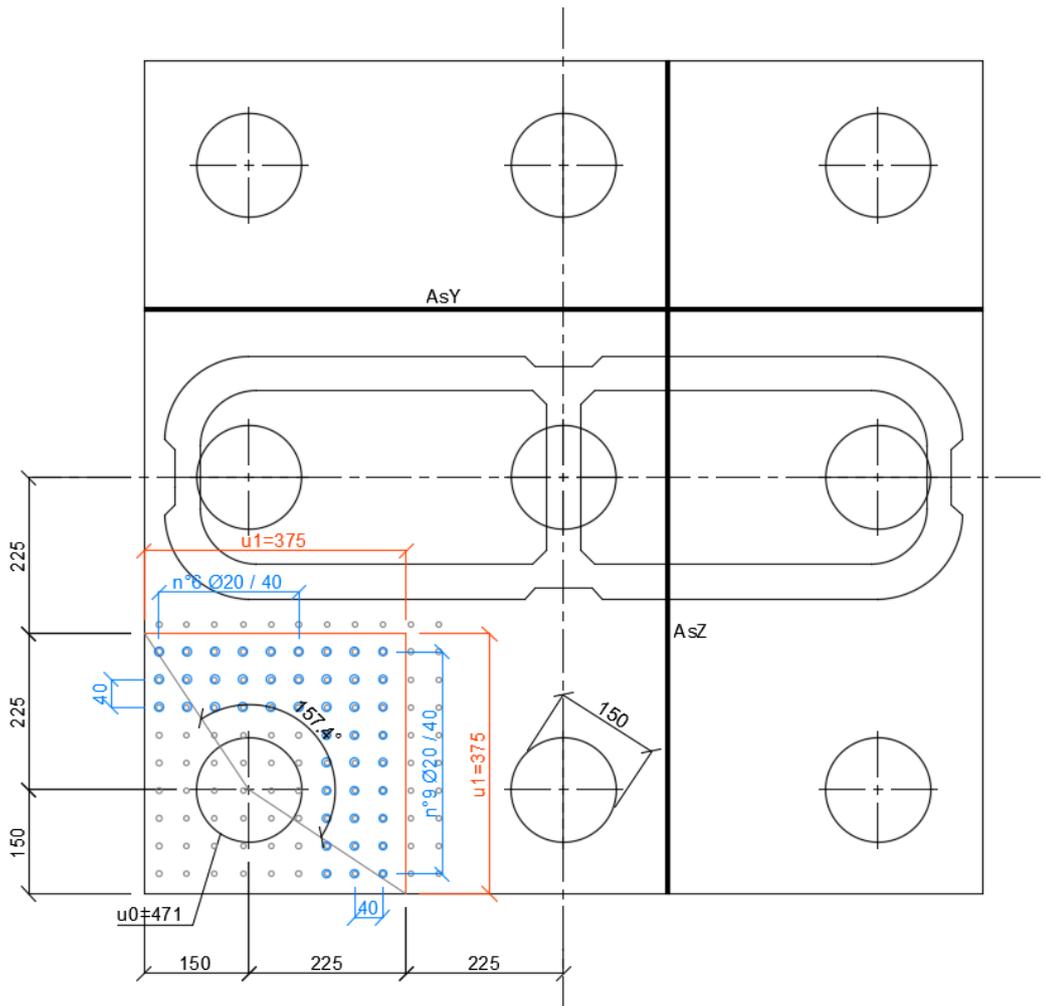
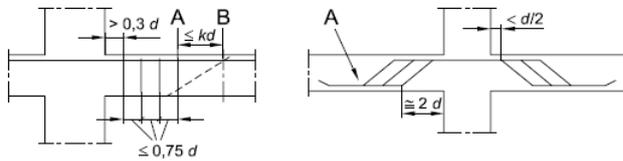


Figura 39 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	156

NOME: PILA ACCIAIO-CAP H=5m		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10			
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO			CALCESTRUZZO			
	d	A _c	A _s	ρ _i	N _{Ed}	σ _{cp}	V _{ed}	β	f _{ck}	f _{cd}	γ _c	
	(m)	(m ²)	(cm ²)	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)		
direzione Y	2,41	2,41	26,53	0,11%	0,0	0,00	8034,0	1,50	24,90	14,11	1,50	
direzione Z	2,39	2,39	15,70	0,07%	0,0	0,00						
VERIFICHE A TAGLIO-PUNZONAMENTO ESEGUITE SUL PERIMETRO u ₁ POSTO A 0,83d < 2d DA BORDO PILASTRO						VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)						
	c	u ₀	v	V _{Ed}	V _{Rd,max}	V _{Ed} /V _{Rd,max}						
	(m)	(m)		(MPa)	(MPa)							
	1,50	4,71	0,54	1,07	3,81	28,0%	VERIFICA OK					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)												
Angolo settore di verifica (°)	a	k ₁	k	d	ρ _i	V _{min}	σ _{cp}	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Ed} /V _{Rd,c}		
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)			
157	1,98	0,10	1,29	2,40	0,09%	0,26	0,00	0,67	0,62	108,2%	Necessaria armatura	
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.5)												
	f _{ywd}	n _b	∅	A _{sw}	α	s _r	f _{ywd,ef}	V _{Rd,cs}	V _{Ed}	V _{Rd,cs}	V _{Ed} /V _{Rd,cs}	
	(MPa)	(*)	(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
Staffe / Pioli	391,3	15	20	47,12	90	0,40	391,3	0,92	0,67	1,39	48,3%	
Ferri piegati	391,3	0	0	0,00	45	3,60	391,3	0,00			VERIFICA OK	
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio											
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio											
	Perimetro A (u ₁ con V _{Ed} < V _{Rd,cs})		u ₁ (m)	r _{u1} (m)								
	da bordo pilastro a 0,83d		7,50	2,73								
	Perimetro B (u _{out} con V _{Ed} < V _{Rd,c})		u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)								
	oltre 0,92d da bordo pilastro		8,11	2,95								
	(*) Staffe / Pioli: n° totale barre su una fila di passo radiale s _r , estesa a u ₁ Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s _r =1,5d esteso a u ₁											



Si è reso necessario l'inserimento di armatura a punzonamento pari a Φ 20/40.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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).

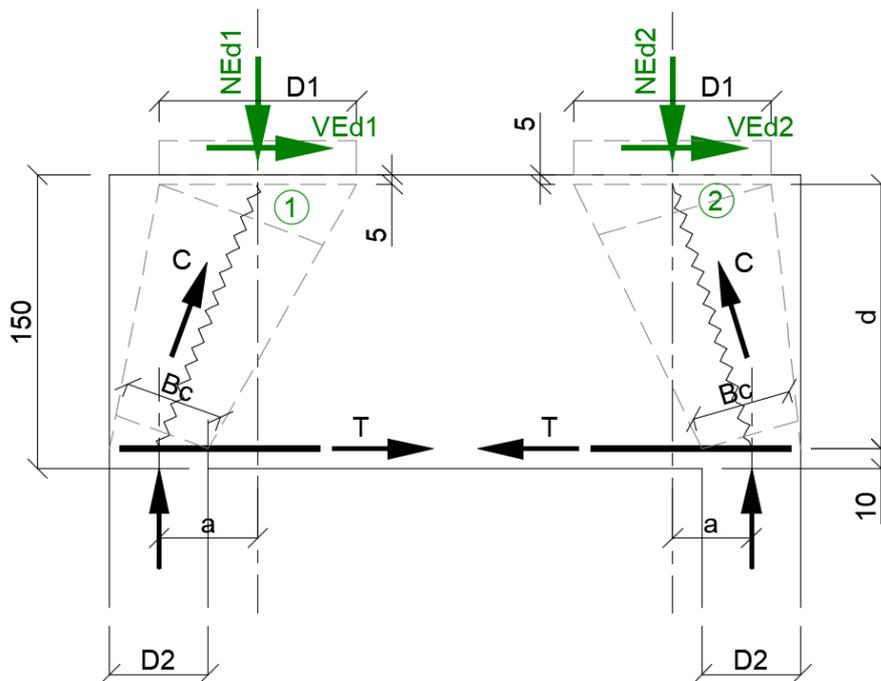


Figura 40 – Schema delle verifiche locali per il pulvino di testa pila

Nel caso in oggetto si è considerato il punto 1 come appoggio (F) del impalcato di 40 m, dove si ipotizzano contemporaneamente le massime azioni orizzontali longitudinali e verticali, e il punto 2 come appoggio (UL) del impalcato di 25 m.

Con armature ad intradosso pulvino di 1° strato 1Ø26/10 + 2° strato 1Ø26/20, si hanno i seguenti rapporti di sfruttamento totali:

Condizioni SLV

Armatura tesa	$FS = 81.7 + 7.3 = 89\%$	$< 100\%$
Calcestruzzo compresso	$FS = 12.8 + 8.6 = 21.4\%$	$< 100\%$

Condizioni SLU

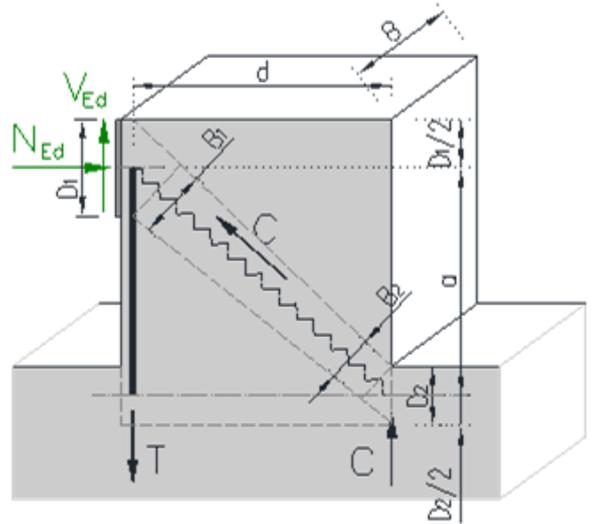
Armatura tesa	$FS = 37.0 + 18.1 = 55.1\%$	$< 100\%$
Calcestruzzo compresso	$FS = 29.7 + 21.2 = 50.9\%$	$< 100\%$

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

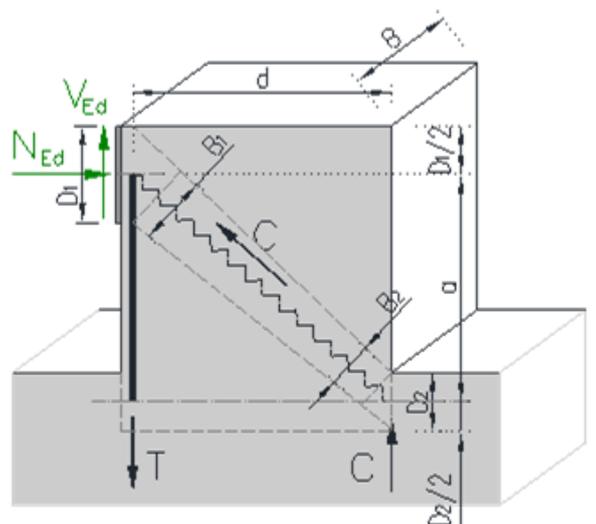
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	158

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	
GEOMETRIA		MATERIALI				AZIONI	
D ₁ (m)	1,00	B (m)	2,20	f _{yd} (MPa)	391,3	N _{Ed} (kN)	2150,0
D ₂ (m)	0,50	θ (rad)	0,251 (14,4°)	f _{ck} (MPa)	33,20	V _{Ed} (kN)	5050,0
a (m)	0,50			α _{cc}	0,85		
d (m)	1,95			v	0,87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T (kN)	5601,3						
A _s (mm ²)	17512 (15Ø26/10)	σ _{Ed} /f _{yd}					
σ _s (MPa)	319,86	81,7% VERIFICA OK					
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A _{sh} (mm ²)	0 (-)	f _{ck,c} (MPa)	33,2				
σ ₁ (MPa)	0,00	f _{cd,c} (MPa)	18,8				
α	0,00	σ _{Rd,max} (MPa)	16,31				
σ ₂ (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C (kN)	2219,6						
B ₁ (m)	0,97						
B ₂ (m)	0,48	σ _{Ed} /σ _{Rd,max}					
σ _c (MPa)	2,08	12,8% VERIFICA OK					



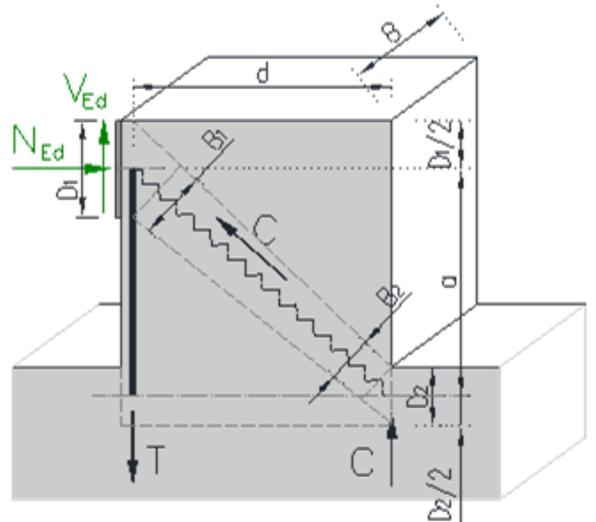
NOME: APPOGGIO 2 SLV		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA		MATERIALI				AZIONI	
D ₁ (m)	1,00	B (m)	2,20	f _{yd} (MPa)	391,3	N _{Ed} (kN)	1350,0
D ₂ (m)	0,50	θ (rad)	0,355 (20,3°)	f _{ck} (MPa)	33,20	V _{Ed} (kN)	0,0
a (m)	0,50			α _{cc}	0,85		
d (m)	1,35			v	0,87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T (kN)	500,0						
A _s (mm ²)	17512 (15Ø26/10)	σ _{Ed} /f _{yd}					
σ _s (MPa)	28,55	7,3% VERIFICA OK					
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A _{sh} (mm ²)	0 (-)	f _{ck,c} (MPa)	33,2				
σ ₁ (MPa)	0,00	f _{cd,c} (MPa)	18,8				
α	0,00	σ _{Rd,max} (MPa)	16,31				
σ ₂ (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C (kN)	1439,6						
B ₁ (m)	0,94						
B ₂ (m)	0,47	σ _{Ed} /σ _{Rd,max}					
σ _c (MPa)	1,40	8,6% VERIFICA OK					



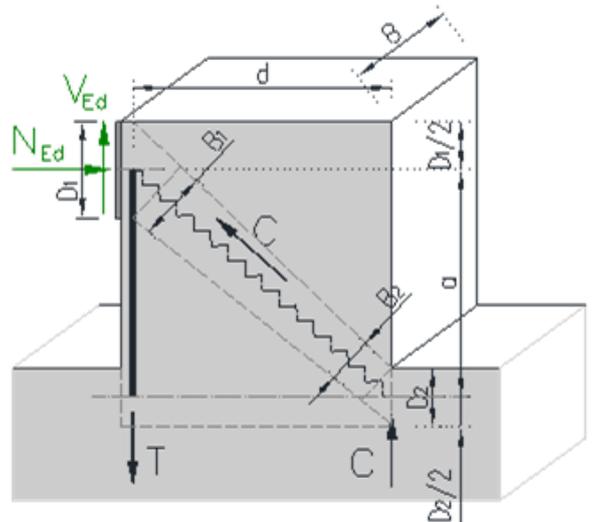
VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	159

NOME: APPOGGIO 1 SLU		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA		MATERIALI		AZIONI			
D ₁ (m)	1,00	B (m)	2,20	f _{yd} (MPa)	391,3	N _{Ed} (kN)	5000,0
D ₂ (m)	0,50	θ (rad)	0,251 (14,4°)	f _{ck} (MPa)	33,20	V _{Ed} (kN)	1250,0
a (m)	0,50			α _{cc}	0,85		
d (m)	1,95			v	0,87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T (kN)	2532,1						
A _s (mm ²)	17512 (15Ø26/10)						
σ _s (MPa)	144,59						
						σ_{Ed}/f_{yd}	
						37,0% VERIFICA OK	
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A _{sh} (mm ²)	0 (-)	f _{ck,c} (MPa)	33,2				
σ _l (MPa)	0,00	f _{cd,c} (MPa)	18,8				
α	0,00	σ _{Rd,max} (MPa)	16,31				
σ ₂ (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C (kN)	5161,7						
B ₁ (m)	0,97						
B ₂ (m)	0,48						
σ _c (MPa)	4,84						
						σ_{Ed}/σ_{Rd,max}	
						29,7% VERIFICA OK	



NOME: APPOGGIO 2 SLU		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA		MATERIALI		AZIONI			
D ₁ (m)	1,00	B (m)	2,20	f _{yd} (MPa)	391,3	N _{Ed} (kN)	3350,0
D ₂ (m)	0,50	θ (rad)	0,355 (20,3°)	f _{ck} (MPa)	33,20	V _{Ed} (kN)	0,0
a (m)	0,50			α _{cc}	0,85		
d (m)	1,35			v	0,87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T (kN)	1240,7						
A _s (mm ²)	17512 (15Ø26/10)						
σ _s (MPa)	70,85						
						σ_{Ed}/f_{yd}	
						18,1% VERIFICA OK	
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A _{sh} (mm ²)	0 (-)	f _{ck,c} (MPa)	33,2				
σ _l (MPa)	0,00	f _{cd,c} (MPa)	18,8				
α	0,00	σ _{Rd,max} (MPa)	16,31				
σ ₂ (MPa)	0,00						
- Puntoni compressi							
C (kN)	3572,4						
B ₁ (m)	0,94						
B ₂ (m)	0,47						
σ _c (MPa)	3,46						
						σ_{Ed}/σ_{Rd,max}	
						21,2% VERIFICA OK	



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	160

12. VERIFICHE LOCALI

12.1 BAGGIOLI

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

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 150x150x30 cm, armato in verticale con 1Ø14/10 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).

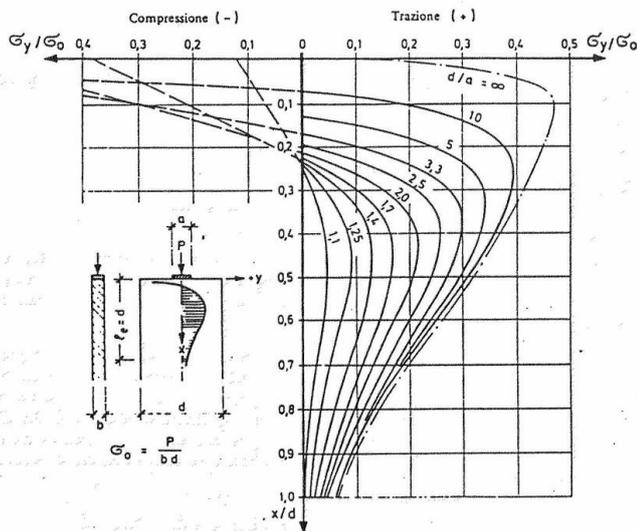


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

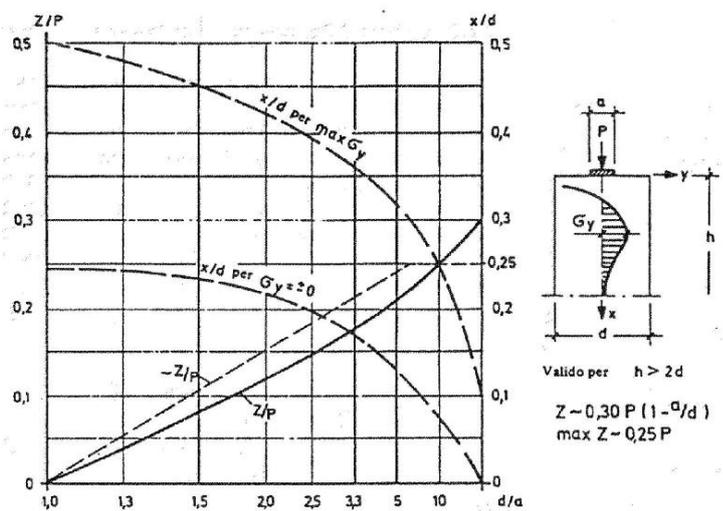


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo carico in lastre con $h > 2d$ (40)

Figura 41 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	161

NOME: BAGGIOLO TIPO		VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)						Rev. 09		
GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)										
N_{Ed} (kN)	4300.0	b_x (m)	1.500	$f_{y,d}$ (MPa)	391.3					
M_{Ed} (kNm)	215.0	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	α_{cc}	0.85			
		a_y (m)	0.800	a'_y (m)	0.750					
	Altezza (m)	Posiz. (b)	T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona	Posizione zona	Posizione zona	Posizione zona	b/a'	
		($0,3b(1+a/b)$)		Region II	Region I	Region II	Region I			
Direz. X	1.50	0.69	0.90	0.22	0.22	1.12	0.00	0.22	2.00	
Direz. Y	1.50	0.69	0.90	0.23	0.23	1.13	0.00	0.23	2.00	
VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)										
Direz. X	$3 \times 6\phi 12$	A_{sh} (cm ²)	20.35	T_{Rd} (kN)	796.2	T_{Ed} (kN)	645.0	T_{Ed}/T_{Rd}	81.0% VERIFICA OK	
Direz. Y	$3 \times 6\phi 12$	A_{sh} (cm ²)	20.35	T_{Rd} (kN)	796.2	T_{Ed} (kN)	645.0	T_{Ed}/T_{Rd}	81.0% VERIFICA OK	
VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)										
Direz. X	$2 \times 2\phi 12$	A_{sh} (cm ²)	3.77	σ_1 (MPa)	0.10	α	0.00	σ_2 (MPa)	0.00	
Direz. Y	$2 \times 2\phi 12$	A_{sh} (cm ²)	3.77	σ_1 (MPa)	0.10	α	0.00	σ_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)	860.0	$(C_{Ed} = v \cdot N_{Ed})$				σ_{Ed} (MPa)	10.4	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	55.4% VERIFICA OK
									53.0% VERIFICA OK	
									(stress compressione σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)	
VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)										
$V_{Ed,x}$ (kN)	3300.0	$N_{Ed,min}$ (kN)	1350.0	μ	0.60					
$V_{Ed,y}$ (kN)	2450.0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	2.40	β_{fctd} (MPa)	0.00					
V_{Ed} (kN)	4110.0	$f_{cd,c}$ (MPa)	18.8	A_{sv} (cm ²)	73.85	<-- $4 \times 12\phi 14$				
	$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{ed}) < 0.25 f_{cd}$	T_{Rd} (MPa)	2.21	T_{Ed} (MPa)	1.83	T_{Ed}/T_{Rd}	82.6% VERIFICA OK			

Figura 42 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	162

12.1.2 Impalcato in acciaio di luce L=40m

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 150x150x30 cm, armato in verticale con 1Ø14/10 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø12/10 staffe cerchiati esterne (n°2 braccia per direzione) e 8Ø12/10 ganci interni (n°8 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale N_{Ed} ed orizzontale V_{Ed} sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (F)-(UT)-(UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata 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).

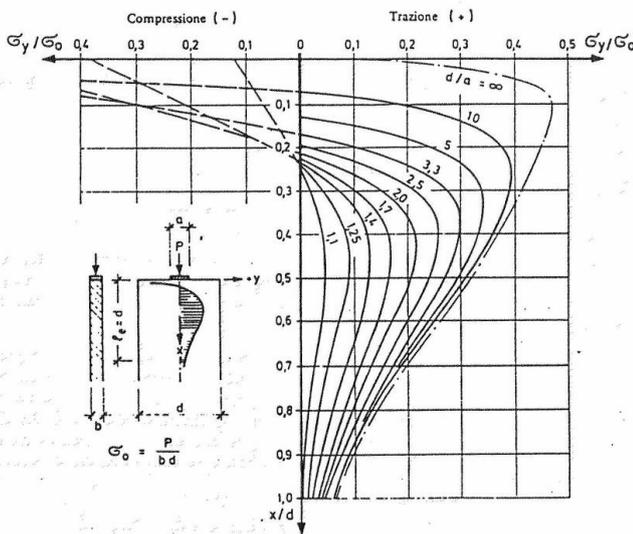


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

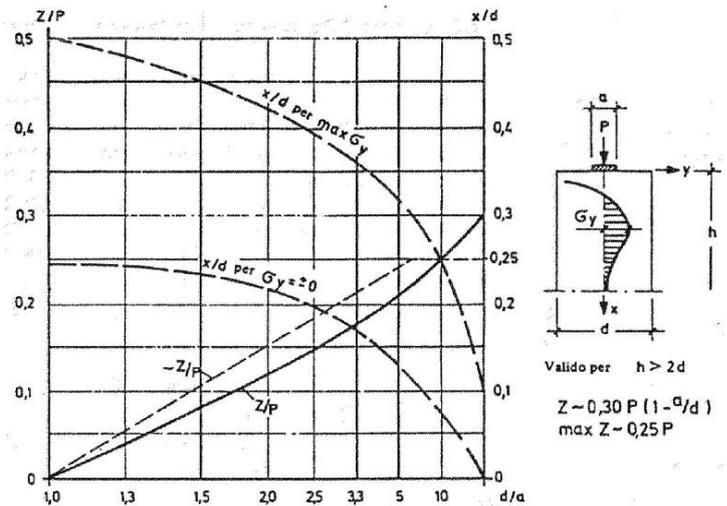


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

Figura 43 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	163

NOME: BAGGIOLO TIPO		VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)						Rev. 09									
GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)																	
N_{Ed} (kN)	5350,0	b_x (m)	1,500	$f_{y,d}$ (MPa)	391,3												
M_{Ed} (kNm)	267,5	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	α_{cc}	0,85										
		a_y (m)	0,800	a'_y (m)	0,750												
	Altezza (m)	Posiz. (m)	T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona	Posizione zona	Posizione zona	Posizione zona	b/a'								
	(b)	(0,3b(1+a/b))		Region II	Region I	Region II	Region I										
Direz. X	1,50	0,69	0,90	0,22	0,22	1,12	0,00	0,22	2,00								
Direz. Y	1,50	0,69	0,90	0,23	0,23	1,13	0,00	0,23	2,00								
VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)																	
Direz. X	A_{sh} (cm ²)	27,13	T_{Rd} (kN)	1061,6	T_{Ed} (kN)	802,5	T_{Ed}/T_{Rd}	75,6%	VERIFICA OK								
Direz. Y	A_{sh} (cm ²)	27,13	T_{Rd} (kN)	1061,6	T_{Ed} (kN)	802,5	T_{Ed}/T_{Rd}	75,6%	VERIFICA OK								
VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)																	
Direz. X	A_{sh} (cm ²)	3,77	σ_1 (MPa)	0,10	α	0,00	σ_2 (MPa)	0,00	$i_{ck,c}$ (MPa)	33,2	$i_{cd,c}$ (MPa)	18,8	σ_{Ed} (MPa)	13,0	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	68,9%	VERIFICA OK
Direz. Y	A_{sh} (cm ²)	3,77	σ_1 (MPa)	0,10	α	0,00	σ_2 (MPa)	0,00	$i_{ck,c}$ (MPa)	33,2	$i_{cd,c}$ (MPa)	18,8	σ_{Ed} (MPa)	12,4	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	65,9%	VERIFICA OK
ν	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)						(stress compressione σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)									
C_{Ed} (kN)	1070,0	$(C_{Ed} = \nu N_{Ed})$															
VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)																	
$V_{Ed,x}$ (kN)	5050,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	2300,0	μ	0,60												
$V_{Ed,y}$ (kN)	3550,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	4,09	β_{fctd} (MPa)	0,00												
V_{Ed} (kN)	6172,9	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8	A_{sv} (cm ²)	73,85	← 4x12Ø14											
$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{ed}) < 0.25 f_{cd}$		T_{Rd} (MPa)	3,22	T_{Ed} (MPa)	2,74	T_{Ed}/T_{Rd}	85,1% VERIFICA OK										

Figura 44 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 03 05			PROGR 001

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.”

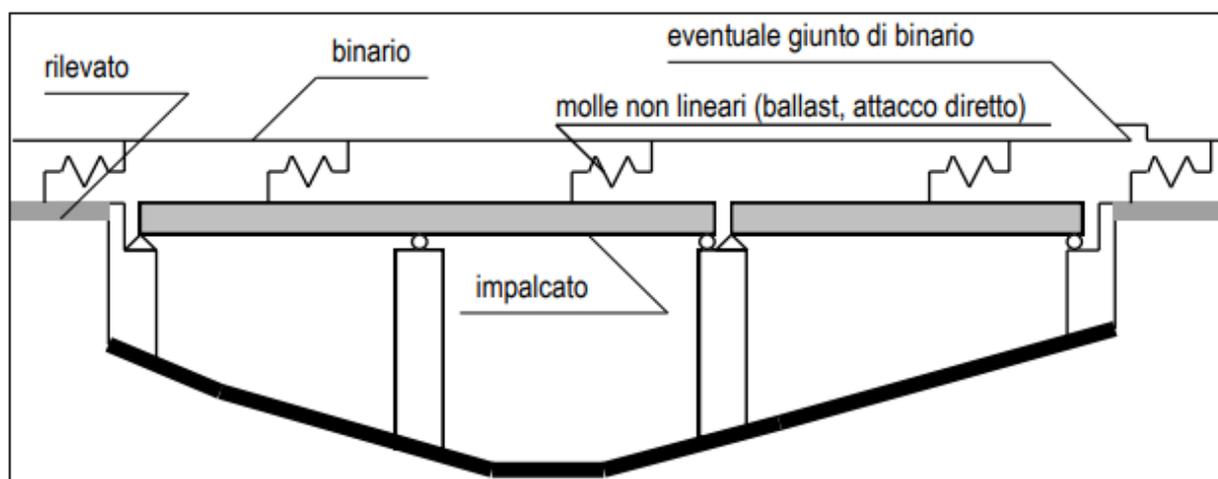


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 45 – 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:

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	165

- La sottostruttura ha rigidezza K sufficiente a limitare lo spostamento dell'impalcato in direzione longitudinale dovuto all'avviamento e alla frenatura δ_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 δH , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione L_T è minore di 40 m.”

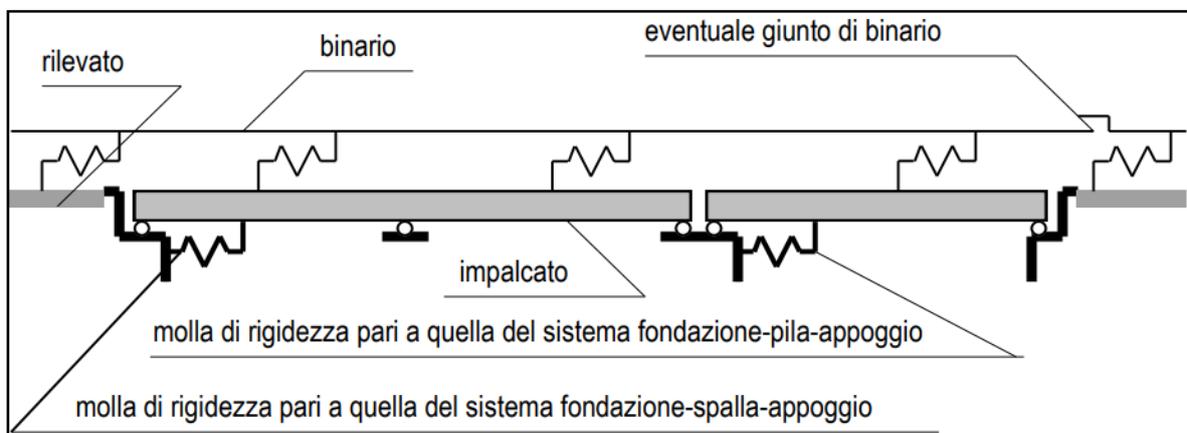


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

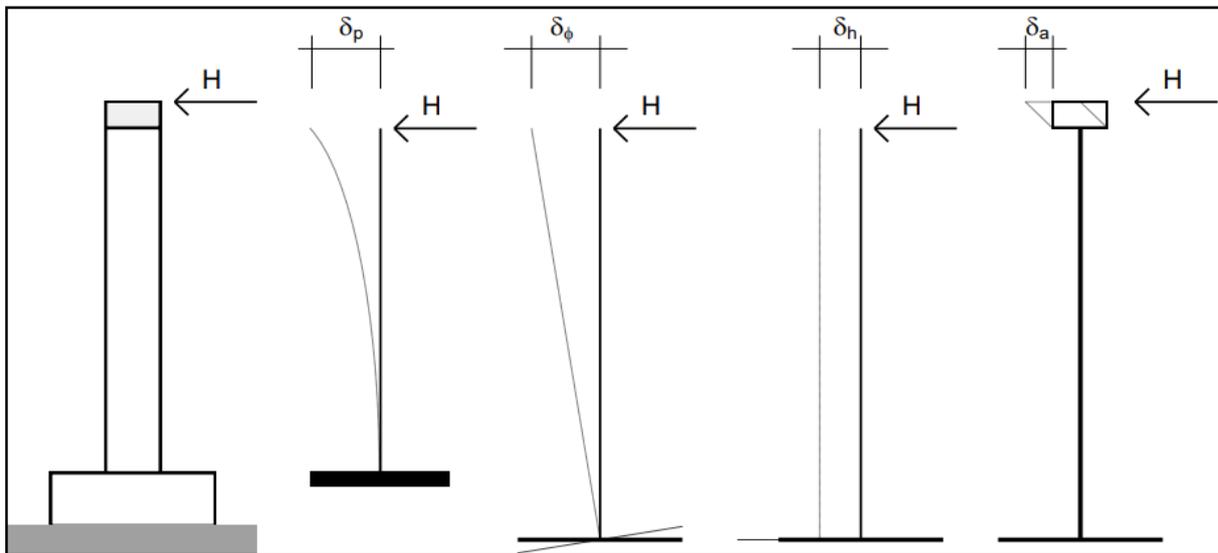


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 46 – 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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	166

NOME: IMPALCATO L=40 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	38,00	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3,80
L (m)	40,00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
$Q_{3,f}$ (kN)	880,0	$Q_{3,f}$ (kN)	1400,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
$Q_{3,a}$ (kN)	1100,0	$Q_{3,a}$ (kN)	1000,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)				
$Q_{3,f}$ (kN)	1400,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2		
$Q_{3,a}$ (kN)	1100,0	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2		
H (kN)	2500,0	Massima azione applicata all'appoggio		
I_L (m ⁴)	25,00	Inerzia longitudinale elevazione		
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione		
H_{elev} (m)	5,00	Altezza elevazione		
K (kN/m)	20007600	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$		
δ_p (mm)	0,1	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)	
δ_φ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	φ (rad)	0,00001
δ_n (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s_n (mm)	1,0
δ_a (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi		
$\Sigma \delta_i$ (mm)	2,1	Spostamento totale	< 5.0 mm	OK VERIFICATO

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.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	167

12.3 RITEGNI

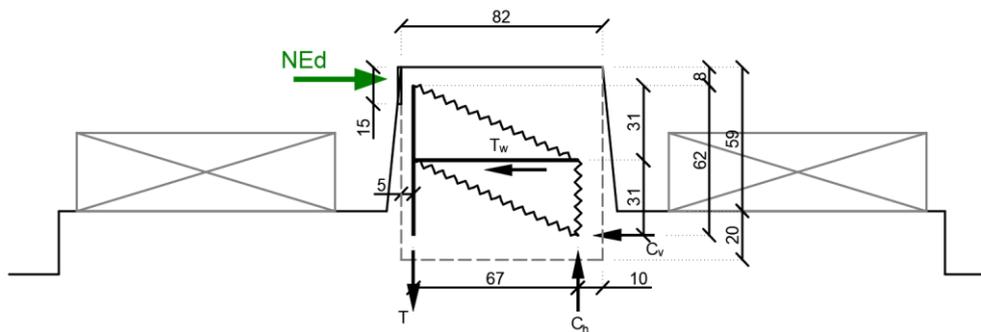
Si verificano i ritegni trasversali e longitudinali alle massime azioni sismiche SLV secondo il modello teorico locale a tirante – puntone, come previsto in ENV 1992 e CEB-FIP Model Code 90.

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 $N_{Ed}=1.10 \cdot 2450 = 2695$ kN, un'armatura al corrente teso verticale di $1\varnothing 22/10$ e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci $1\varnothing 14/10/20$ ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	168

NOME: RITEGNI TRASV. L=25m		VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA			MATERIALI			AZIONI	
D ₁ (m)	0.15	B (m)	1.50	f _{yd} (MPa)	391.3	N _{Ed} (kN)	2695.0
D ₃ (m)	0.20	θ (rad)	0.446 (25.5°)	f _{ck} (MPa)	33.20	V _{Ed} (kN)	0.0
a (m)	0.64			α _{cc}	0.85		
d (m)	0.67			v	0.87		
VERIFICA ARMATURA							
- Tiranti tesi							
T=T ₃ (kN)	1699.4						
A _s (mm ²)	5699 (1x1Ø22/10)			σ _{Ed} /f _{yd}	76.2%	VERIFICA OK	
σ _s (MPa)	298.19						
T _w =T ₂ (kN)	2695.0						
A _{sw} (mm ²)	7385 (1Ø14/10/20)			σ _{Ed} /f _{yd}	93.3%	VERIFICA OK	
σ _{sw} (MPa)	364.92						
VERIFICA CALCESTRUZZO							
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)							
A _{sh} (mm ²)	0 (-)	f _{ck,c} (MPa)	33.2				
σ ₁ (MPa)	0.00	f _{cd,c} (MPa)	18.8				
α	1.00	σ _{Rd,max} (MPa)	16.31				
σ ₂ (MPa)	0.00						
- Puntoni compressi							
C ₁ (kN)	2986.6						
B ₁ (m)	0.14			σ _{Ed} /σ _{Rd,max}	90.2%	VERIFICA OK	
σ _{c1} (MPa)	14.71						
C=C ₂ (kN)	2986.6						
B ₂ (m)	0.46			σ _{Ed} /σ _{Rd,max}	26.3%	VERIFICA OK	
σ _{c2} (MPa)	4.29						

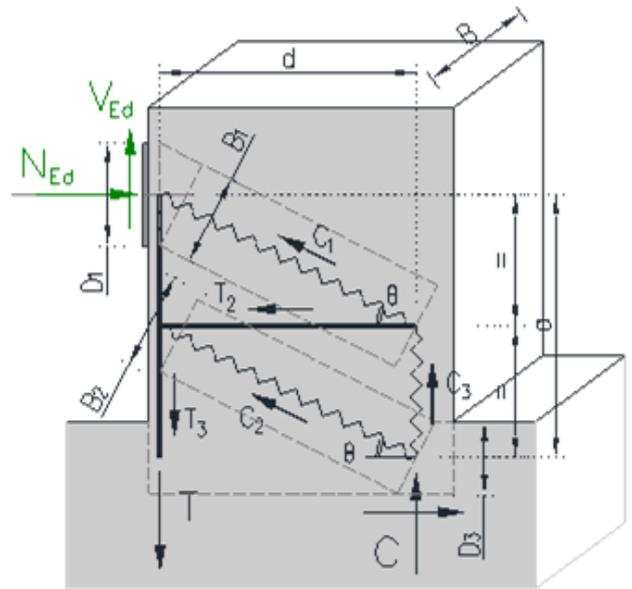


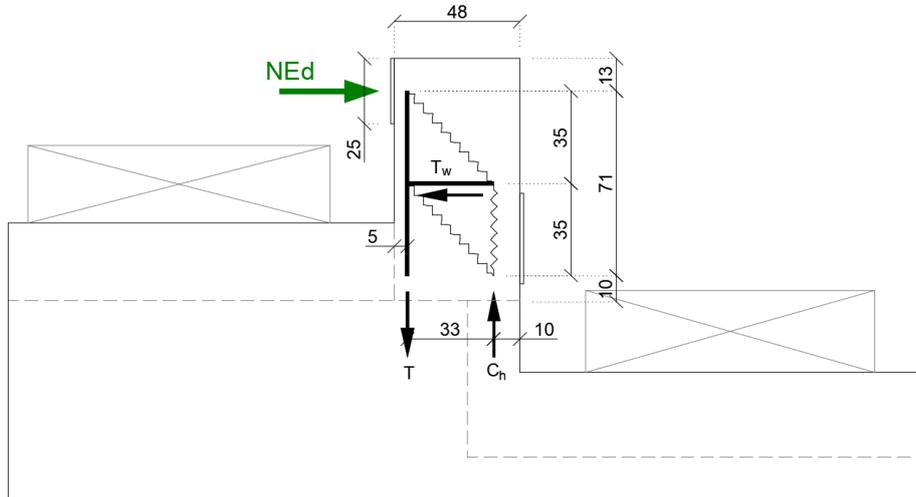
Figura 47 – Schema delle verifiche locali del ritegno trasversale

12.3.1.2 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione $N_{Ed}=1.10 \cdot 3300 = 3630$ kN, un'armatura al corrente teso verticale di 1Ø24/10 e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci 1Ø16/10/10 ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	169



NOME: RITEGNI LONG. L=25m				VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA				MATERIALI				AZIONI	
D ₁ (m)	0.25	B (m)	2.00	f _{yd} (MPa)	391.3	N _{Ed} (kN)	3630.0		
D ₃ (m)	0.20	θ (rad)	0.822 (47.1°)	f _{ck} (MPa)	33.20	V _{Ed} (kN)	0.0		
a (m)	0.71			α _{cc}	0.85				
d (m)	0.33			v	0.87				
VERIFICA ARMATURA									
- Tiranti tesi									
T=T ₃ (kN)	1426.6								
A _s (mm ²)	9043	(1x1Ø24/10)							
σ _s (MPa)	157.75			σ _{Ed} /f _{yd}	40.3%				VERIFICA OK
T _w =T ₂ (kN)	3630.0								
A _{sw} (mm ²)	28536	(1Ø16/10/10)		σ _{Ed} /f _{yd}	32.5%				VERIFICA OK
σ _{sw} (MPa)	127.21								
VERIFICA CALCESTRUZZO									
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)									
A _{sh} (mm ²)	0	(-)		f _{ck,c} (MPa)	33.2				
σ ₁ (MPa)	0.00			f _{cd,c} (MPa)	18.8				
α	1.00			σ _{Rd,max} (MPa)	16.31				
σ ₂ (MPa)	0.00								
- Puntoni compressi									
C ₁ (kN)	5331.6								
B ₁ (m)	0.17			σ _{Ed} /σ _{Rd,max}	96.0%				VERIFICA OK
σ _{c1} (MPa)	15.66								
C=C ₂ (kN)	5331.6			σ _{Ed} /σ _{Rd,max}	59.8%				VERIFICA OK
B ₂ (m)	0.27								
σ _{c2} (MPa)	9.76								

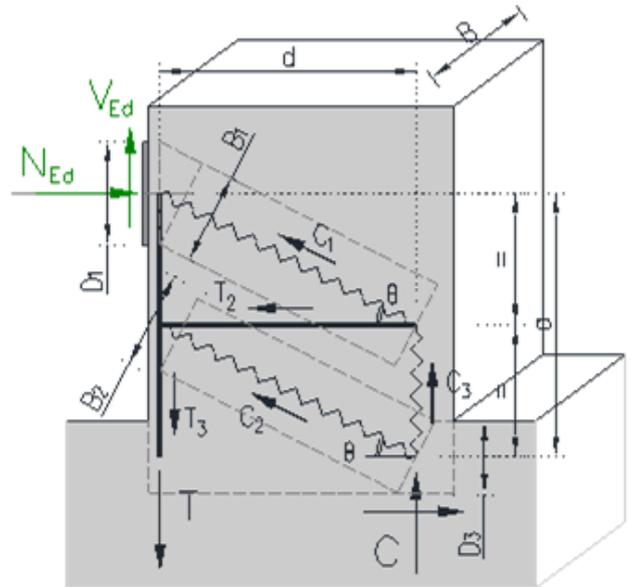


Figura 48 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	170

12.3.2 Campata L=40 m

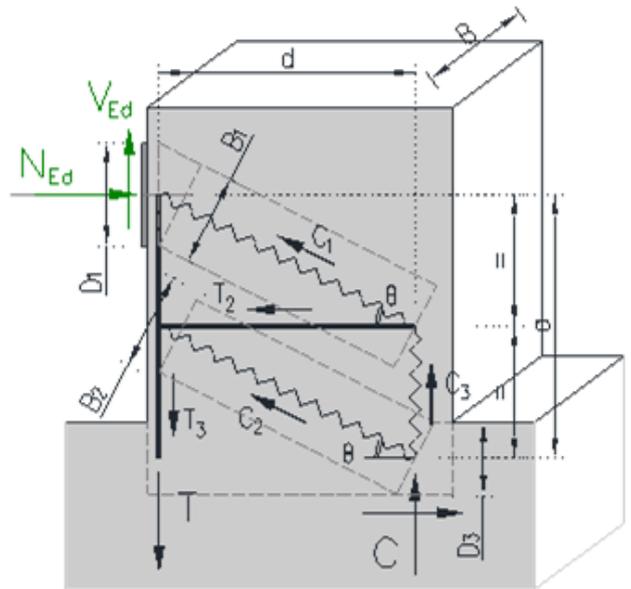
12.3.2.1 Ritegni trasversali

Dato che lo scarico avviene mediante un ritegno metallico sospeso collegato al traverso, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato per le verifiche di dettaglio.

12.3.2.2 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione $N_{Ed}=1.10 \cdot 5050 = 5550$ kN, un'armatura al corrente teso verticale di $1 \times 1\varnothing 24/10$ e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci $1\varnothing 16/10/10$ ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno. A favore di sicurezza, si considera un effetto di confinamento delle armature trasversali nullo.

NOME: RITEGNI LONG. L=40m				VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA				MATERIALI				AZIONI	
D_1 (m)	0.35	B (m)	2.00	f_{yd} (MPa)	391.3	N_{Ed} (kN)	5555.0		
D_3 (m)	0.20	θ (rad)	0.567 (32.5°)	f_{ck} (MPa)	33.20	V_{Ed} (kN)	0.0		
a (m)	0.42			α_{cc}	0.85				
d (m)	0.33			ν	0.87				
VERIFICA ARMATURA									
- Tiranti tesi									
$T=T_3$ (kN)	3049.4								
A_s (mm ²)	9043 (1x1 $\varnothing 24/10$)	σ_{Ed}/f_{yd}							
σ_s (MPa)	337.20	86.2%	VERIFICA OK						
$T_w=T_2$ (kN)	5555.0								
A_{sw} (mm ²)	16881 (1 $\varnothing 16/10/10$)	σ_{Ed}/f_{yd}							
σ_{sw} (MPa)	329.08	84.1%	VERIFICA OK						
VERIFICA CALCESTRUZZO									
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)									
A_{sh} (mm ²)	0 (-)	$f_{ck,c}$ (MPa)	33.2						
σ_1 (MPa)	0.00	$f_{cd,c}$ (MPa)	18.8						
α	1.00	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	16.31						
σ_2 (MPa)	0.00								
- Puntoni compressi									
C_1 (kN)	6584.4								
B_1 (m)	0.30	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$							
σ_{c1} (MPa)	11.15	68.3%	VERIFICA OK						
$C=C_2$ (kN)	6584.4								
B_2 (m)	0.37	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$							
σ_{c2} (MPa)	8.84	54.2%	VERIFICA OK						



VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	171

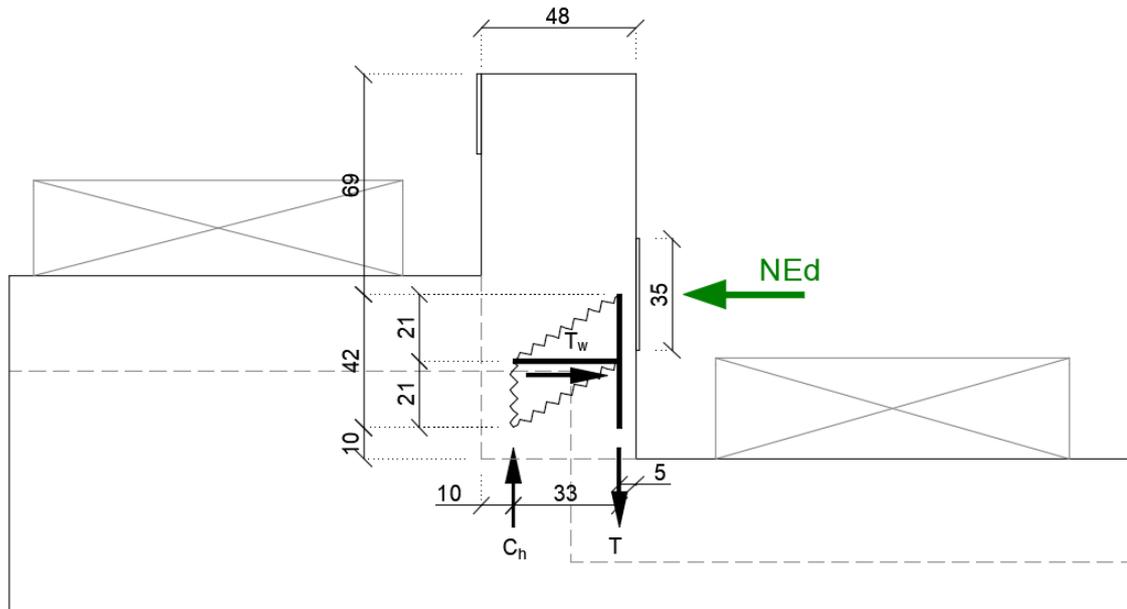


Figura 49 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	172

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 ²)	Elevazione (kg/m ²)	Pulvino (kg/m ²)	Baggioli (kg/m ²)	Ritegni (kg/m ²)
PILA ACCIAIO-CAP H=12m	130	150	120	350	450

VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530:
Relazione di calcolo pila di transizione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	173

14. APPOGGI E GIUNTI

14.1 APPOGGI

Gli apparecchi d'appoggio sono dimensionati per le massime azioni statiche orizzontali, trasversali e verticali in condizione statica SLU e sismica SLV, con riferimento all'analisi elastica con $q=1.00$.

Le massime azioni sismiche assorbite dai vincoli dell'impalcato in acciaio $L=40$ m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più sollecitata in condizione sismica, nel caso del viadotto in esame quella di altezza massima $H=5.00$ m.

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

Massa efficace longitudinale (kg)	1842895	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	973374	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	973374	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	9644	
Forza sismica trasversale (kN)	3574	
Forza sismica verticale (kN)	1671	
Spettro elastico longitudinale $Se(T)$ (g)	0.5335	(vedi calcolo pila transizione)
Spettro elastico trasversale $Se(T)$ (g)	0.3743	
Spettro elastico verticale $Sve(T)$ (g)	0.1750	

IMPALCATO ACCIAIO L=40m									
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLE PERM									
Max (kN)	±0	±0	+1750	±0	±0	+1750	±0	±0	+2650
Min (kN)	±0	±0	+1650	±0	±0	+1600	±0	±0	+2150
SLE									
Max (kN)	±250	±150	+3500	±0	±200	+3600	±0	±0	+3800
Min (kN)	±250	±150	+3500	±0	±200	+3600	±0	±0	+3800
SLU PERM									
Max (kN)	±0	±0	+2450	±0	±0	+2450	±0	±0	+3600
Min (kN)	±0	±0	+2350	±0	±0	+2300	±0	±0	+2950
SLU									
Max (kN)	±350	±200	+5000	±0	±250	+5150	±0	±0	+5350
Min (kN)	-±1250	-±100	+1600	±0	-±150	+1550	±0	±0	+1900
SLV q=1.00									
Max (kN)	±5050	±1800	+2450	±0	±3550	+2450	±0	±0	+3150
Min (kN)	-±4550	-±1800	+1550	±0	-±3550	+1550	±0	±0	+1850
TOTALE (kN)	±5050	±1800	±5000	±0	±3550	±5150	±0	±0	±5350
Spost. Max (mm)	-	-	-	±110	-	-	±110	±5	-

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI03 da km 7+133,530 a km 7+223,530: Relazione di calcolo pila di transizione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	03	05	001	C	174

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 mobili può essere valutata come segue:

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

E_1 spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

E_2 spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

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: PILA P1 H=5m		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)	18,0	+	E_2 (mm)	48,4	+	E_3 (mm)	174,8	=	E_L (mm)	108,6
E_T (mm)	±9,0		d_{Ed} (mm)	±22,0		d_{eg} (mm)	±87,4		k_1	0,45
			k_2	0,55		a_g SLV (g)	0,195			
L (mm)	40000		μ_d	1,00		S	1,404		Zona sismica	ag<0.25g
α (1/°Cm)	1,00E-05		q	1,00		T_B (s)	0,181		E_0 (mm)	165
ΔT (°C)	±22,5		T_1 (s)	0,060		T_C (s)	0,547			
						T_D (s)	2,380		E_L (mm) >	E_0 (mm)
						F_0	2,532		>	E_1 (mm)
									>	E_2 (mm)
									>	E_3 (mm)
			Spostamento sismico a livello giunti:							
			d_{Ee} (mm)	22,0 (da calcoli)						
CORSAPPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)		± ($E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm})$)		±102 mm						
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)		± ($E_L/2 + 10 \text{ mm}$)		±97 mm						
	OK	Escursione giunti progetto		±110 mm			←	E_L (mm)	174,8	
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)		V ≥ ($E_L/2 + 20 \text{ mm}$)		±107 mm						
	OK	Varco impalcati progetto		±150 mm						