

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59

Relazione di calcolo pila impalcato da 70m

L'Appaltatore

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

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Gianguido Babini

Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

Ing. Massimo Facchini

Data Dicembre 2022

firma

Data Dicembre 2022

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 2 0 5	0 0 1	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	Marino	Dicembre 2022	Martignoni	Dicembre 2022	Rinaldi	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per RdV	Marino	23/05/23	Martignoni	24/05/23	Rinaldi	25/05/23	
								n. Elab.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	4
2.1 Descrizione delle pile in esame.....	9
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	10
3.1 Normativa di riferimento.....	10
3.2 Normativa tecnica nazionale.....	10
3.3 Manuali ITF.....	11
3.4 Bibliografia e altri riferimenti.....	11
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	12
4.1 Calcestruzzo.....	12
4.2 Acciaio.....	13
4.3 Durabilità.....	14
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	18
5.1 Caratteristiche delle opere.....	18
5.2 Criteri generali di verifica.....	18
5.3 Software di calcolo.....	26
5.4 Validazione programmi di calcolo.....	28
6.. ANALISI DEI CARICHI.....	29
6.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	29
6.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	29
6.3 Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2).....	31
6.4 Azioni variabili verticali (Q).....	32
6.5 Azioni Eccezionali (A).....	40
6.6 Azioni variabili orizzontali (Q).....	46
6.7 Azione del vento (Q_6).....	56
6.8 Azione sismica (e).....	61
6.9 Variazioni termiche (Q_7).....	73
6.10 Attrito (Q_8).....	73
6.11 Azione idrodinamica (Q_9).....	74
6.12 Scarichi agli appoggi.....	76
7.. COMBINAZIONI DI CARICO.....	78
7.1 Combinazioni di carico adottate.....	79

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	2

8.. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	82
8.1 Elementi in cemento armato	82
9.. MODELLO DI CALCOLO	88
9.1 Analisi statica	88
9.2 Analisi sismica.....	88
10. ANALISI PILA H=12.5 M - IDRODINAMICA.....	90
10.1 Azioni impalcati	90
10.2 Sollecitazioni elevazione.....	97
10.3 Sollecitazioni in fondazione.....	104
10.4 Verifiche elevazione	116
10.5 Verifiche pulvino a sbalzo	132
11. VERIFICHE LOCALI.....	148
11.1 Baggioli	148
11.2 Deformabilita' pila.....	150
11.3 Ritegni.....	153
12. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.....	154
13. APPOGGI E GIUNTI.....	155
13.1 Appoggi.....	155
13.2 Escursione dei giunti.....	156

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	3

1. PREMESSA

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

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

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

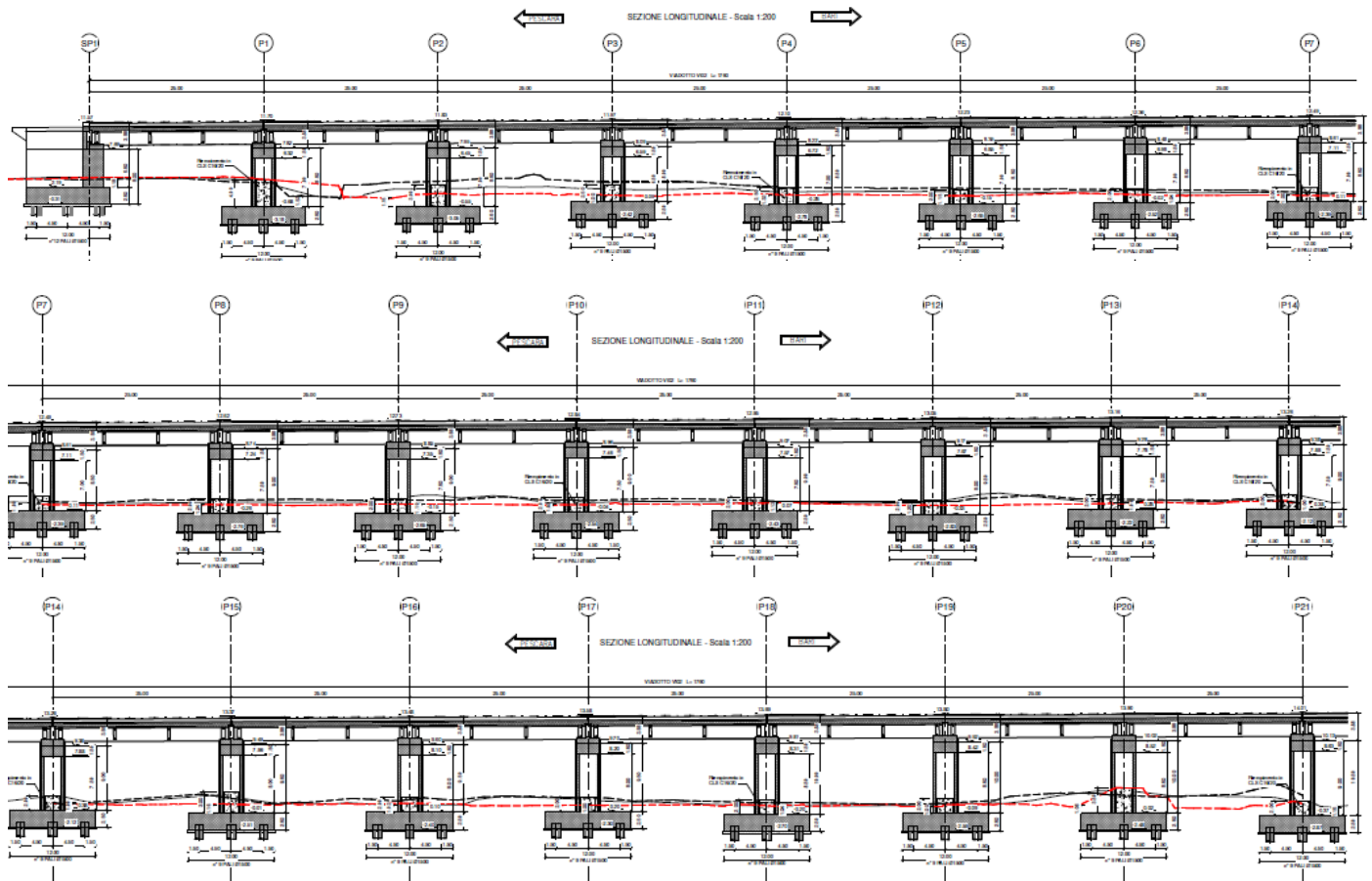
**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

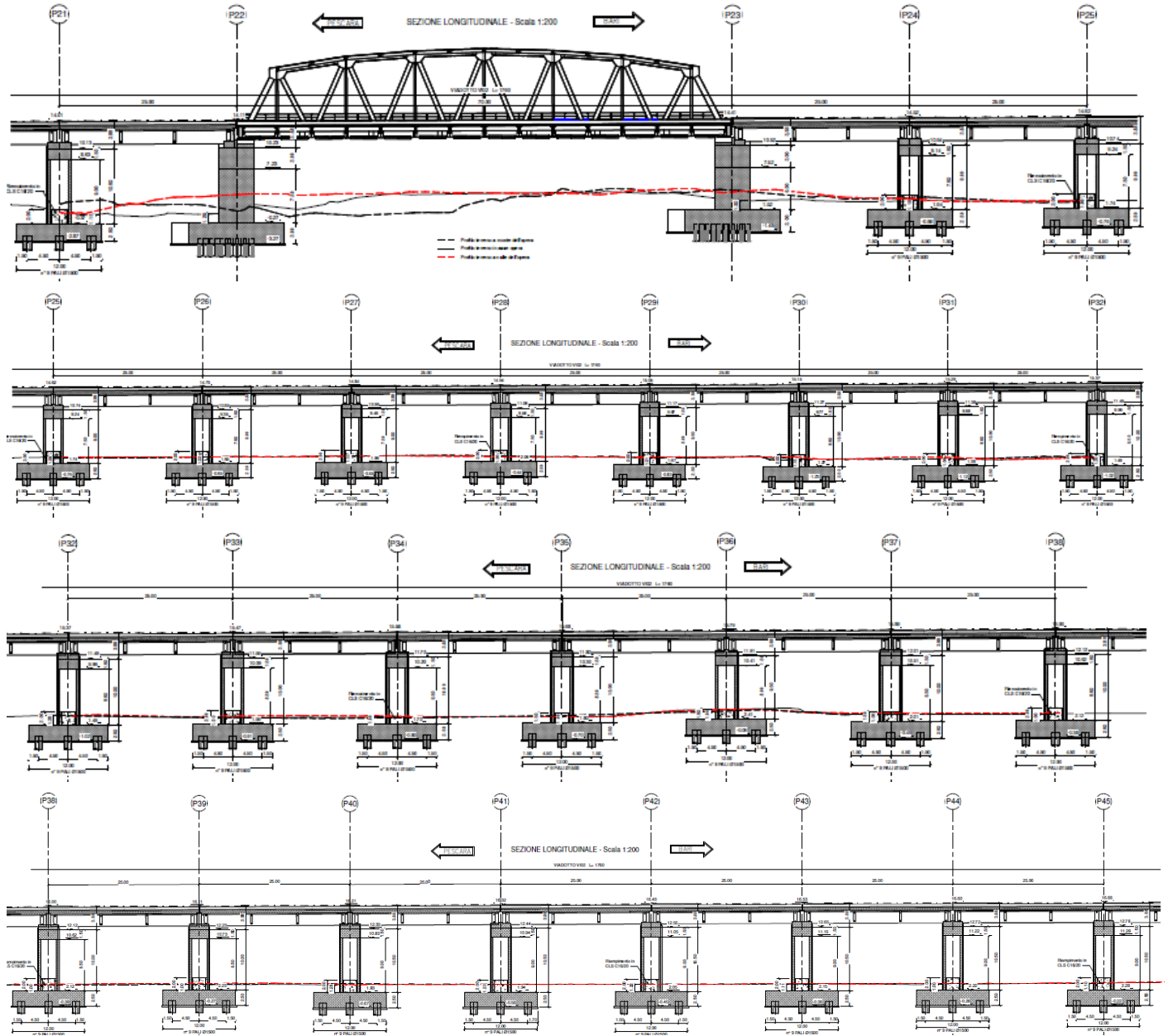
La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche della pila che sostiene la campata in acciaio. da 70 m del viadotto ferroviario denominato VI02, previsto tra le progressive chilometriche da km 3+388,59 a km 5+148,59.

Il viadotto, avente lunghezza complessiva pari a circa 1760 m, è a doppio binario di cui le campate 22, 56 e 57 sono di luce pari a 70 m in acciaio a vie inferiori e le restanti campate (numero 62) 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.



**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	6

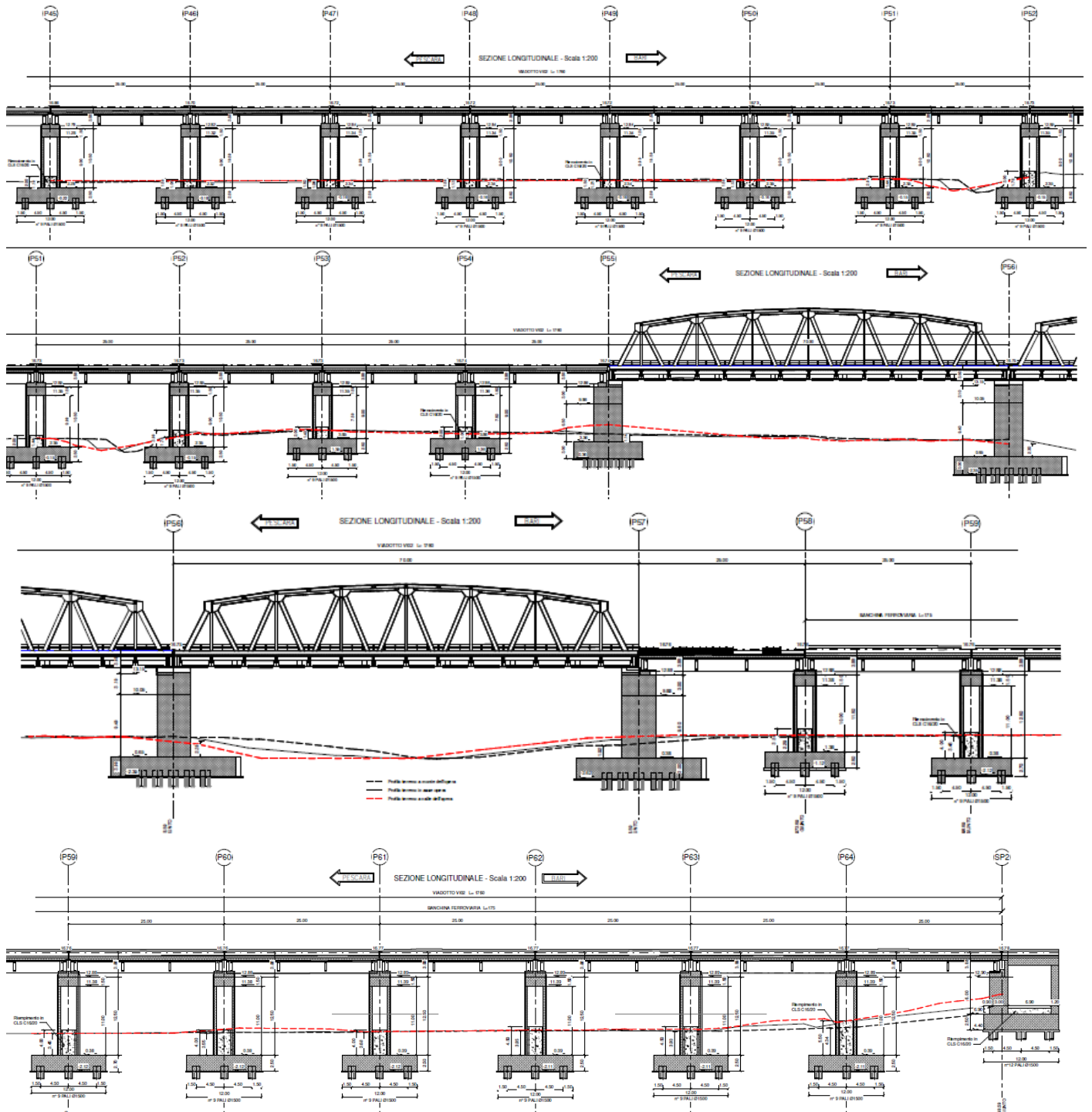


Figura 1 – Profilo longitudinale VI02

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

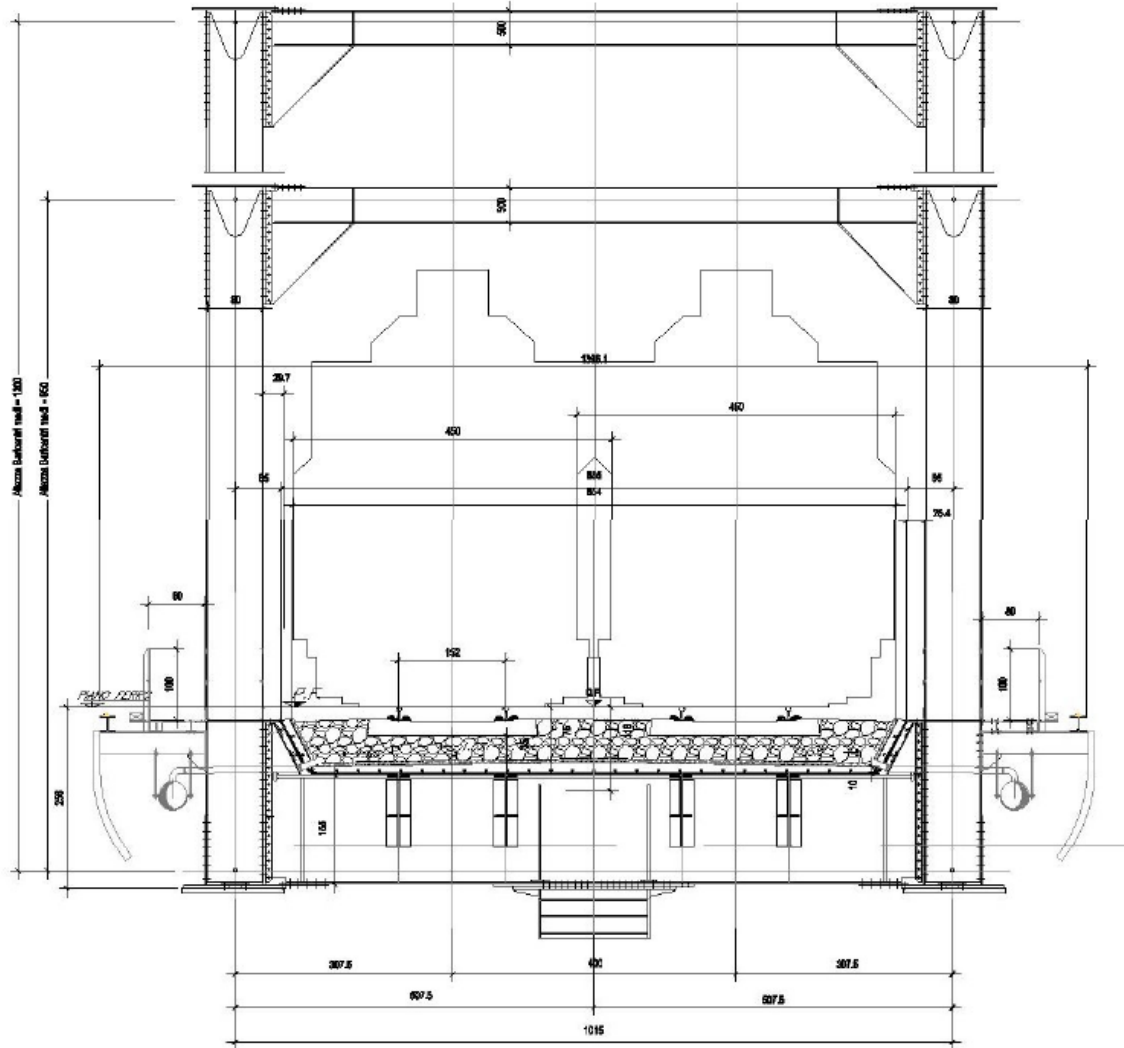


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato in acciaio da L=70m

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.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

WBS	PILE	Casi di calcolo	H _{calcolo}	IMPALCATI							SISMA	
				R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Cat. Di Sottosuolo
				[m]								
VI02	P01 + P02	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P03	2	9	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P04 + P10	3	9.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P11 + P18	2	9	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P19	3	9.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P20 + P21	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P22	Transiz.-1	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare.	70	Mobile	S1	D
	P23	Transiz.-2	9.5	2400	Reticolare	70	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P24 + P28	3	9.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P29	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P30	4	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P31	5	13	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P32 + P33	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P34 + P35	4	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P36 + P37	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P38 + P51	4	11	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P52	1	10	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P53 + P54	2	9	5000	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	D
	P55	Transiz.-3	9.5	2400	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare.	70	Mobile	S1	C
	P56	8	12.5	2400	Reticolare.	70	Fisso	Reticolare	70	Mobile	S1	C
P57	Transiz.-4	12.5	2400	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare.	70	Mobile	S1	C	
P58 + P64	6	13	2400	C.a.p.	25	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S1	C	

Tabella 1 – Sintesi delle pile del viadotto VI02

Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche della pila relativi agli impalcato in acciaio di luce 70,00 m. Da un punto di vista strutturale verranno riportate le verifiche relative alla pila P56.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	9

2.1 DESCRIZIONE DELLE PILE IN ESAME

Le pile in esame presentano un fusto a sezione circolare di diametro pari a 5.0m. Per le fondazioni si prevedono fondazioni a “pozzo equivalente” su pali, costituiti da una corona esterna di 34 pali CSP (D=920 mm) e 14 pali interni trivellati classici di diametro D=1500 mm.

Di seguito si riportano alcune immagini esplicative delle sottostrutture in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

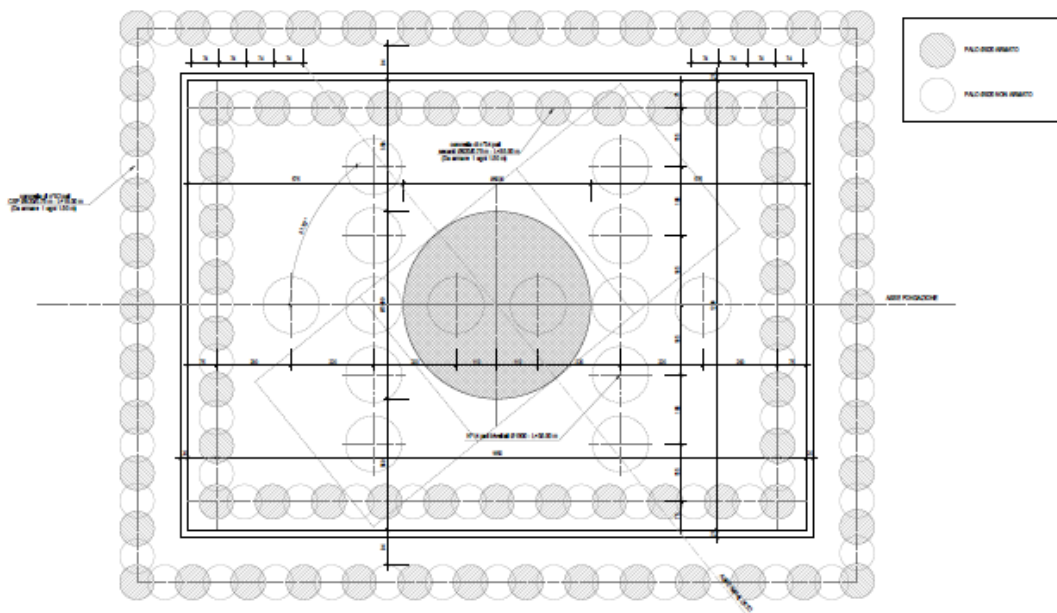
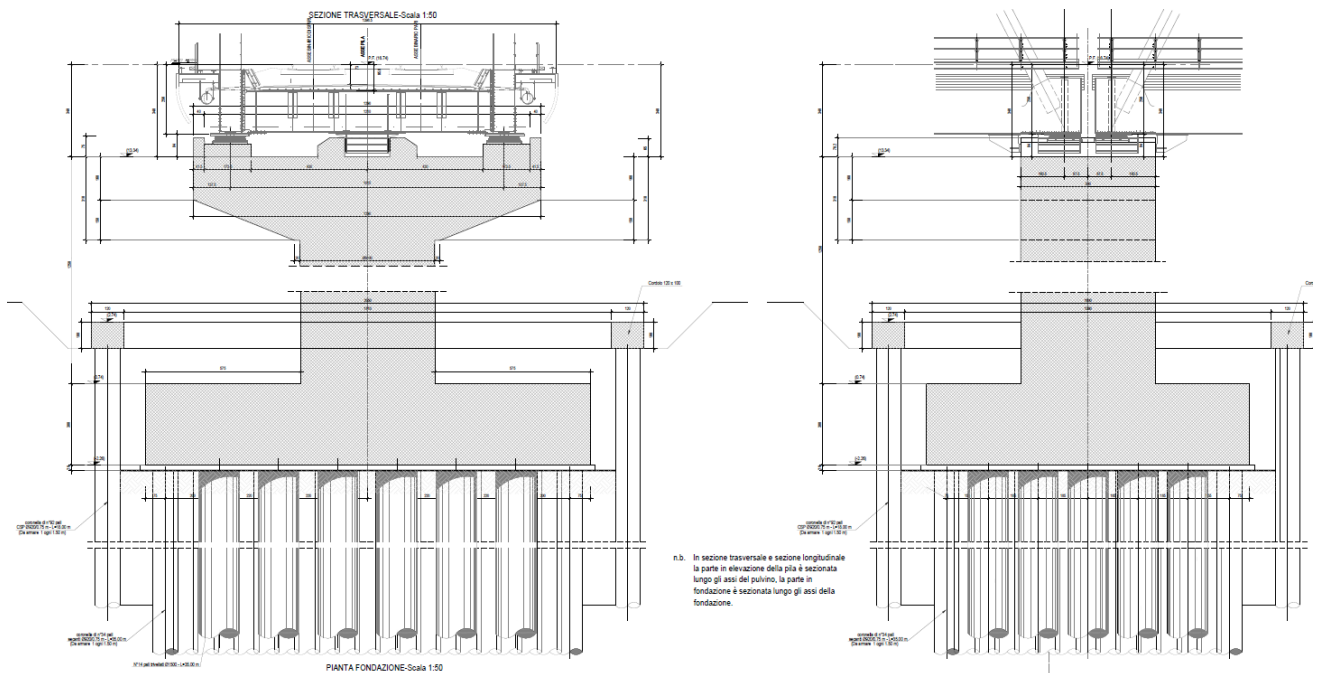




Figura 3 – Vista in pianta



n.b. In sezione trasversale e sezione longitudinale la parte in elevazione della pila è sezionata lungo gli assi del pivinio, la parte in fondazione è sezionata lungo gli assi della fondazione.

Figura 4 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	10

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”;

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	11

[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 impalcato 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., Ganeselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L. MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	12

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi


Classe minima	C12/15
Classe di esposizione ambientale	XC0

4.1.2 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione

Classe minima	C25/30
Classe di esposizione ambientale	XC2
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 30$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 24.90$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} = 2.56$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} = 1.79$ MPa
<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	$f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_c = 14.11$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19$ MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \text{ ‰}$
<u>Stato limite di esercizio</u>	
Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 * f_{ck} = 13.70$ MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 * f_{ck} = 9.96$ MPa

4.1.3 Calcestruzzo parti in elevazione pile, spalle e solettoni

Classe minima	C32/40
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 40$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 = 33.20$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 * (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} = 3.10$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} = 2.17$ MPa
<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	$f_{cd} = \alpha_{CC} * f_{ck} / \gamma_c = 18.81$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45$ MPa

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	13

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 baggoli 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 HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSULENTI & R.L.		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	14

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.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo		Classi di esposizione																	
UNI 11104:2016	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico			
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti										
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60		0,55	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	C30/37	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300		320	340	340	360			320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													b)		4,0 a)				
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12520 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati c)			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CENrS 12390 -9, UNI CENrR 15177 0 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).
 Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.
 c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza soffiata. La classe di resistenza soffiata del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.
 d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

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

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
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.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001

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

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

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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.	
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto:
	XC4	XC4
Rapporto max A/C	0,50	0,5
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	-	-
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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	17

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
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		
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (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

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	18

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	19

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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	20

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_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	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

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001	REV B

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
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	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	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	22

5.2.4 Strutture geotecniche

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

Approccio 1

Le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali per le azioni (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

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	23

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o $\gamma_{E'}$)	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 $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ 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_{G1} .

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_r	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.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	24

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 rigidezza 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 rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza 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 *rigidezza (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 *rigidezza (RIG)*, di *resistenza (RES)* e di *duttilità (DUT)* (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	25

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 & R.L.</small>		MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	26

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

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

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



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

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

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	27

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	28

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										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001	REV B

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1 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 $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$.

Le azioni permanenti strutturali comprendono il peso proprio della carpenteria metallica travi, traversi, longherine, ecc.. di 780 ton (desunte dal modello numerico dell'impalcato, di lunghezza effettiva 69.50 m) e il peso proprio della soletta in calcestruzzo comprensivo di piastra portaballast in acciaio.

Per il peso proprio della soletta, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 70 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi dei carichi di impalcato, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce $L=70 \text{ m}$, di cui in seguito si riporta un riepilogo dei pesi per metro di impalcato, totale di impalcato e le reazioni totali sui singoli appoggi.

Nome	Tratto centrale [kN/m]	Tratto inclinato [kN/m]	Totale [kN/m]	Totale [kN]
PP acciaio			110.1	7652
PP soletta (cls+acciaio)	43.9	8.7	52.6	3682

Reazioni totali appoggio	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PP (cat. G ₁)	2848	2848

6.2 AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G_2)

Nome	γ_G (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
PP (ponti ferroviari)	1.00 / 1.50	-	-	-

Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si considera una distribuzione tra le travi secondo la loro posizione trasversale e lunghezza dell'impalcato 70 m. Per valutare gli scarichi agli appoggi delle singole campate, si fa riferimento al modello locale usato per l'analisi dei carichi di impalcato, vedi relazione di calcolo dell'impalcato in acciaio di luce $L=70 \text{ m}$, di cui in seguito si riporta un riepilogo dei pesi per metro di impalcato, totale di impalcato e le reazioni totali sui singoli appoggi.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	30

6.2.1.9 Ballast (G_{2,1})

Nome	Tratto centrale [kN/m]	Tratto inclinato [kN/m]	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Ballast	128.0	7.2	135.2	9464

Reazioni totali appoggio	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PP (cat. G _{2,1})	2366	2366

6.2.1.10 Velette (G_{2,2})

Nome	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Velette	6.0	420

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PERM (cat. G _{2,1})	105	105

6.2.1.11 Arredi (G_{2,3})

Nome	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Arredi	12.0	840

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PERM (cat. G _{2,1})	210	210

6.2.1.12 Barriere antirumore (G_{2,4})

Nome	Totale [kN/m]	Totale [kN]
Barriere	32.0	2240

Azione totali	R ₁ [kN]	R ₂ [kN]
PERM (cat. G _{2,1})	560	560

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	31

6.3 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (E₂)

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 & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.I.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	32

6.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

6.4.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

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

Si considerano i sovraccarichi ferroviari in accordo al §5.2.2.3 delle NTC2008, per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle tipologie di traffico ferroviario, normale o pesante. I valori dei suddetti carichi saranno poi moltiplicati per un coefficiente di adattamento 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 5 – Specifiche Tecniche di Interoperabilità (S.T.I.) - Requisiti carichi da traffico ferroviario

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001	REV B

6.4.1.1 Modello di carico LM71

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

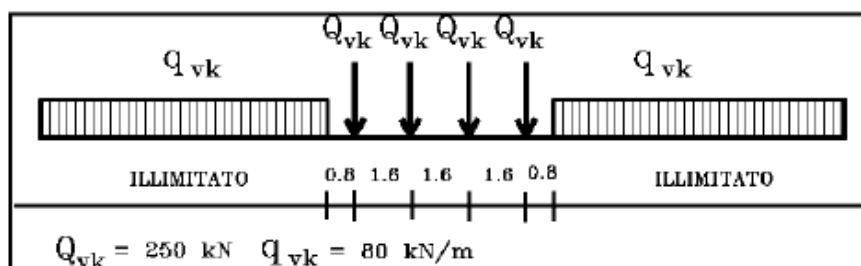


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 6 – Schema treno di carico LM71

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

6.4.1.2 Modello di carico SW

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

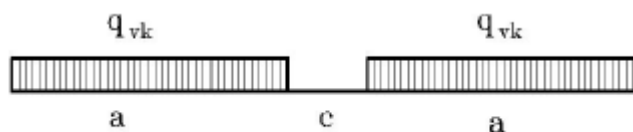


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

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

Figura 7 – Schema treno di carico SW

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001

6.4.1.3 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:

$I=31.25 \text{ m}^4$	Inerzia longitudinale elevazione pila
$A=19.63 \text{ m}^2$	Area sezione elevazione pila
$H=12.50 \text{ m}$	Altezza massima pile
$\lambda=H*\sqrt{A/I}=9.9 \leq 30$	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 impalcato presenti sulla sottostruttura in oggetto.

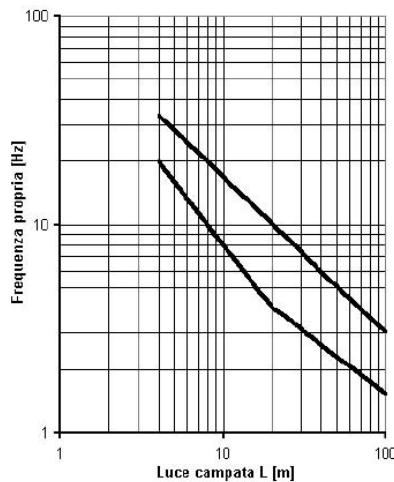


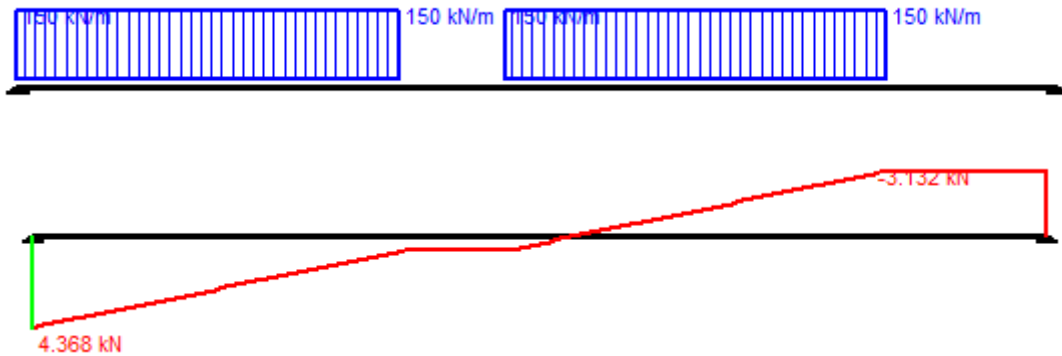
Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

Figura 8 – Limiti frequenze proprie per il calcolo del coefficiente dinamico Φ

6.4.1.4 Calcolo per campata L=70 m

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001



Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m:

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

N° Carichi CONCENTRATI kN:

N° Coppie CONCENTRATE kNm:

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="4.368"/>	RB	<input type="text" value="3.132"/>

Φ _A	[rad]	<input type="text" value="0,0001445"/>	Φ _B	<input type="text" value="0,0001405"/>
max M+		<input type="text" value="67.929"/>	x max M+	<input type="text" value="36,17"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,003041"/>	x f max	<input type="text" value="34,13"/>

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="4.368"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo:

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

$$V_{\max} = 4368 \text{ kN}$$

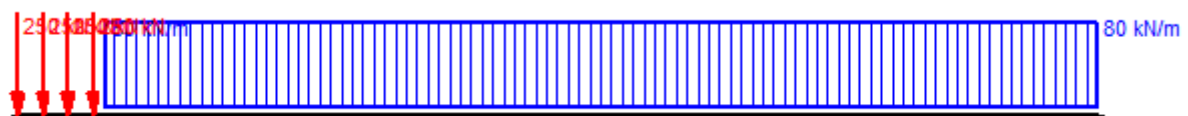
$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 4368 / (68.25/2) = 128.0 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.000 \cdot 1.00 \cdot 128.0 \cdot 68.25/2 = 4368.1 \text{ kN}$$

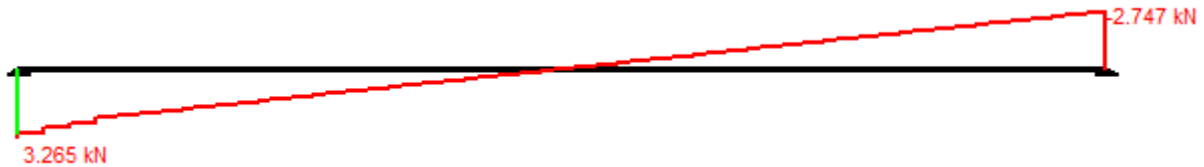
(Q1_SW/2 B1)

Carico equivalente tagliante

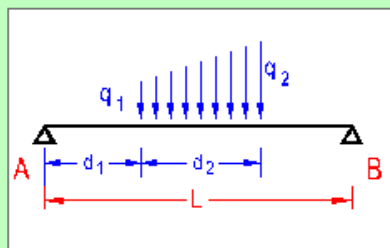
Azione verticale applicata con e=+2.00 m



MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	36



Titolo : _____



Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	80	80	5,6	62,65

Luce m **J** cm⁴ **Sezione**

E MPa **Distanze parziali**

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N°	F	d
1	250	0
2	250	1,6

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	<input type="text" value="0"/>	MB	<input type="text" value="0"/>
RA	kN	<input type="text" value="3.265"/>	RB	<input type="text" value="2.747"/>

φ _A	[rad]	<input type="text" value="9,986E-05"/>	φ _B	<input type="text" value="9,885E-05"/>
max M+		<input type="text" value="47.153"/>	x max M+	<input type="text" value="34,13"/>
max M-		<input type="text" value="0"/>	x max M-	<input type="text" value="0"/>
f max	m	<input type="text" value="0,002113"/>	x f max	<input type="text" value="34,13"/>

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="3.015"/>	<input type="text" value="0"/>

Diagrammi

N° sezioni di calcolo

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

$$V_{\max} = 3265 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 3265 / (68.25/2) = 95.7 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.000 \cdot 1.10 \cdot 95.7 \cdot 68.25/2 = 3591.7 \text{ kN}$$

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

$$V_{\max} = 3265 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 3265 / (68.25/2) = 95.7 \text{ kN}$$

$$Q_1 = \Phi_3 \cdot \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.000 \cdot 1.10 \cdot 95.7 \cdot 68.25/2 = 3591.7 \text{ kN}$$

(Q1_LM71 B2)
 Carico equivalente tagliante
 Azione verticale applicata con e=-2.08 m

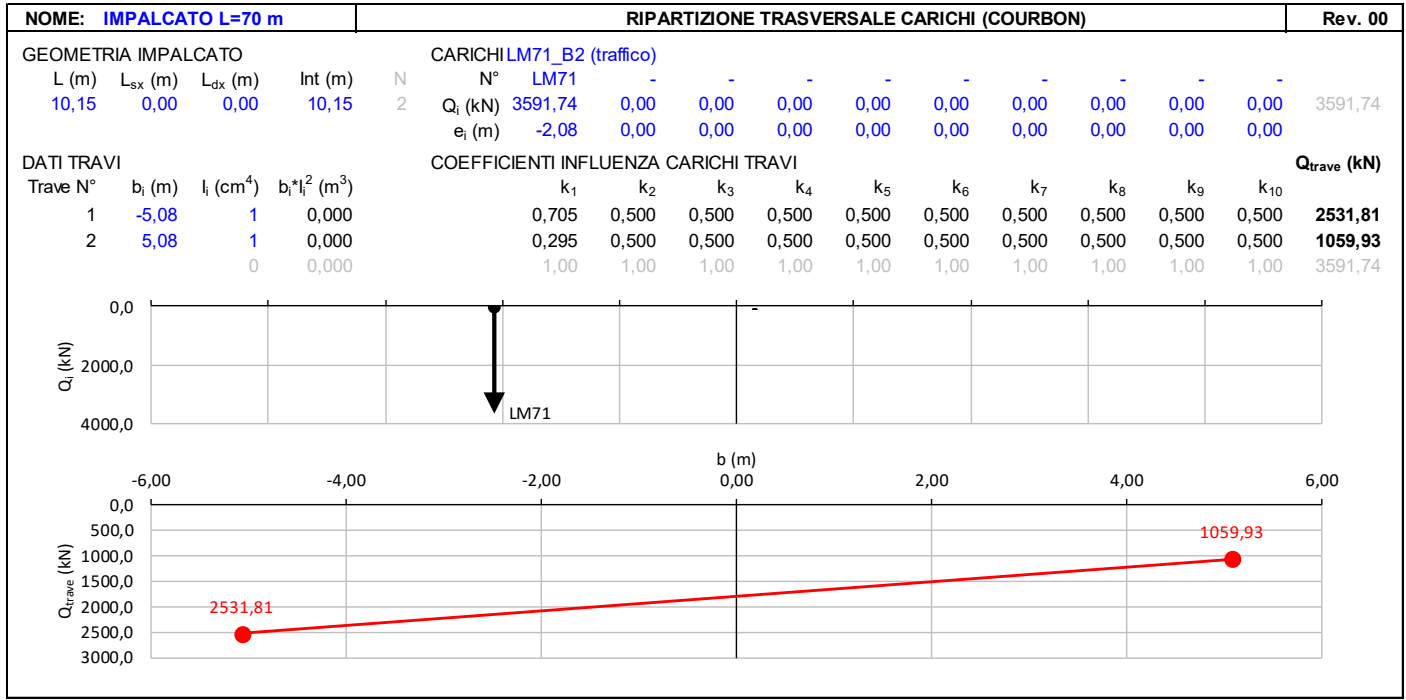
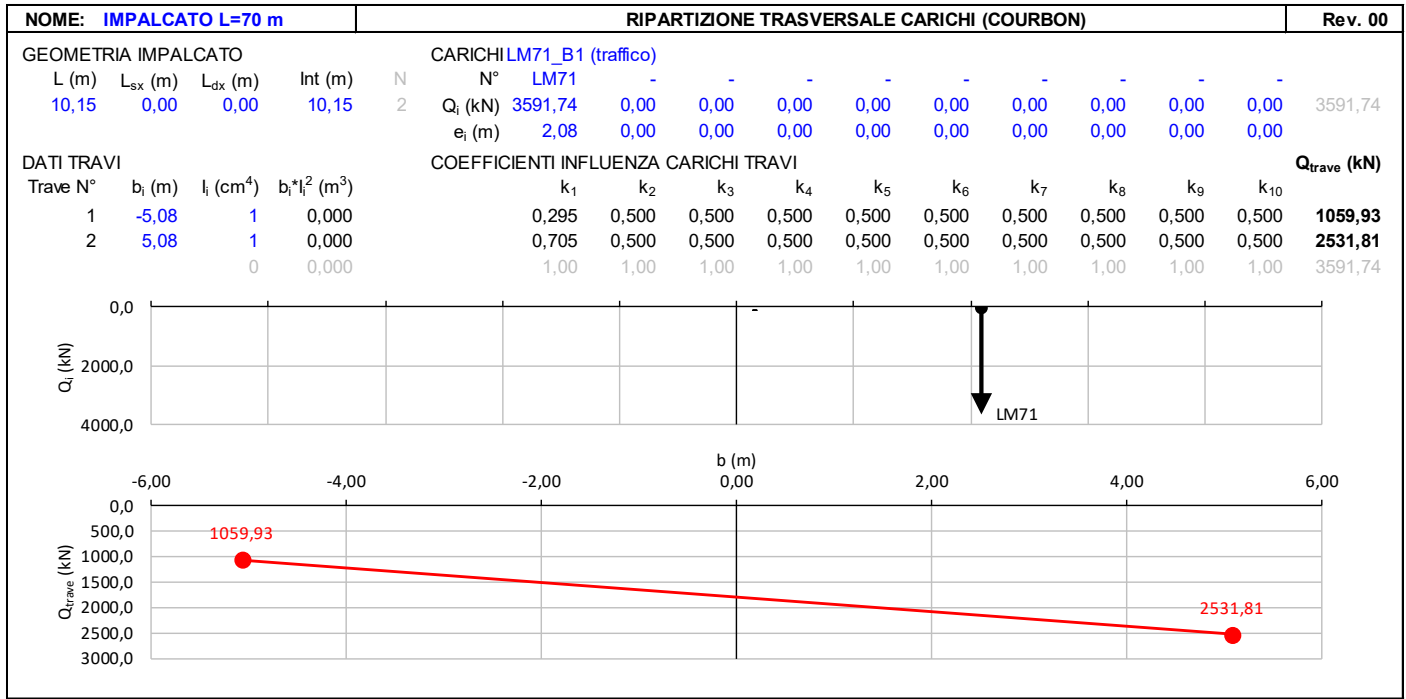
Le precedenti azioni vengono rigidamente distribuite alla Courbon calcolando in prossimità degli appoggi trave le reazioni verticali di equilibrio.

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: IMPALCATO L=70 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4368,13
10,15	0,00	0,00	10,15	2	Q _i (kN)	4368,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4368,13
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI														
Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)											Q _{trave} (kN)				
1	-5,08	1	0,000	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀	1323,35				
2	5,08	1	0,000	0,303	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	3044,78				
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4368,13				

6.4.1.5 Decentramento dei carichi in tracciato curvilineo

Ai fini del calcolo delle sottostrutture, per un tracciato di lunghezza L=70 m, raggio massimo ipotetico di R=2200 m, si ha un decentramento del carico accidentale pari a circa $e=R-\sqrt{(R^2-L^2/4)}=0,278$ m, pertanto si ritiene tale effetto trascurabile in relazione alle dimensioni geometriche della sezione di appoggio e ai pesi permanenti centrati di pila e impalcato (l'asse impalcato cade esattamente in prossimità del centro pila). Tenuto conto del decentramento e, a favore di sicurezza, si è spostato di 15 cm il punto di applicazione degli scarichi dell'impalcato rispetto al baricentro della pila.

6.4.1.6 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.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

6.4.1.7 Numero di treni contemporanei

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

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

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

Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:

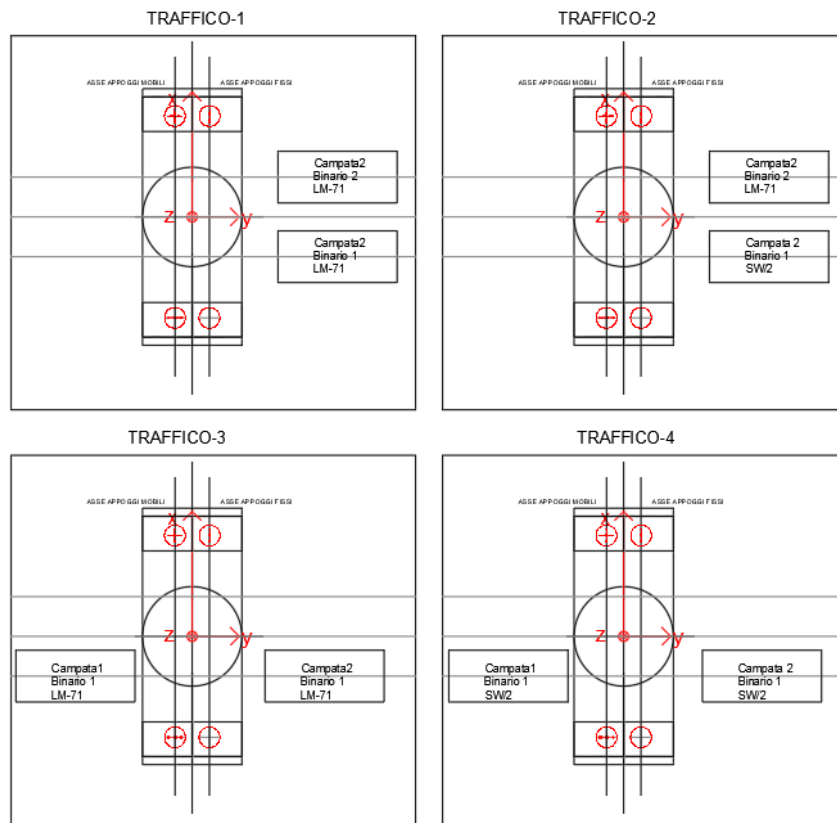


Figura 11 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	40

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

6.5 AZIONI ECCEZIONALI (A)

6.5.1 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.

6.5.1.9 Impalcato in c.a.p. di luce L=70 m

6.5.1.9.1 Caso 1

Si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60$ 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.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

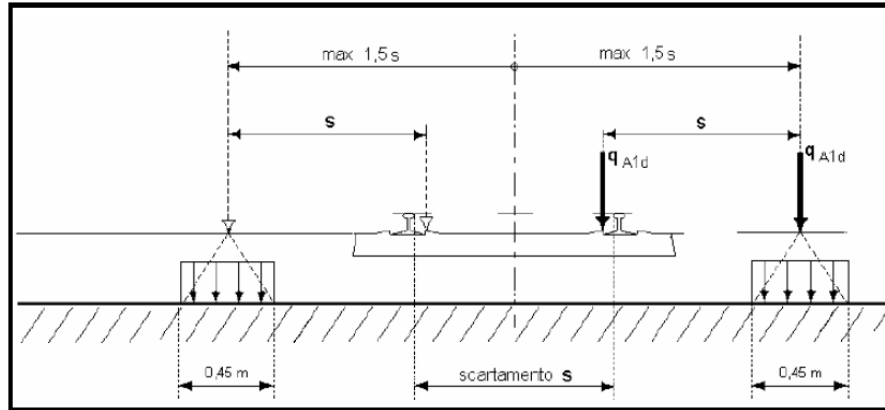
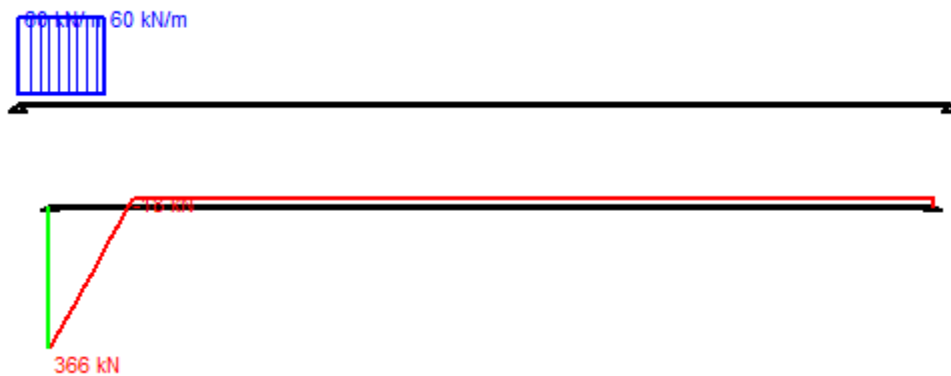


Figura 5.2.12 - Caso 1

Figura 13 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamenti 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.



VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

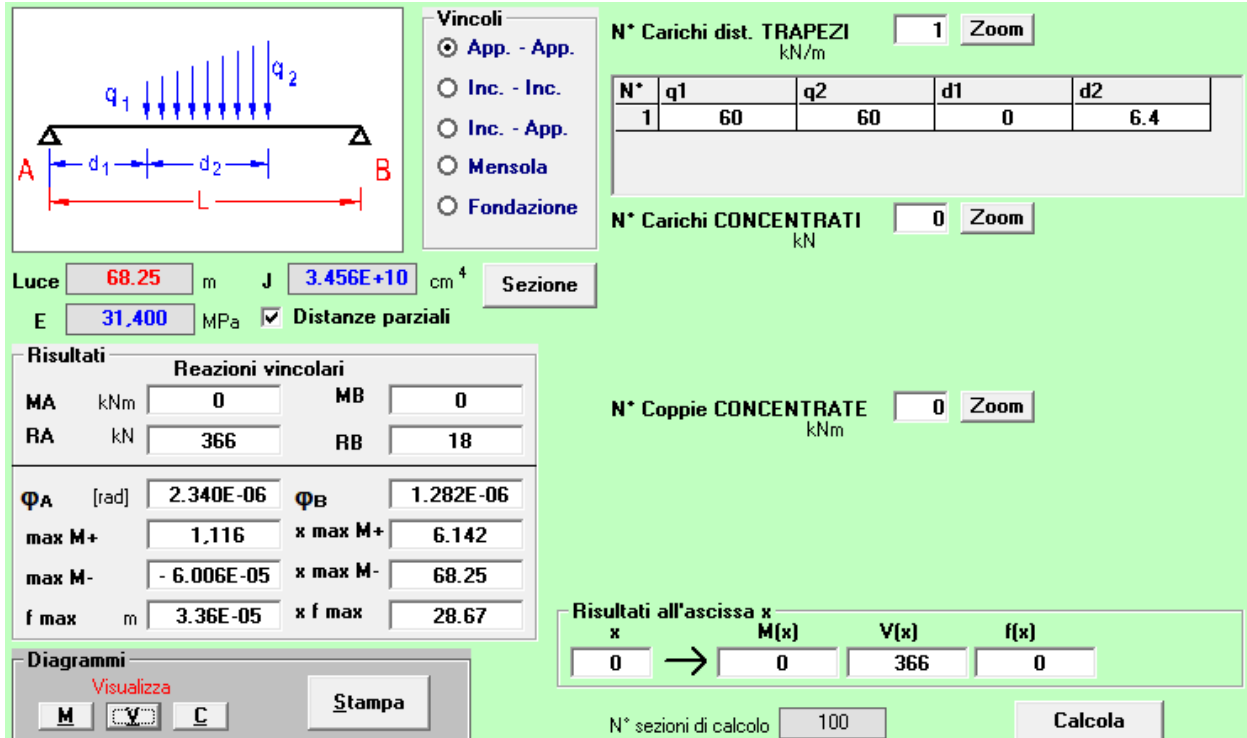


Figura 14 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 366.0 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 366.0 / (68.25/2) = 10.7 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 10.7 * 68.25/2 = 366.0 \text{ kN}$$

$$Q_1 = q'_v * L/2 = 10.7 * 68.25/2 = 366.0 \text{ kN}$$

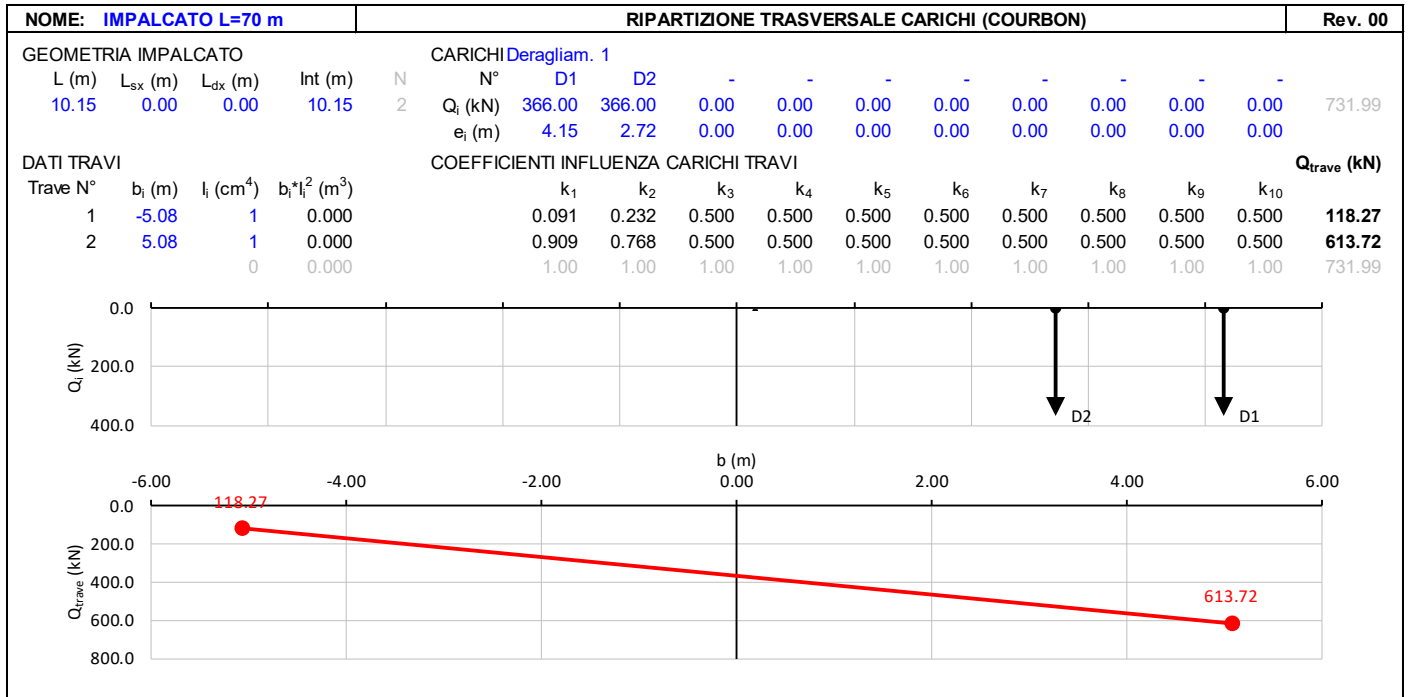
Carico equivalente tagliante

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

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



6.5.1.9.2 Caso 2

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

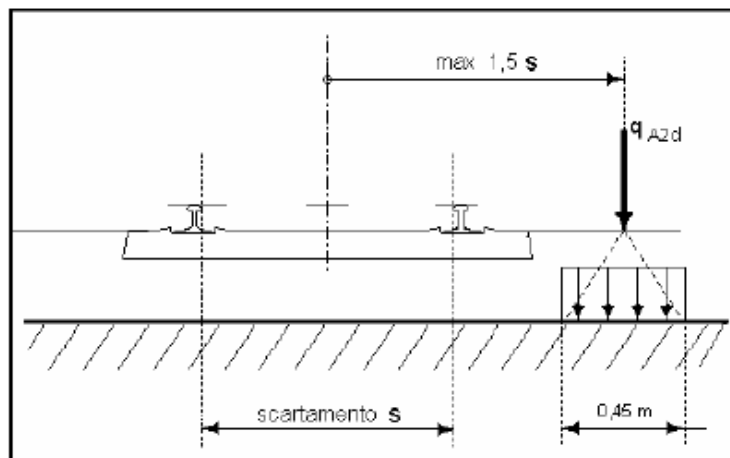


Figura 5.2.13 - Caso 2

Figura 15 – Azione eccezionale da traffico ferroviario – Deragliamento al di sopra del ponte – Caso 2

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001

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

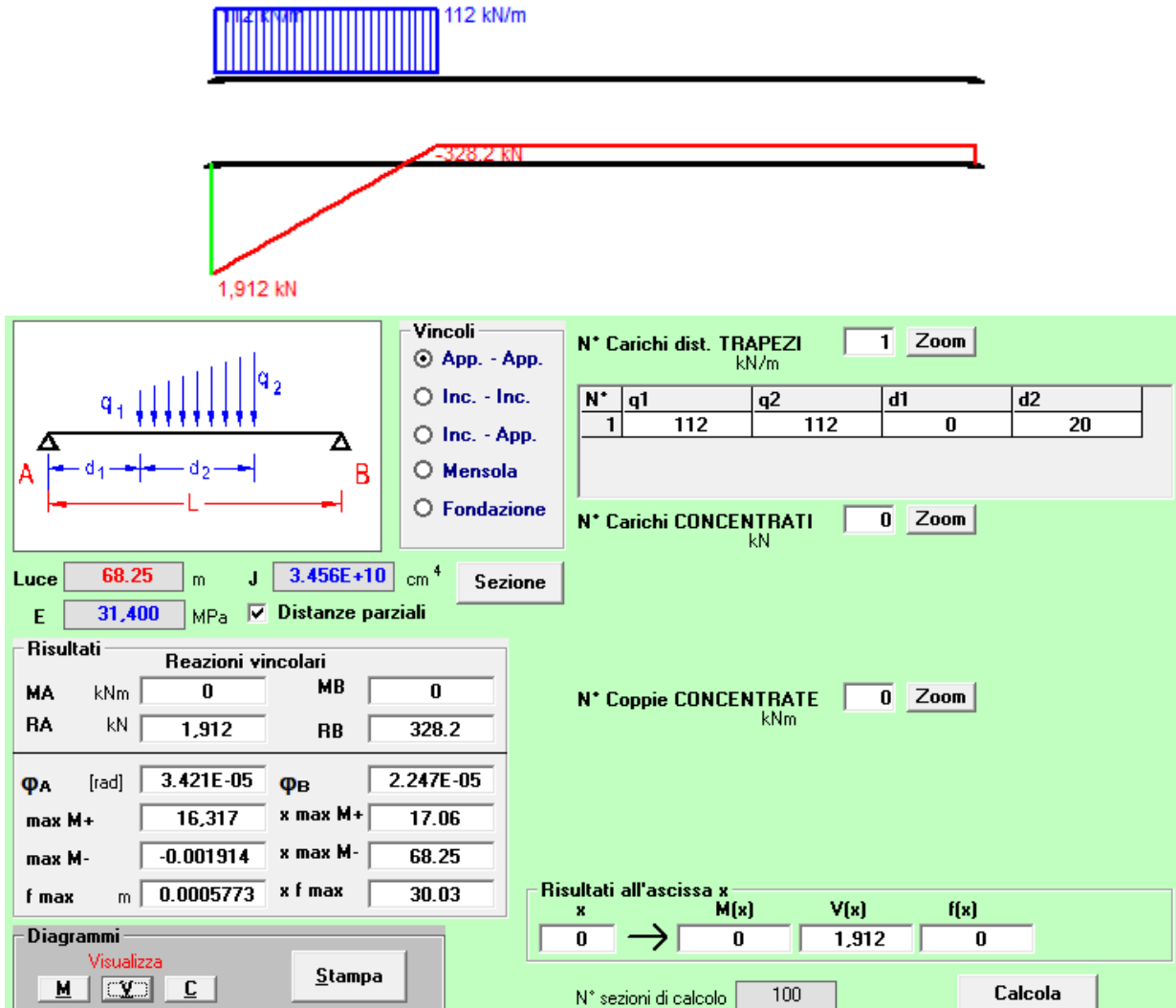


Figura 16 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

$$V_{\max} = 1911.8 \text{ kN}$$

$$q'_v = V_{\max} / (L/2) = 1911.8 / (68.25/2) = 56.0 \text{ kN/m}$$

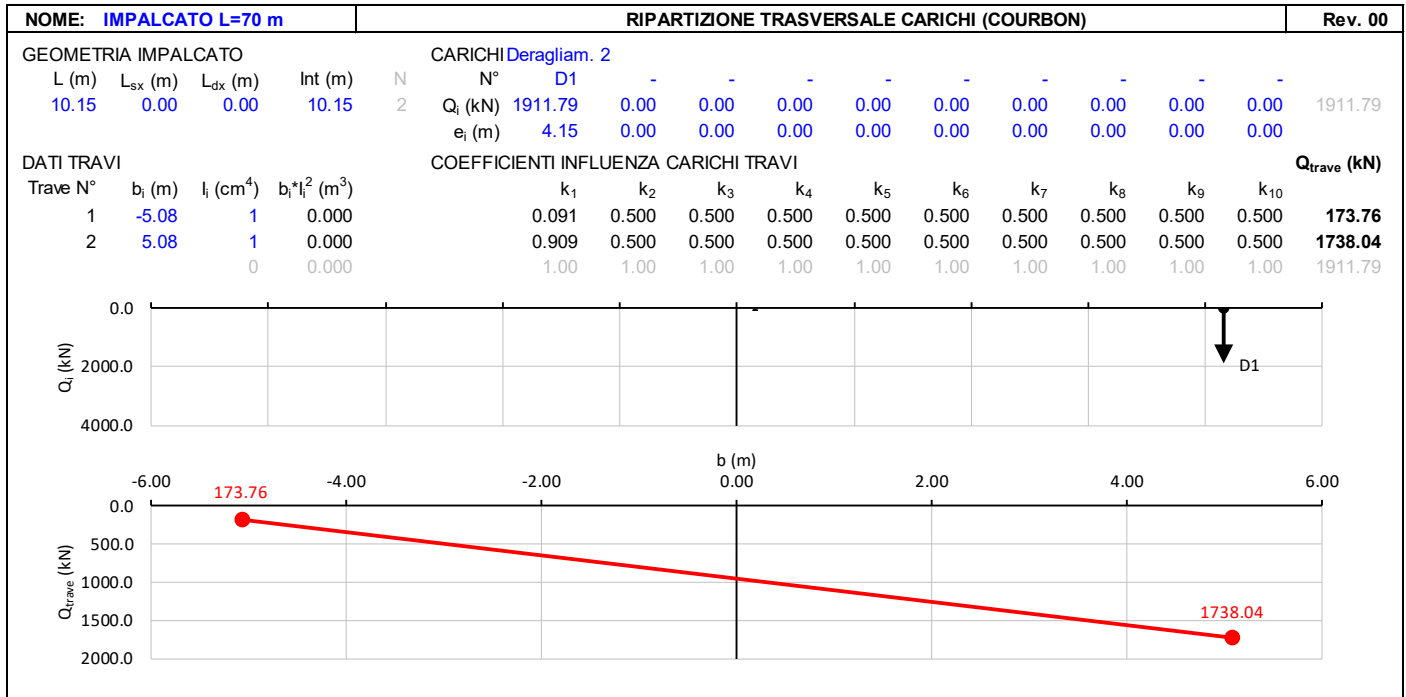
Carico equivalente tagliante

$$Q_1 = q'_v \cdot L/2 = 56.0 \cdot 68.25/2 = 1911.8 \text{ kN}$$

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



6.5.1.9.3 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 & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	46

6.6 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

6.6.1 Forza centrifuga (Q₄)

Nome	Tipo	γ _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
		(Fav / Sfav)			
CENTRIFUGA	Variabili da traffico ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

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

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

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

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

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

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

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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

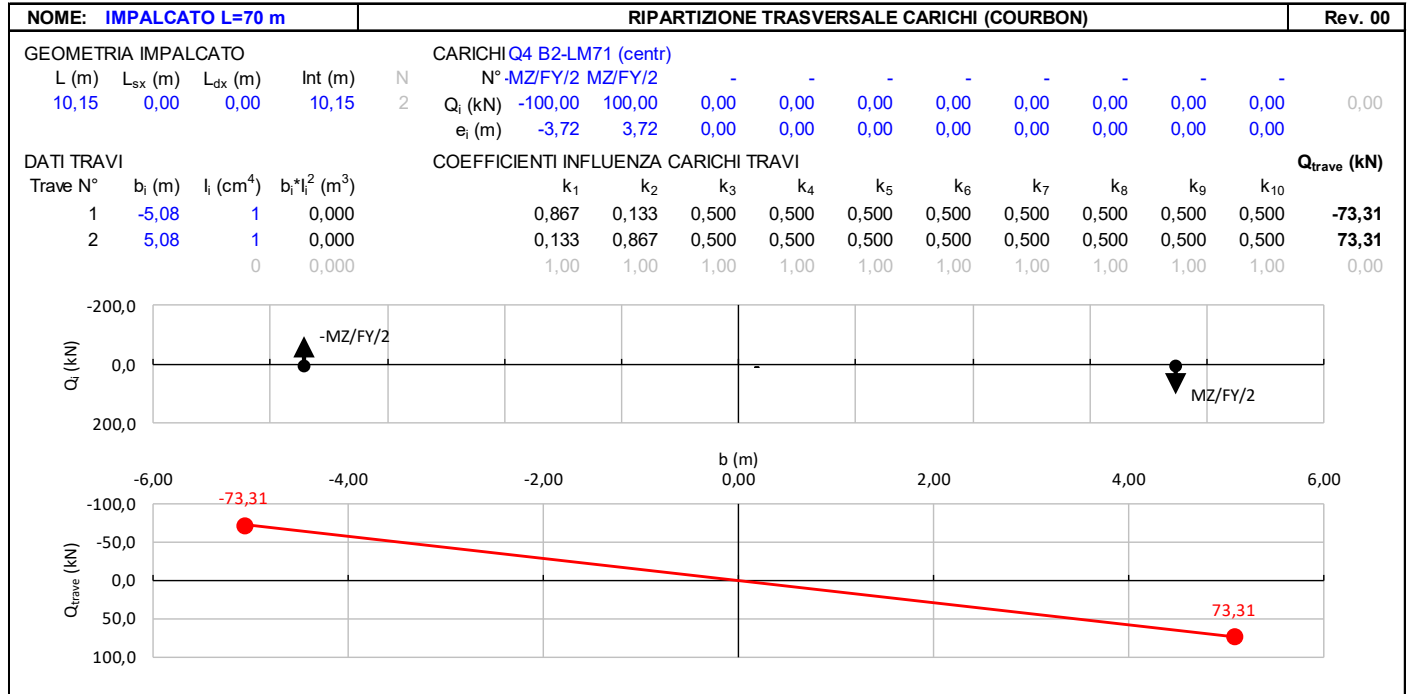
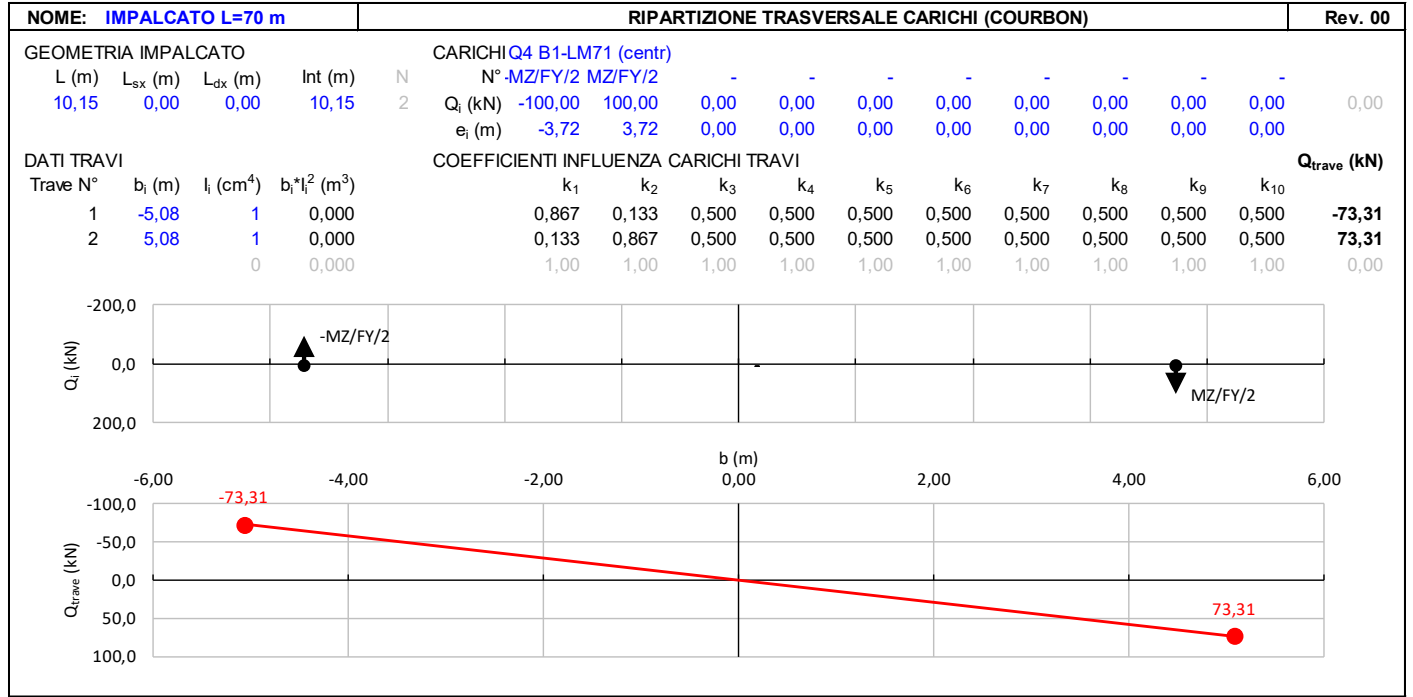
NOME: IMPALCATO L=70 m				CALCOLO FORZA CENTRIFUGA				Rev. 00
DATI DEL PROGETTO								
V (km/h)	200	Velocità di progetto		Distanza PF/appoggi (m)		2,60		
R (m)	2400	Raggio di curvatura						
L _f (m)	35,00	Lunghezza di binario carico						
TRENO LM71 e SW/0				TRENO SW/2				
Q _{vk} (kN)	3265,0		Q _{vk} (kN)	4368,0		Carichi verticali ferroviari caratteristico		
Caso 1		Caso 2	Caso 1					
V (km/h)	200	120	V (km/h)	100		Velocità di progetto		
α (-)	1,00	1,10	α (-)	1,00		Coefficiente di adattamento		
f (-)	0,668	1,000	f (-)	1,00		Fattore di riduzione		
q _{tk} (kN/m)	286,21	169,68						
Q _{4,c} (kN)	286,2		Q _{4,c} (kN)	143,3		Forza centrifuga caratt. trasversale		
M _{4,c} (kNm)	744,1		M _{4,c} (kNm)	372,6		Momento torcente forza centrifuga caratt.		
Nota: i valori iniziale di Q _{vk} sono caratteristici verticali (non amplificati per α o per Φ)								

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

NOME: IMPALCATO L=70 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00			
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q4 B1-SW2 (centr)													
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N° -MZ/FY/2	MZ/FY/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10,15	0,00	0,00	10,15	2	Q _i (kN)	-100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					e _i (m)	-1,86	1,86	0,00	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	-5,08	1	0,000	0,684	0,316	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	-36,71			
2	5,08	1	0,000	0,316	0,684	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	36,71			
				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00			

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	49

6.6.2 Azione laterale serpeggio (Q₅)

Nome	Tipo	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
SERPEGGIO	Variabili da traffico ferroviario	0.0 / 1.45	0.80	0.50	0.00

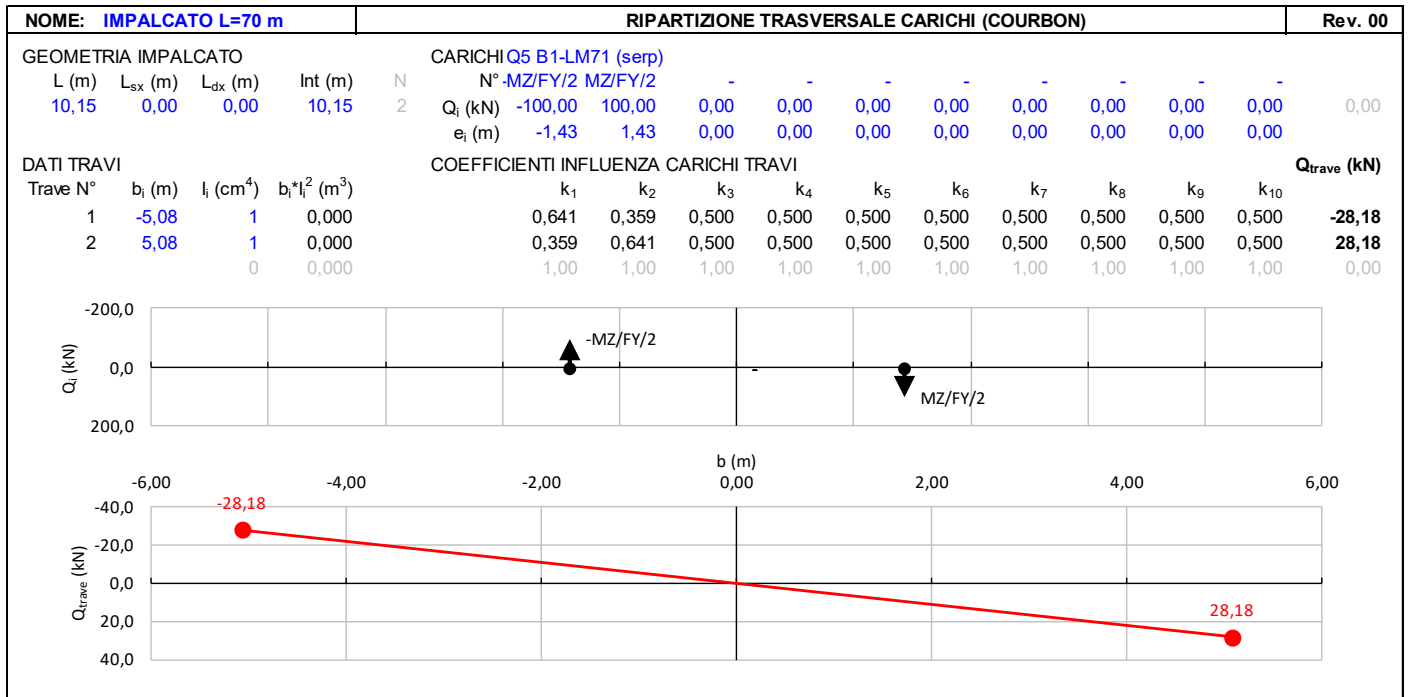
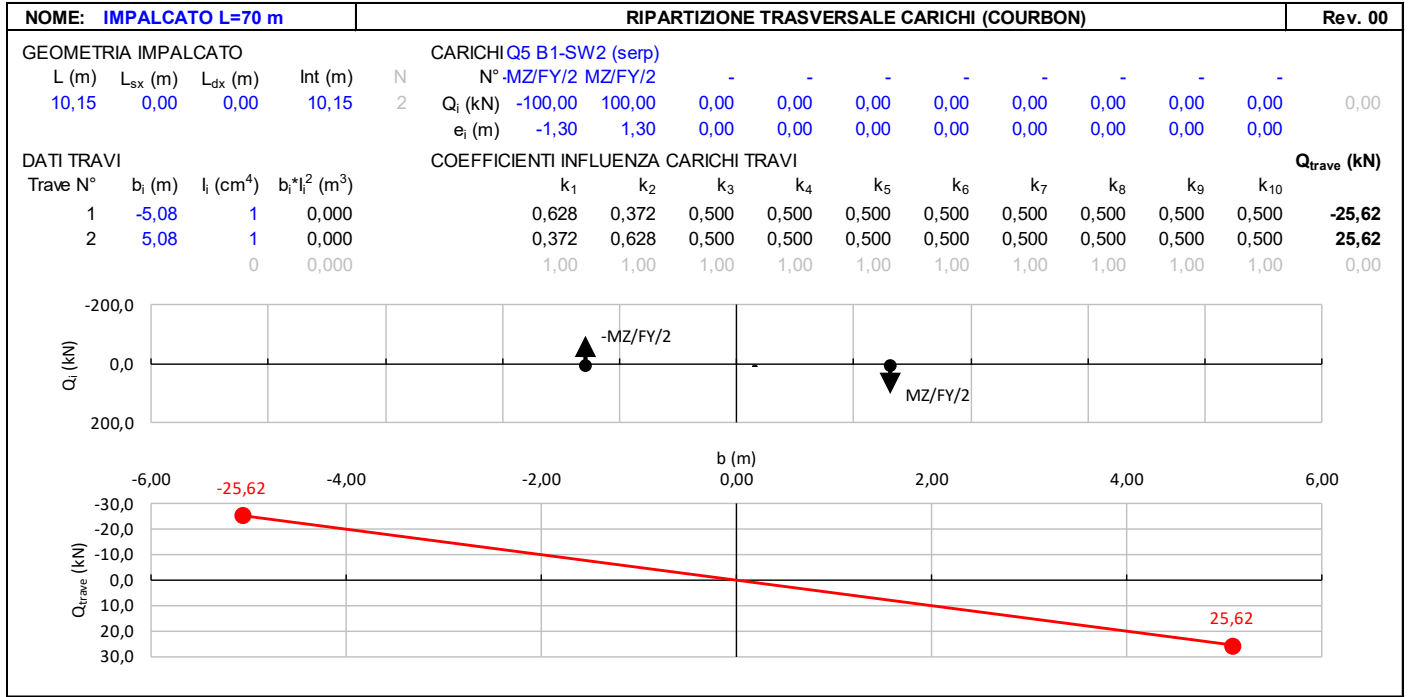
L'azione laterale associata al serpeggio è definita al par. 1.4.3.2 delle Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari, che riprende il par. 5.2.2.4.2 delle NTC 2008, ed equivale ad una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente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

Gli effetti sui singoli impalcato 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=70 m		CALCOLO FORZA SERPEGGIO		Rev. 00
Q_{serp} (kN)	100,0	Azione caratteristica di serpeggio	Distanza PF/appoggi (m)	2,60
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)	286,0	M_{tk} (kNm)	260,0	Momento torcente forza serpeggio caratt.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	50



VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato da 70m

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

NOME: IMPALCATO L=70 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00			
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q5 B2-LM71 (serp)													
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N° -MZ/FY/2 MZ/FY/2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10,15	0,00	0,00	10,15	2	Q _i (kN)	-100,00	100,00	0,00	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	-5,08	1	0,000	0,641	0,359	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	-28,18		
2	5,08	1	0,000	0,359	0,641	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	28,18		
				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00		

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	52

6.6.3 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 (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TRAFFICO LM71	Carichi da traffico	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00
TRAFFICO SW/2	ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

I valori caratteristici da considerare, da moltiplicare per i coefficienti di adattamento α , sono:

Avviamento

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

Frenatura

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

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

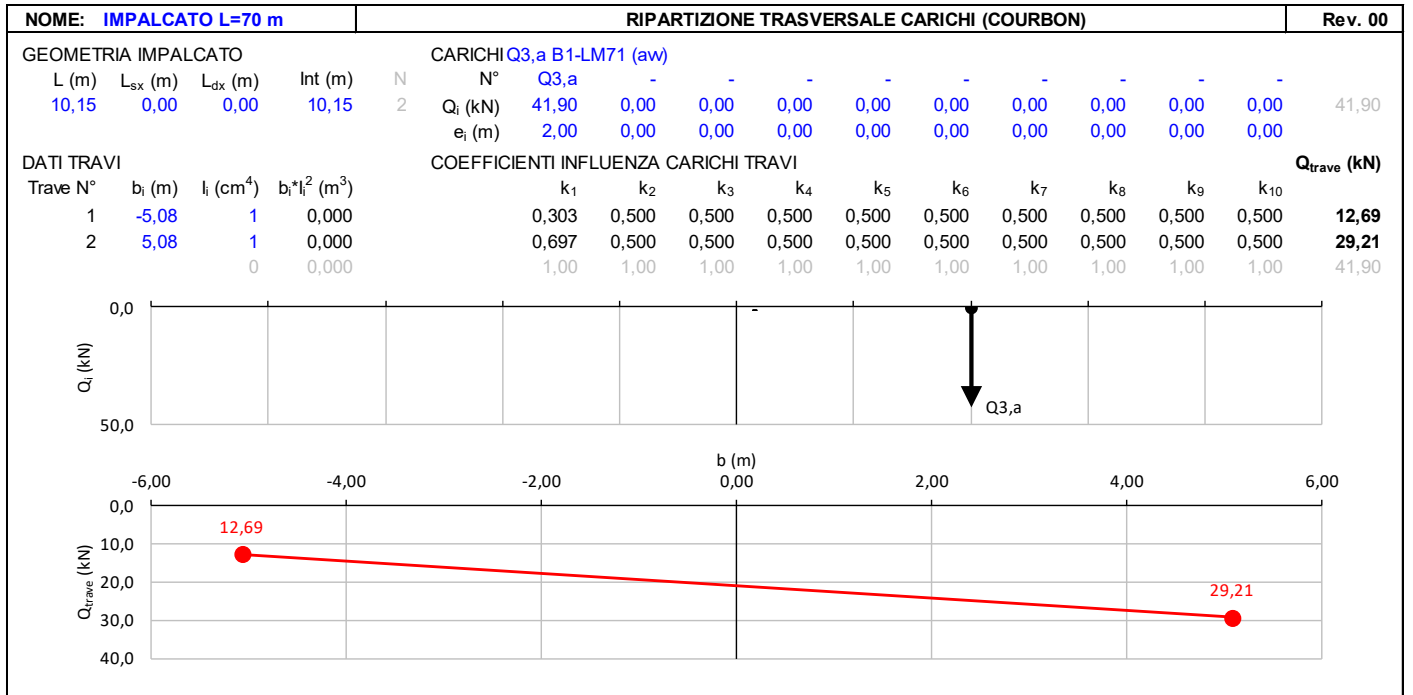
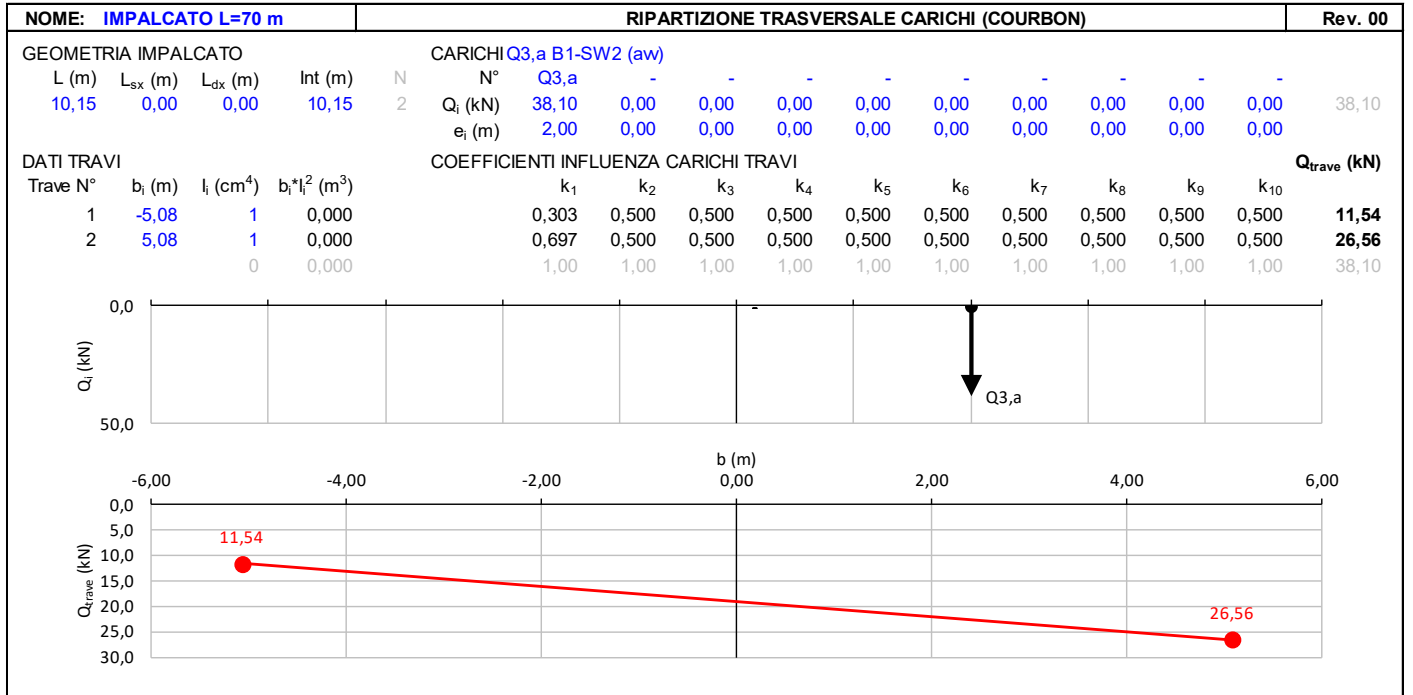
Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura, pertanto per ogni binario (B1 o B2) si può avere:

NOME: IMPALCATO L=70 m			CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA			Rev. 00
L calcolo (m)	68,25	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)		2,60	
L (m)	70,00	Lunghezza di binario carico				
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2				
α (-)	1,10	α (-)	1,00			
$Q_{3,f}$ (kN)	1540,0	$Q_{3,f}$ (kN)	2450,0			Forza frenatura caratt. longitudinale
$V_{3,f}$ (kNm)	58,7	$V_{3,f}$ (kNm)	93,3			Forza frenatura caratt. verticale
$Q_{3,a}$ (kN)	1100,0	$Q_{3,a}$ (kN)	1000,0			Forza avviamento caratt. longitudinale
$V_{3,a}$ (kNm)	41,9	$V_{3,a}$ (kNm)	38,1			Forza avviamento caratt. verticale

Gli effetti sui singoli impalcato 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.

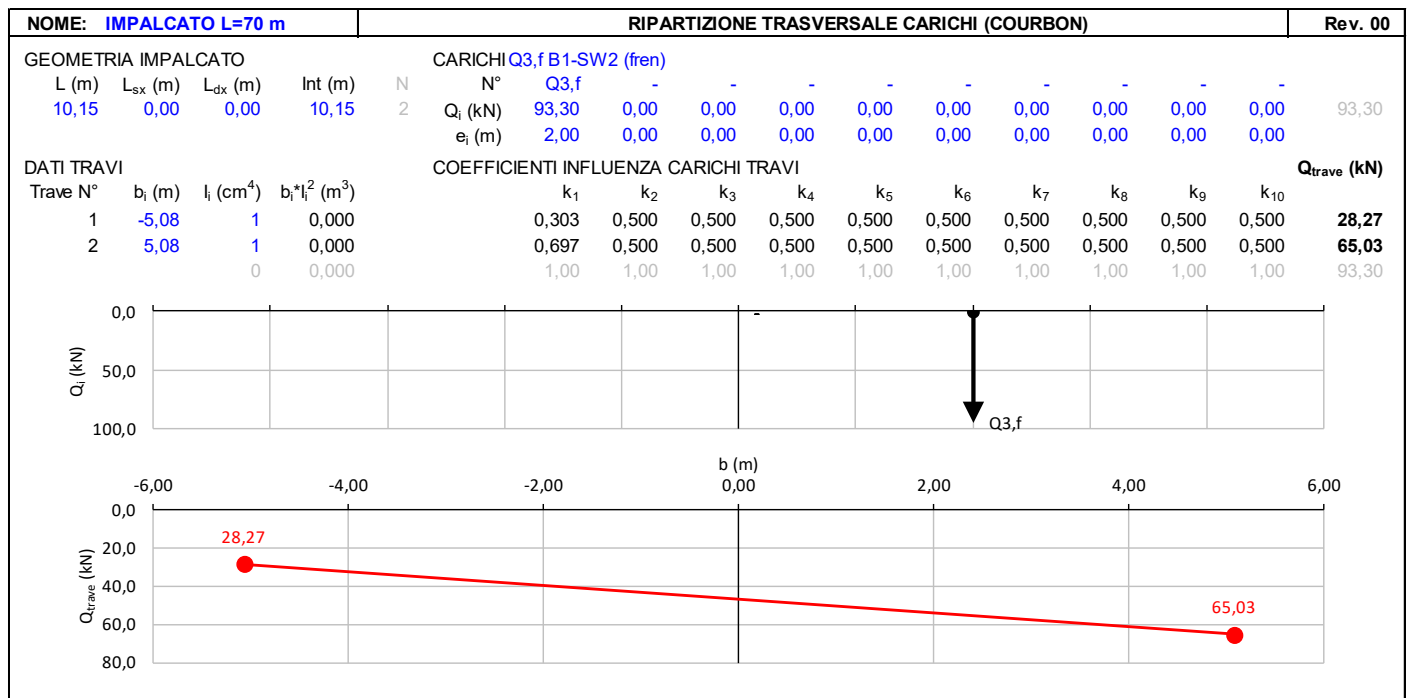
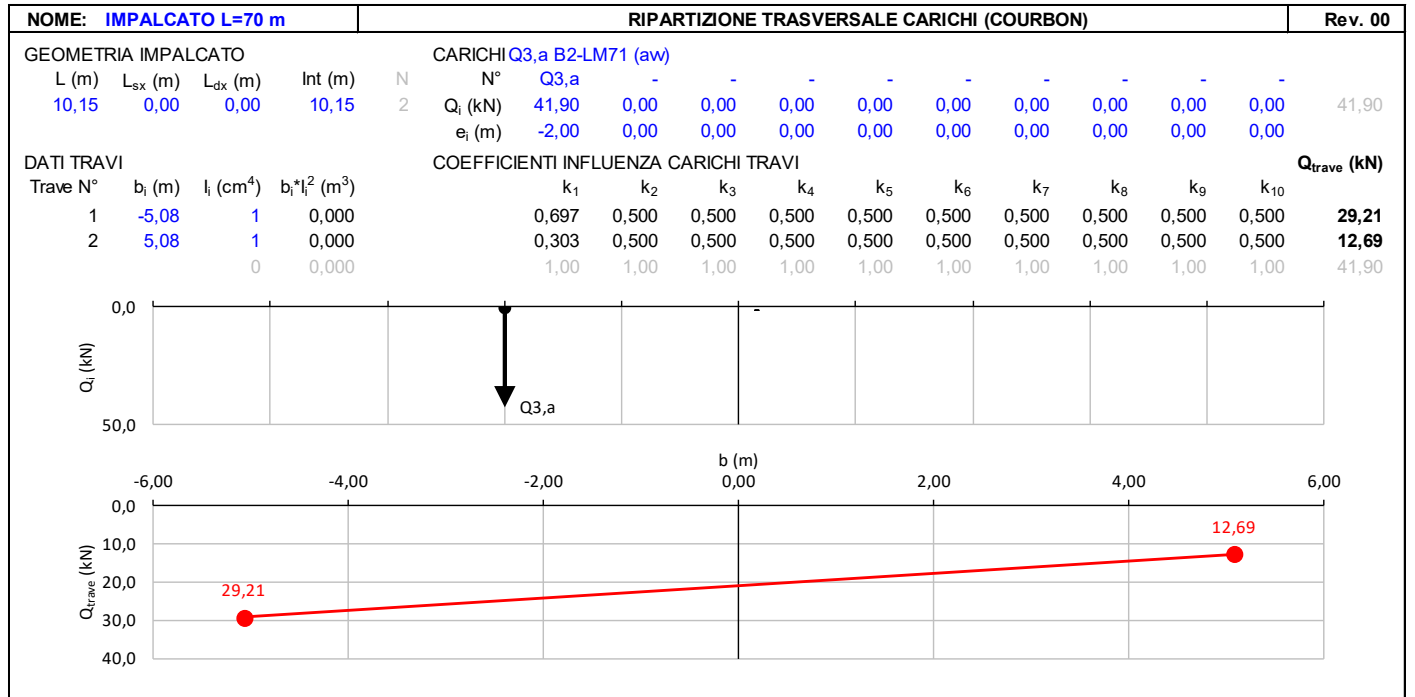
**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



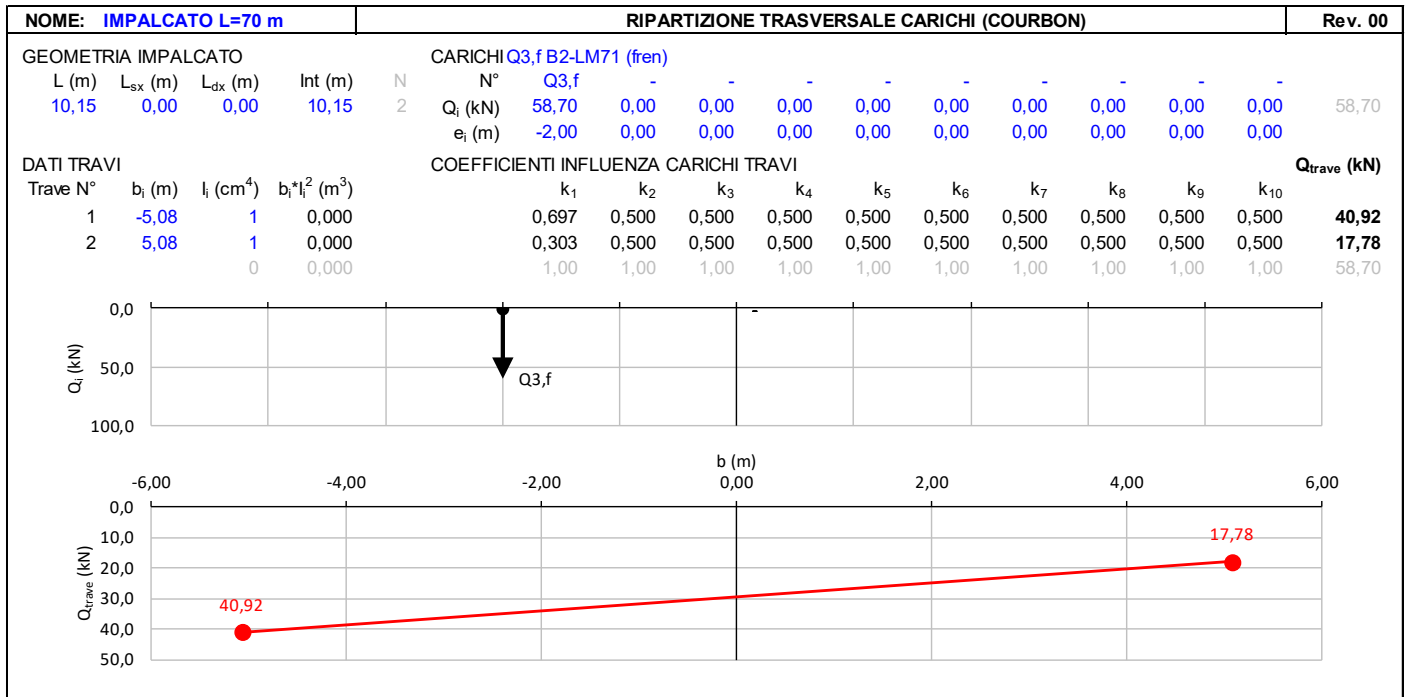
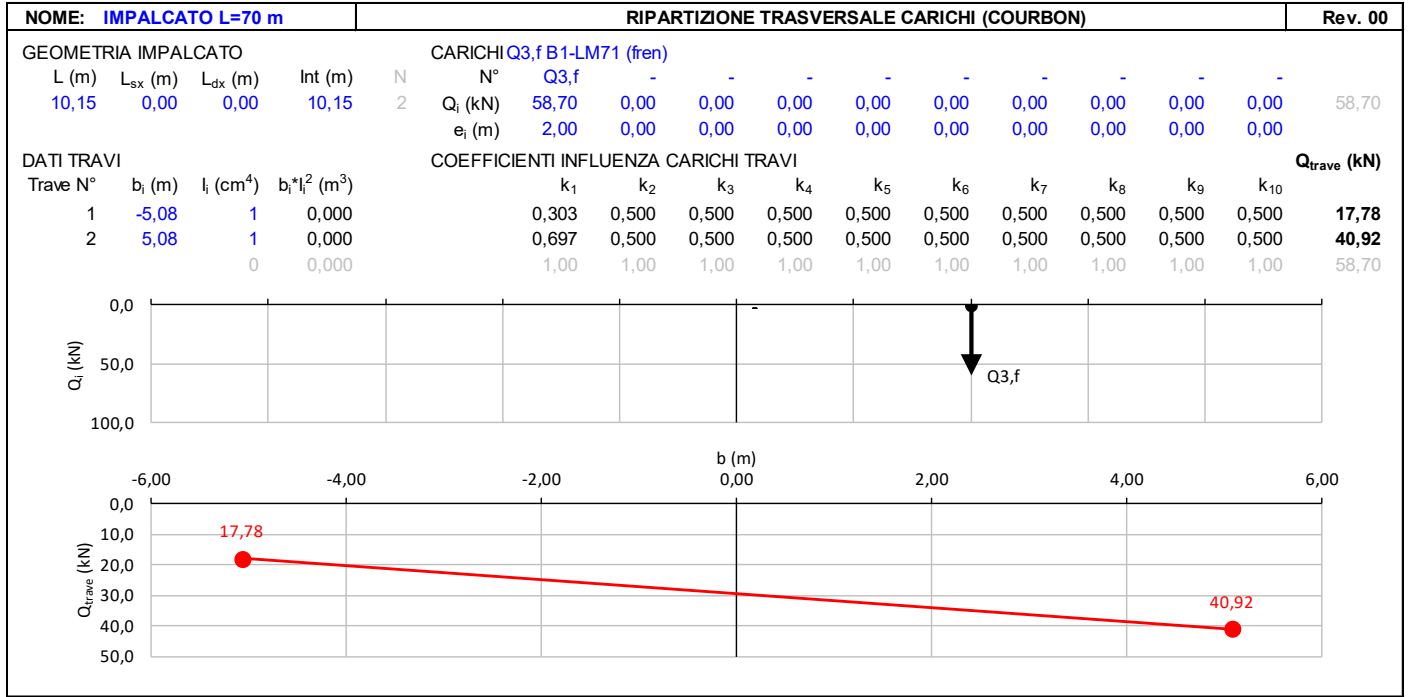
**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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



**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

6.7 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

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:

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

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

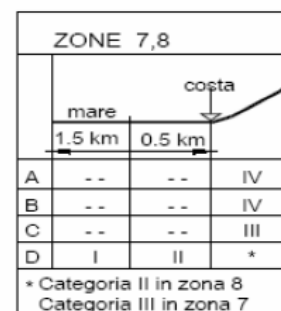
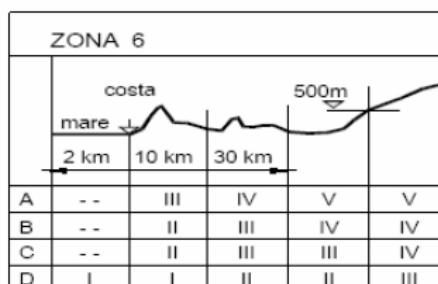
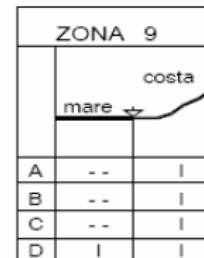
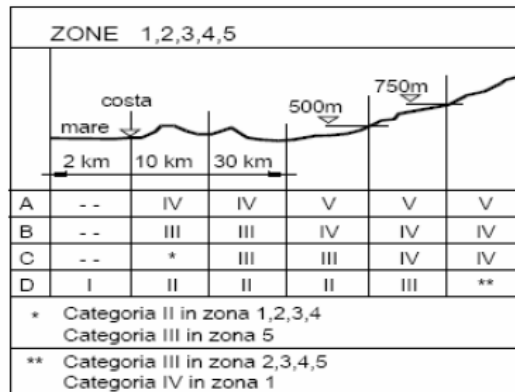


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>	MANDANTI HY pro <small>G.T.F.</small>	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001	REV B

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

Categoria di esposizione del sito	K_t	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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

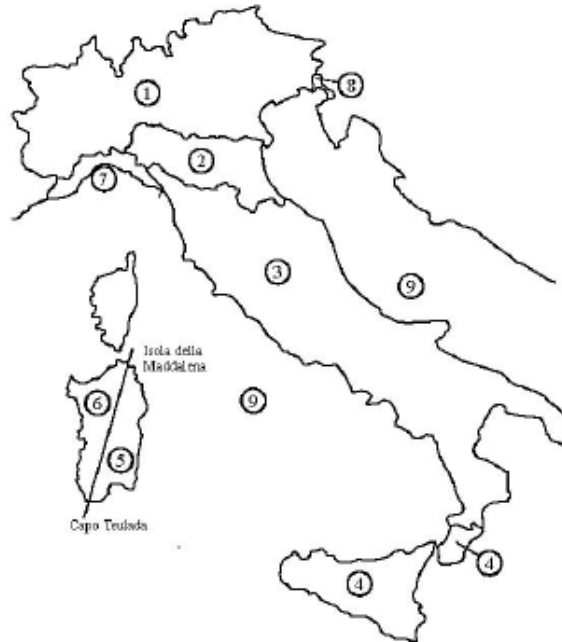


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 17 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

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

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_z
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	Sardegnna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegnna (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 Sardegnna) e mare aperto	31	500	0,32

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

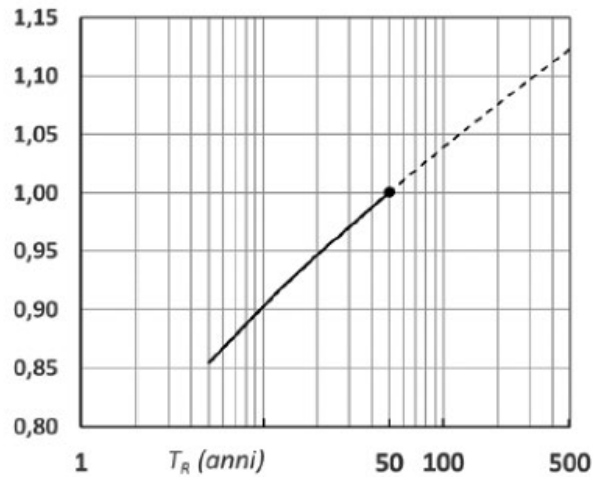


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 18 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno TR

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: IMPALCATO L=70m		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)	11,20	Altezza impalcato	L influenza (m)	35,00	
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00	Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	14,00	Larghezza impalcato	F_x (kN)	1073,9
c_a	1,00	Coeff. altitudine	d/h_{tot}	1,25 (SG.10.3)		F_y (kN)	556,2
v_b (m/s)	27,00	Velocità base riferimento vento	z (m)	20,00	Altezza dal suolo impalcato	M_z (kNm)	1887,8
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}	1,99			
a_s (m s.l.m.)	20	Altitudine sito	c_{fy}	0,83			
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)	30,68 (SG.10.3)			
k_r	0,19	Fattore terreno (Tab.3.II)	f_y (kN/m)	15,89 (SG.11.1)			
Z_{min} (m)	4,00	Altezza minima (Tab.3.II)	m_z (kNm/m)	53,94 (SG.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=70 m		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00									
GEOMETRIA IMPALCATO		CARICHI Q6 (vento)																			
L (m)	L_{sx} (m)	L_{dx} (m)	Int (m)	N	N°	$-M_Z/FY/2$	$M_Z/FY/2$	F_Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10,15	0,00	0,00	10,15	2	Q_i (kN)	-556,22	556,22	556,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	556,22
					e_i (m)	-1,70	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	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)	$b_i^3 \cdot I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}								
1	5,08	1	0,000	0,667	0,333	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	92,12							
2	5,08	1	0,000	0,333	0,667	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	464,10							
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	556,22							

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	61

6.8 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	γ_E (F_{av} / S_{fav})	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.

6.8.1 Stati limite di progetto sismici

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	62

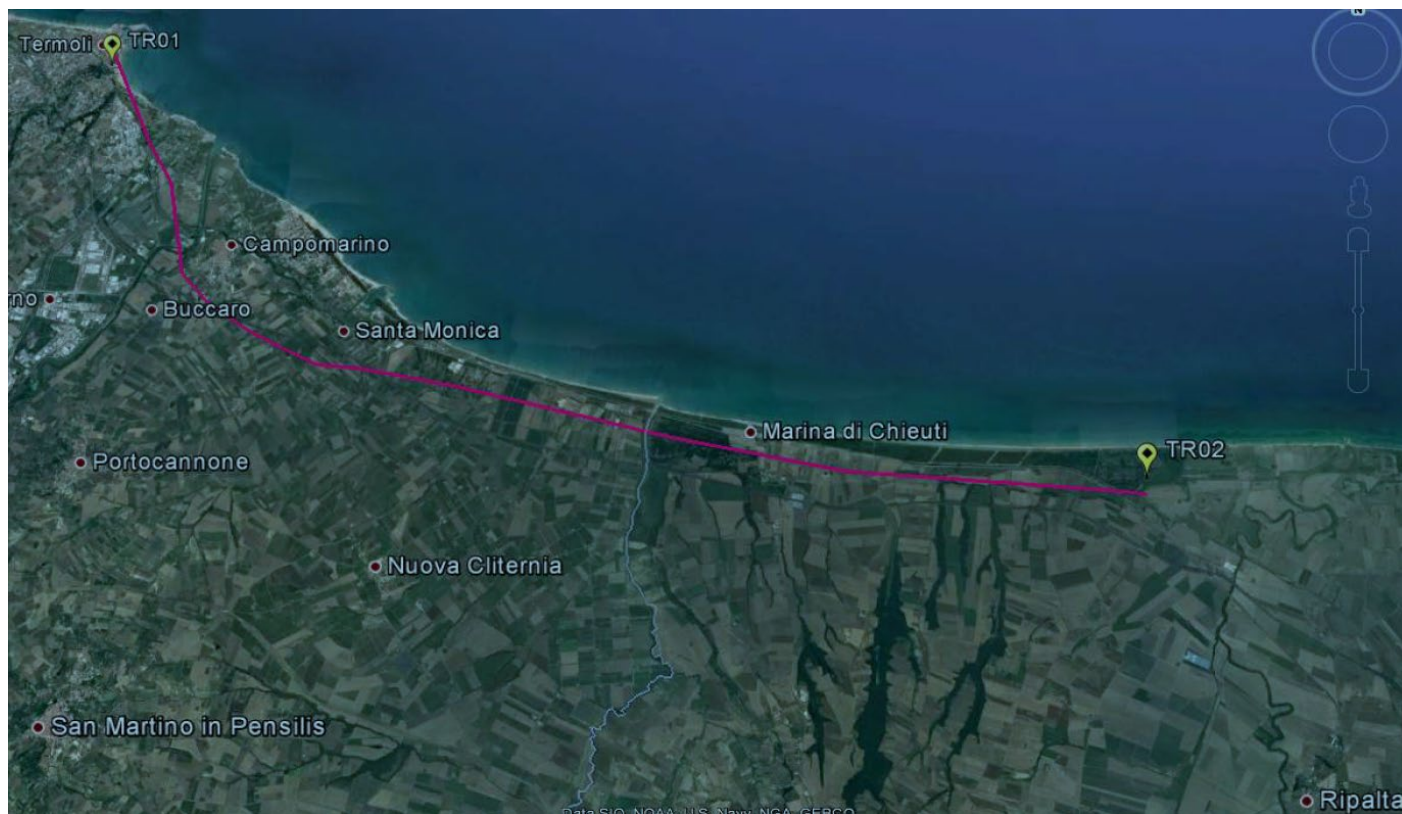


Figura 19- Configurazione planimetrica tracciato

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

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

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

La vita nominale V_N delle infrastrutture ferroviarie può, di norma, assumersi come indicato nella seguente tabella:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	63

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 $V \geq 250$ 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 $a_g S \leq 0.075g$, possono essere progettate e verificate con la sola verifica nei confronti dello SLV.

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

- *Stato limite di danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità 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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	MANDANTI HY pro S.T.F.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001

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

Probabilità di superamento $P_{VR} = 10\%$

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

6.8.2 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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	65

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	66

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 sovreresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti 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:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

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 $q = 1.00$.

6.8.2.0 *Pile e spalle da ponte*

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

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

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

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

Gli elementi ai quali non è mai richiesta capacità dissipativa devono mantenere un comportamento sostanzialmente elastico; essi sono: gli elementi progettati per avere un comportamento non dissipativo, le

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	67

porzioni esterne alle zone dissipative delle pile, l'impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione, le spalle, le pile che non scambiano azioni orizzontali con l'impalcato.

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

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

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

$$\alpha = L/H$$

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 $q_0 = 1.50$.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

L'opera in questione rientra nella zona sismica denominata S1 di cui nel seguito si riportano i parametri sismici di calcolo e lo spettro elastico di risposta:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,178 g
F_{0g}	2,561
T_C	0,333 s
S_S	1,426
C_C	1,429
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,426
η	1,000
T_B	0,187 s
T_C	0,561 s
T_D	2,314 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	0,254
T_B	0,187	0,652
T_C	0,561	0,652
	0,645	0,567
	0,728	0,502
	0,812	0,451
	0,895	0,409
	0,979	0,374
	1,062	0,344
	1,145	0,319
	1,229	0,298
	1,312	0,279
	1,396	0,262
	1,479	0,247
	1,563	0,234
	1,646	0,222
	1,730	0,211
	1,813	0,202
	1,897	0,193
	1,980	0,185
	2,063	0,177
	2,147	0,170
	2,230	0,164
T_D	2,314	0,158
	2,394	0,148
	2,474	0,138
	2,555	0,130
	2,635	0,122
	2,715	0,115
	2,796	0,108
	2,876	0,102
	2,956	0,097
	3,036	0,092
	3,117	0,087
	3,197	0,083
	3,277	0,079
	3,358	0,075
	3,438	0,072
	3,518	0,068
	3,599	0,065
	3,679	0,063
	3,759	0,060
	3,839	0,057
	3,920	0,055
	4,000	0,053

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,102 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	1,460
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,102
T_B	0,050	0,261
T_C	0,150	0,261
	0,235	0,166
	0,320	0,122
	0,405	0,097
	0,490	0,080
	0,575	0,068
	0,660	0,059
	0,745	0,052
	0,830	0,047
	0,915	0,043
T_D	1,000	0,039
	1,094	0,033
	1,188	0,028
	1,281	0,024
	1,375	0,021
	1,469	0,018
	1,563	0,016
	1,656	0,014
	1,750	0,013
	1,844	0,011
	1,938	0,010
	2,031	0,009
	2,125	0,009
	2,219	0,008
	2,313	0,007
	2,406	0,007
	2,500	0,006
	2,594	0,006
	2,688	0,005
	2,781	0,005
	2,875	0,005
	2,969	0,004
	3,063	0,004
	3,156	0,004
	3,250	0,004
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,003
	3,625	0,003
	3,719	0,003
	3,813	0,003
	3,906	0,003
	4,000	0,002

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	70

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

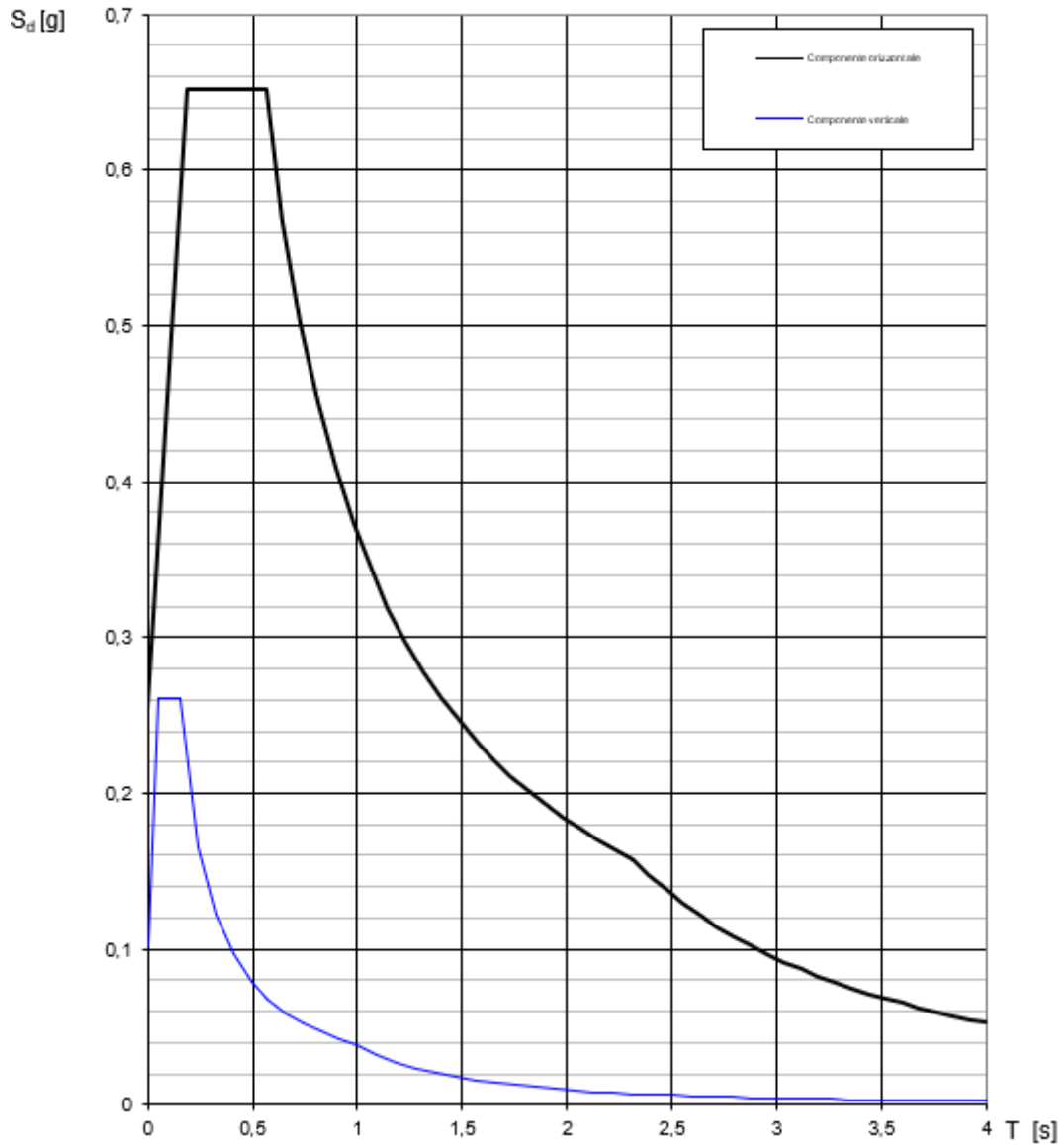


Figura 20 – Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	71

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

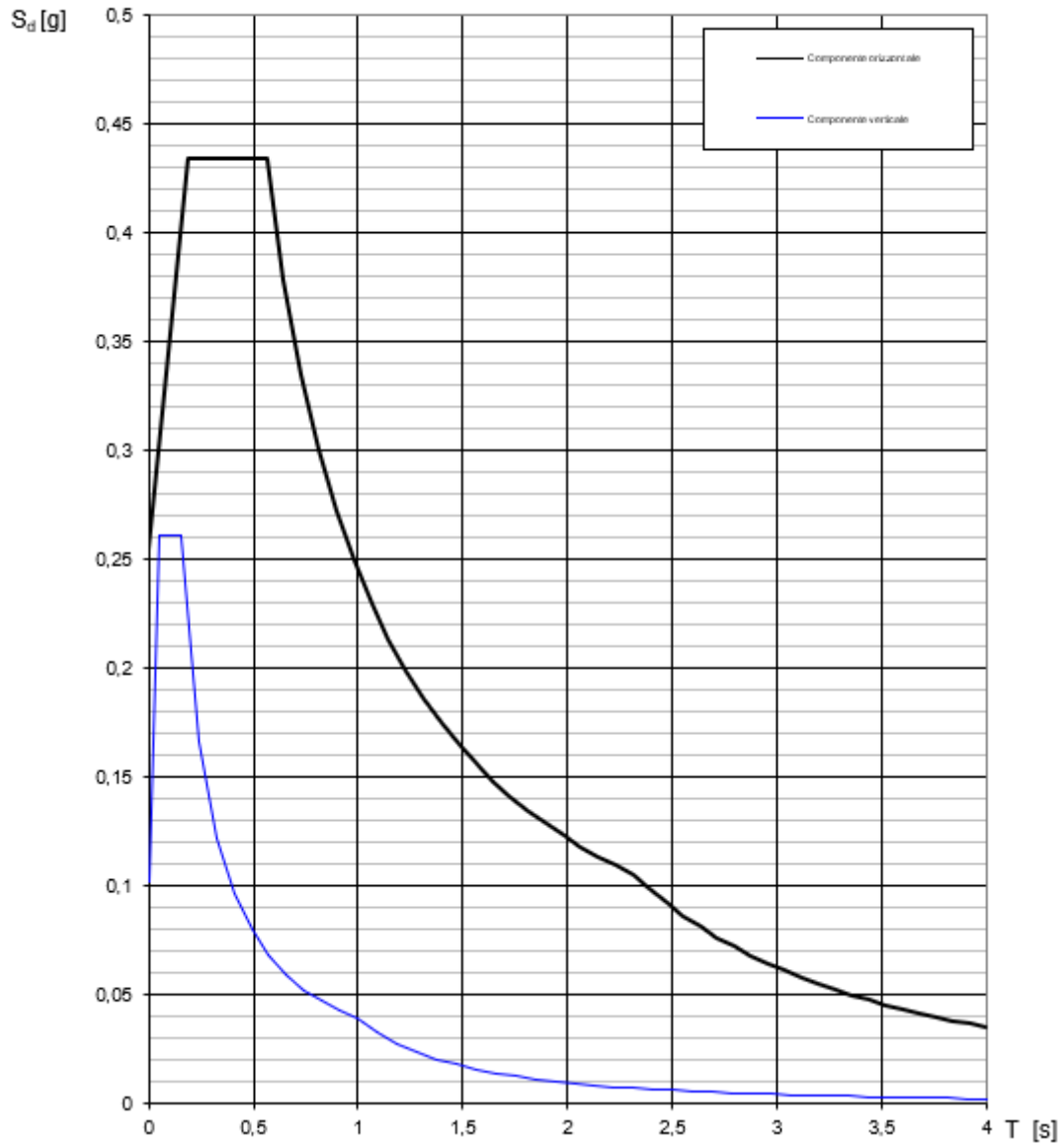


Figura 21 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001	REV B

6.8.3 Amplificazione sismica di progetto

6.8.3.0 Metodo dinamico per strutture generiche

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

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

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

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

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

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

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

6.8.3.1 Azioni inerziali masse

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

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

G massa totale efficace

G_1 masse dei pesi propri strutturali

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

Q_{kj} masse dei carichi accidentali


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

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

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

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

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

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	73

6.9 VARIAZIONI TERMICHE (Q₇)

Nome	Tipo	γ_Q (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TEMP (ponti ferroviari)	Variabili	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.60	0.50

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 $\pm 20^\circ$, ai fini della valutazione delle escursioni dei giunti e degli appoggi mobili viene incrementata del 50% per una variazione totale di calcolo di $\pm 30^\circ\text{C}$.

6.10 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 $f = 3\%$.

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	74

6.11 AZIONE IDRODINAMICA (Q₉)

Nome	Tipo	γ _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
(F _{av} / S _{fav})					
IDRODINAMICA	Variabile	EQU 0.00 / 1.50 (A1) 0.00 / 1.50 (A2) 0.00 / 1.30	0.60	0.50	0.00

Si sono verificate due condizioni di applicazione delle azioni idrodinamiche dell'acqua:

- condizione SLU ECC di scalzamento delle pile con livello idrico di piena TR=300 anni, dove il terreno nell'intorno della sottostruttura è completamente rimosso fino a -3.50 m dalla testa palo (rivestimento di massi di fondo scalzati)
- condizione di servizio SLU/SLE con livello idrico di piena TR=200 anni in assenza di scalzamento del fondo alveo (rivestimento in massi del fondo presenti)

In accordo a quanto riportato al §4.9 della UNI EN 1991-1-6:2005, l'azione idrodinamica sulle pile può essere calcolata secondo lo schema seguente.

$$F_{wa} = \frac{1}{2} k \rho_{wa} h b v_{wa}^2$$

where:

- v_{wa} is the mean speed of the water averaged over the depth, in m/s;
- ρ_{wa} is the density of water, in kg/m³;
- h is the water depth, but not including local scour depth, in m;
- b is the width of the object, in m;
- k is the shape factor, where

$k = 1,44$ for an object of square or rectangular horizontal cross-section, and
 $k = 0,70$ for an object of circular horizontal cross-section.

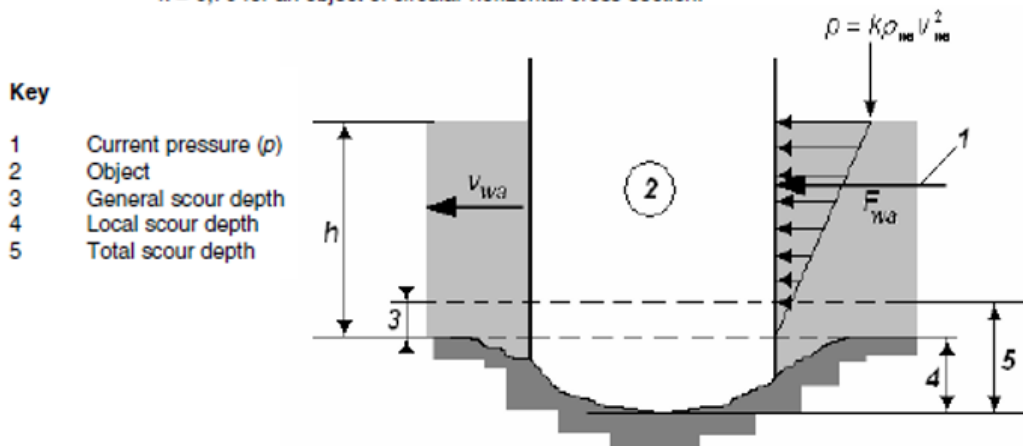


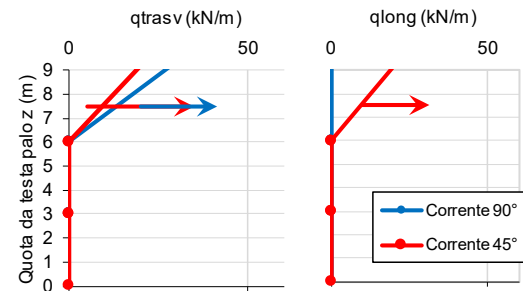
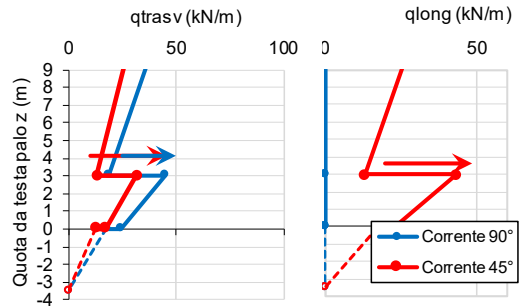
Figura 22 – UNI EN 1991-1-6 – Schema di calcolo delle azioni idrodinamiche

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

Si sono considerati uno scenario di corrente in direzione trasversale a 90° e uno a corrente inclinata di 45° rispetto all'asse longitudinale, cautelativamente si è inoltre adottato un coefficiente di drag pari a 2.0 secondo quanto indicato in: "Table 3.3 Publication No. FHWA-HIF-12-018 April 2012. Hydraulic Design Series Number 7 "Hydraulic Design of Safe Bridge"".

NOME: PILA P56		CALCOLO SPINTA IDRAULICA SULLE PILE (UNI EN 1991-1-6:2005)								Rev. 00	
Cd	2,00	coefficiente di drag		h (m)	4,50	livello dell'acqua (sopra reinterro)		Note: - livello z=0 coincidente a testa palo			
v _{m,a} (m/s)	2,00	velocità media sull'altezza		hs (m)	3,50	scalzamento pali (da z=0)		- le pressioni idrodinamiche al di sotto del plinto sono da applicare ai pali			
ρ _w (kg/m ³)	1000	densità dell'acqua		hpc (m)	3,00	altezza reinterro sopra plinto (p.c)					
				hpl (m)	3,00	altezza plinto					
CONDIZIONE ECCEZIONALE - PILA SCALZATA											
					Corrente 90°			Corrente 45°			
	z (m)	ρ (kN*m)	B _{trasv} (m)	B _{long} (m)	θ (°)	q _{trasv} (kN/m)	q _{long} (kN/m)	θ (°)	q _{trasv} (kN/m)	q _{long} (kN/m)	
Fusto	10,50	8,0	5,00	5,00	90	40,0	0,0	45	28,3	28,3	
Pila	3,00	3,7	5,00	5,00	90	18,6	0,0	45	13,1	13,1	
Plinto	3,00	3,7	12,00	16,50	90	44,6	0,0	45	31,5	43,3	
	0,00	2,0	12,00	16,50	90	24,0	0,0	45	17,0	23,3	
Pali	0,00	2,0	8,90	12,50	90	17,8	0,0	45	12,6	17,7	
	-3,50	0,0	8,90	12,50	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0	
					F _{wd} (kN)	353,7	0,0	F _{wd} (kN)	250,1	286,3	
					z _{wd} (m)	4,10	3,63	z _{wd} (m)	4,10	3,63	
CONDIZIONE ESERCIZIO - PILA NON SCALZATA											
					Corrente 90°			Corrente 45°			
	z (m)	ρ (kN*m)	B _{trasv} (m)	B _{long} (m)	θ (°)	q _{trasv} (kN/m)	q _{long} (kN/m)	θ (°)	q _{trasv} (kN/m)	q _{long} (kN/m)	
Fusto	10,50	8,0	5,00	5,00	90	40,0	0,0	45	28,3	28,3	
Pila	6,00	0,0	5,00	5,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0	
Reinterro	6,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0	
	3,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0	
Plinto	3,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0	
	0,00	0,0	0,00	0,00	90	0,0	0,0	45	0,0	0,0	
					F _{wd} (kN)	90,0	0,0	F _{wd} (kN)	63,6	63,6	
					z _{wd} (m)	7,50	7,50	z _{wd} (m)	7,50	7,50	



6.11.1.9 Effetti sulla sottostruttura

Le condizioni di carico più gravose (condizione con scalzamento al piede della pila) sono da considerarsi solo per le verifiche eccezionali SLU ECC con coefficiente unitario. Dato che tali combinazioni di azioni sollecitano la sottostruttura all'interno del campo di esercizio delle combinazioni SLU (le azioni dimensionanti sono prevalentemente quelle da traffico), si sono riportate nei calcoli di dimensionamento le sole combinazioni con scenari di servizio SLU/SLE (piena TR=200 anni senza scalzamento al piede).

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 02 05			PROGR 001

6.12 SCARICHI AGLI APPOGGI

Dalle valutazioni sui carichi derivanti dagli impalcato 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 impalcato, alle cui relazioni di calcolo si rimanda per ulteriori verifiche di confronto.

IMPALCATO ACCIAIO L=70m	Lato Appoggi Fissi						Lato Appoggi Scorrevoli					
	Appoggio 1 (F)			Appoggio 2 (UT)			Appoggio 3 (UL)			Appoggio 4 (M)		
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
Perm. strutturali												
G1 (peso proprio)	0	0	2848	0	0	2848	0	0	2848	0	0	2848
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	2366	0	0	2366	0	0	2366	0	0	2366
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	105	0	0	105	0	0	105	0	0	105
G2,3 (arredi)	0	0	210	0	0	210	0	0	210	0	0	210
G2,4 (barriere)	0	0	560	0	0	560	0	0	560	0	0	560
Q8 Fa,G (attrito)	183	0	0	183	0	0	183	0	0	183	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1060	0	0	2532	0	0	1060	0	0	2532
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	2532	0	0	1060	0	0	2532	0	0	1060
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1323	0	0	3045	0	0	1323	0	0	3045
Q3,a B1-SW2 (avv)	303	0	12	697	0	27	0	0	12	0	0	27
Q3,a B1-LM71 (avv)	333	0	13	767	0	29	0	0	13	0	0	29
Q3,a B2-LM71 (avv)	767	0	29	333	0	13	0	0	29	0	0	13
Q3,f B1-SW2 (fren)	742	0	28	1708	0	65	0	0	28	0	0	65
Q3,f B1-LM71 (fren)	467	0	18	1073	0	41	0	0	18	0	0	41
Q3,f B2-LM71 (fren)	1073	0	41	467	0	18	0	0	41	0	0	18
Q4 B1-SW2 (centr)	0	143	-37	0	0	37	0	143	-37	0	0	37
Q4 B1-LM71 (centr)	0	286	-73	0	0	73	0	286	-73	0	0	73
Q4 B2-LM71 (centr)	0	286	-73	0	0	73	0	286	-73	0	0	73
Q5 B1-SW2 (serp)	0	100	-26	0	0	26	0	100	-26	0	0	26
Q5 B1-LM71 (serp)	0	110	-28	0	0	28	0	110	-28	0	0	28
Q5 B2-LM71 (serp)	0	110	-28	0	0	28	0	110	-28	0	0	28
Q8 Fa,Q (attrito)	76	0	0	91	0	0	76	0	0	91	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	1074	92	0	0	464	0	1074	92	0	0	464

Tabella 21 – Scarichi caratteristici appoggi fissi e mobili – Campata L=70 m

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

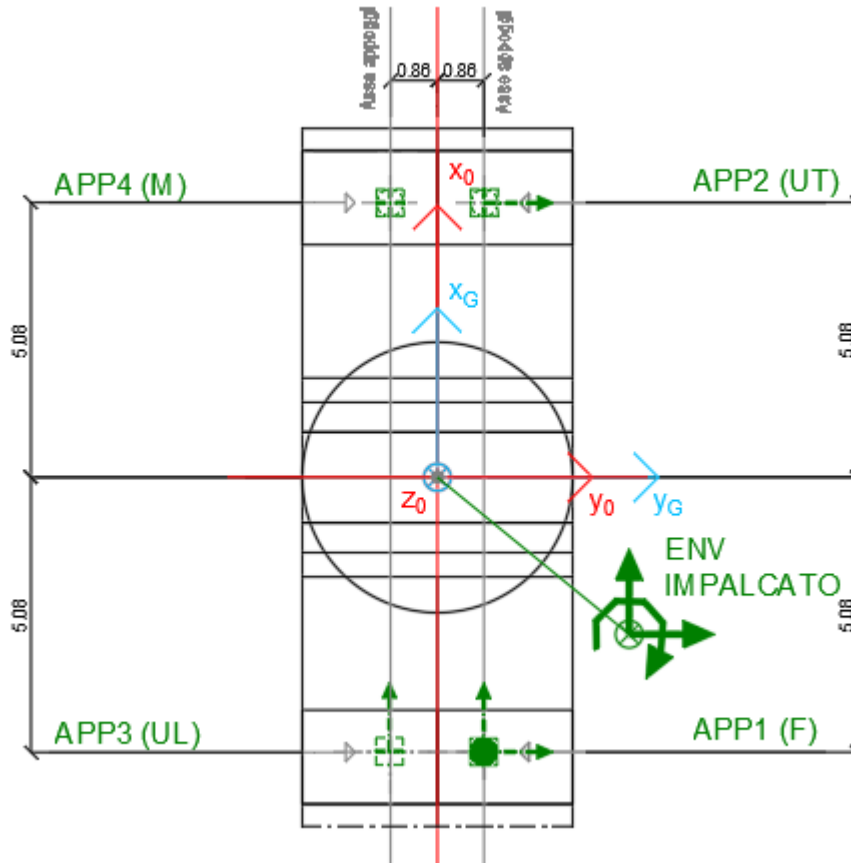



Figura 23 - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	78

7. 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
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	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 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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B

7.1 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
	Gruppo di carico	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	
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°Gk1+1,50°Gk2b+1,35°Gk2v+0,73°Qk3a,i+0,73°Qk3f,i+1,45°Qk4,i+1,45°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,45°Qk2q
 - 2 1,35°Gk1+1,50°Gk2b+1,35°Gk2v+1,45°Qk3a,i+1,45°Qk3f,i+0,73°Qk4,i+0,73°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,45°Qk2q
 - 3 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,73°Qk3a,i+0,73°Qk3f,i+1,45°Qk4,i+1,45°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,45°Qk2q
 - 4 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,45°Qk3a,i+1,45°Qk3f,i+0,73°Qk4,i+0,73°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,45°Qk2q
 - 5 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,45°Qk6+1,00°Qk2g
 - 6 1,35°Gk1+1,50°Gk2b+1,35°Gk2v+1,45°Qk6+1,35°Qk2g
 - 7 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,9°Qk6+1,35°Qk2g
 - 8 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,9°Qk6+1,00°Qk2g
 - 9 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk2g+1,00°E1+0,3°E2+0,3°E3
 - 10 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,8°Qk3a,i+0,8°Qk3f,i+1,00°Qk4+1,00°Qk5+0,6°Qk6+1,00°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 11 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk3a,i+1,00°Qk3f,i+0,8°Qk4+0,8°Qk5+0,6°Qk6+1,00°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 12 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk6+1,00°Qk2g
 - 13 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,4°Qk3a,i+0,4°Qk3f,i+0,8°Qk4+0,8°Qk5+0,6°Qk6+0,6°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 14 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,4°Qk3a,i+0,4°Qk3f,i+0,8°Qk4+0,8°Qk5+0,6°Qk6+0,8°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 15 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,8°Qk3a,i+0,8°Qk3f,i+0,4°Qk4+0,4°Qk5+0,6°Qk6+0,6°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 16 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,8°Qk3a,i+0,8°Qk3f,i+0,4°Qk4+0,4°Qk5+0,6°Qk6+0,8°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 17 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v
 - 18 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk2g
 - 19 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk9,i+1,00°Qk2g
 - 20 1,35°Gk1+1,50°Gk2b+1,35°Gk2v+0,58°Qk3a,i+0,58°Qk3f,i+1,16°Qk4,i+1,16°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,16°Qk2q+1,50°Qk9,i
 - 21 1,35°Gk1+1,50°Gk2b+1,35°Gk2v+1,16°Qk3a,i+1,16°Qk3f,i+0,58°Qk4,i+0,58°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,16°Qk2q+1,50°Qk9,i
 - 22 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,58°Qk3a,i+0,58°Qk3f,i+1,16°Qk4,i+1,16°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,16°Qk2q+1,50°Qk9,i
 - 23 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,16°Qk3a,i+1,16°Qk3f,i+0,58°Qk4,i+0,58°Qk5,i+0,9°Qk6+1,45°Qk1,i+1,35°Qk2g+1,16°Qk2q+1,50°Qk9,i
 - 24 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk2g+1,50°Qk9,i
 - 25 1,35°Gk1+1,50°Gk2b+1,35°Gk2v+1,35°Qk2g+1,50°Qk9,i
 - 26 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,35°Qk2g+0,9°Qk9,i
 - 27 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk2g+0,9°Qk9,i
 - 28 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,8°Qk3a,i+0,8°Qk3f,i+0,8°Qk4+0,8°Qk5+0,6°Qk6+1,00°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q
 - 29 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+1,00°Qk6+1,00°Qk2g+1,00°Qk9,i
 - 30 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,4°Qk3a,i+0,4°Qk3f,i+0,4°Qk4+0,4°Qk5+0,6°Qk6+0,6°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q+1,00°Qk9,i
 - 31 1,00°Gk1+1,00°Gk2b+1,00°Gk2v+0,4°Qk3a,i+0,4°Qk3f,i+0,4°Qk4+0,4°Qk5+0,6°Qk6+0,8°Qk1+1,00°Qk2g+1,00°Qk2q+1,00°Qk9,i

Figura 24 - Tipologie di combinazioni di carico

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	82

8. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

8.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

8.1.1 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

8.1.1.0 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

8.1.1.1 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

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

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

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

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

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

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

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

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 membrane non compresse

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

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

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

8.1.1.2 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)

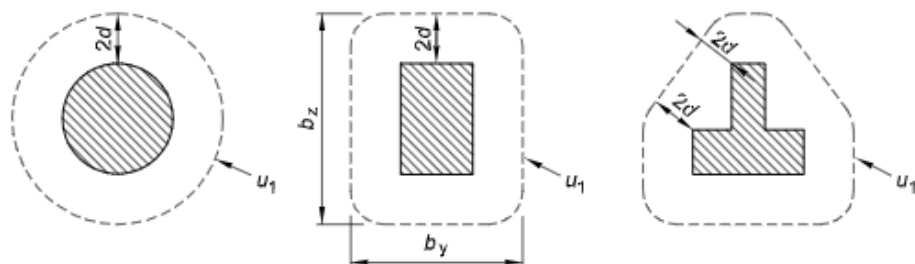
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

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



VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

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

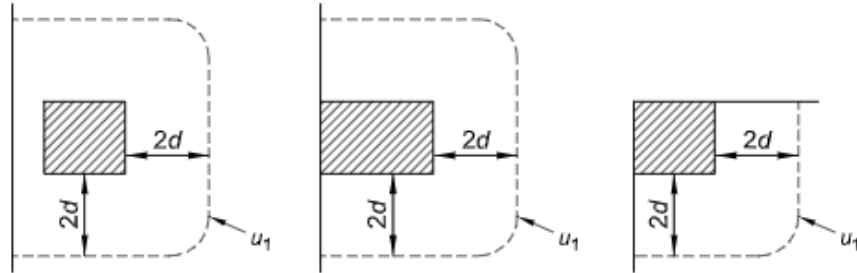


Figura 25 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

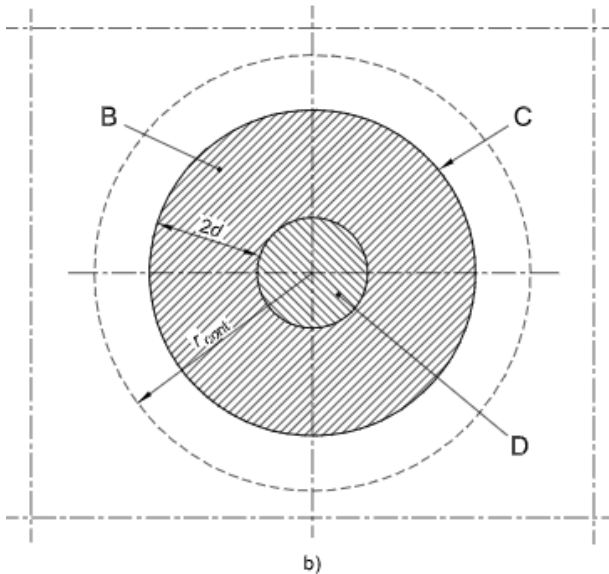
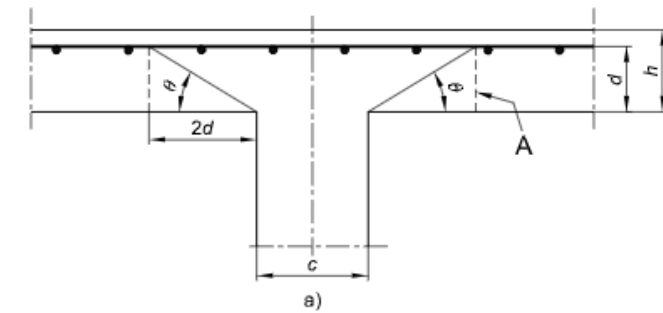


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

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 26 – Modello di verifica a punzonamento SLU

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

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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

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

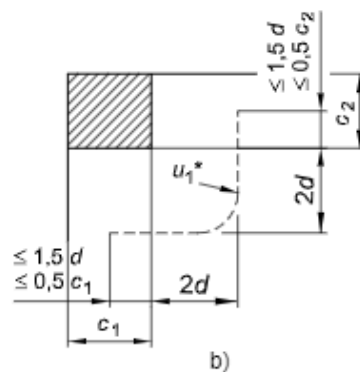
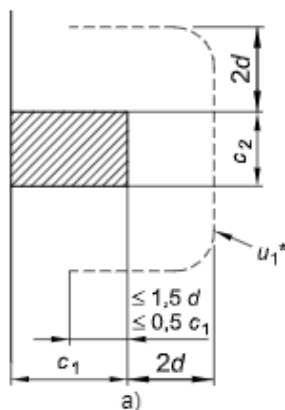


figura 6.20

Perimetro di verifica equivalente u_1

Legenda

a) Pilastro di bordo

b) Pilastro d'angolo

Figura 27 – Geometria dei perimetri pilastri per elementi d'angolo e di bordo

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small></p> <p>MANDANTI HYpro S.T.F.</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:</p> <p>Relazione di calcolo pila impalcato da 70m</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI</td> <td>02</td> <td>05</td> <td>001</td> <td>B</td> <td>86</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	86
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	86													

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

8.1.2 Stati Limite Ultimi di esercizio (SLE STR, SLD)

8.1.2.9 Limiti tensionali in esercizio

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

$$E_d \leq C_d$$

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

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

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

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

8.1.2.10 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

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

Combinazioni di azioni	Frequente (FR) 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	$w_1 = 0.20 \text{ mm}$ $w_2 = 0.30 \text{ mm}$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	87

$$w_3 = 0.40 \text{ mm}$$

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 23 - 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 24 - 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).

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.

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 25 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	88

9. MODELLO DI CALCOLO

9.1 ANALISI STATICA

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

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

9.2 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.

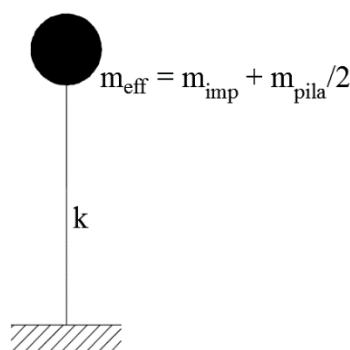



Figura 28 - Modello ad oscillatore semplice

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.

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 la pila in esame è stato possibile condurre l'analisi statica lineare stante il soddisfacimento delle condizioni di applicabilità, come si evince dalla tabella seguente.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	89

VERIFICA CONDIZIONI APPLICABILITA' ANALISI LINEARE (NTC2008-NTC2018)

W_{imp} (kN)	25946	Peso impalcato	W_{fusto} (kN)	6330	Peso fusto pila
$1/5 W_{imp}$ (kN)	5189	$1/5$ Peso impalcato (NTC2008-NTC2018)	$W_{pulsino}$ (kN)	2827	Peso pulsino+ritegni
			$W_{eff,pila}$ (kN)	5992	Peso efficace pila (NTC2008)
$W_{eff,pila} < 1/5 W_{imp}$		OK VERIFICATO (NTC2018)	$W_{eff,pila}$ (kN)	4937	Peso efficace pila (NTC2018)

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

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

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

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

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

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

10. ANALISI PILA H=12.5 M - IDRODINAMICA

10.1 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 impalcato 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.

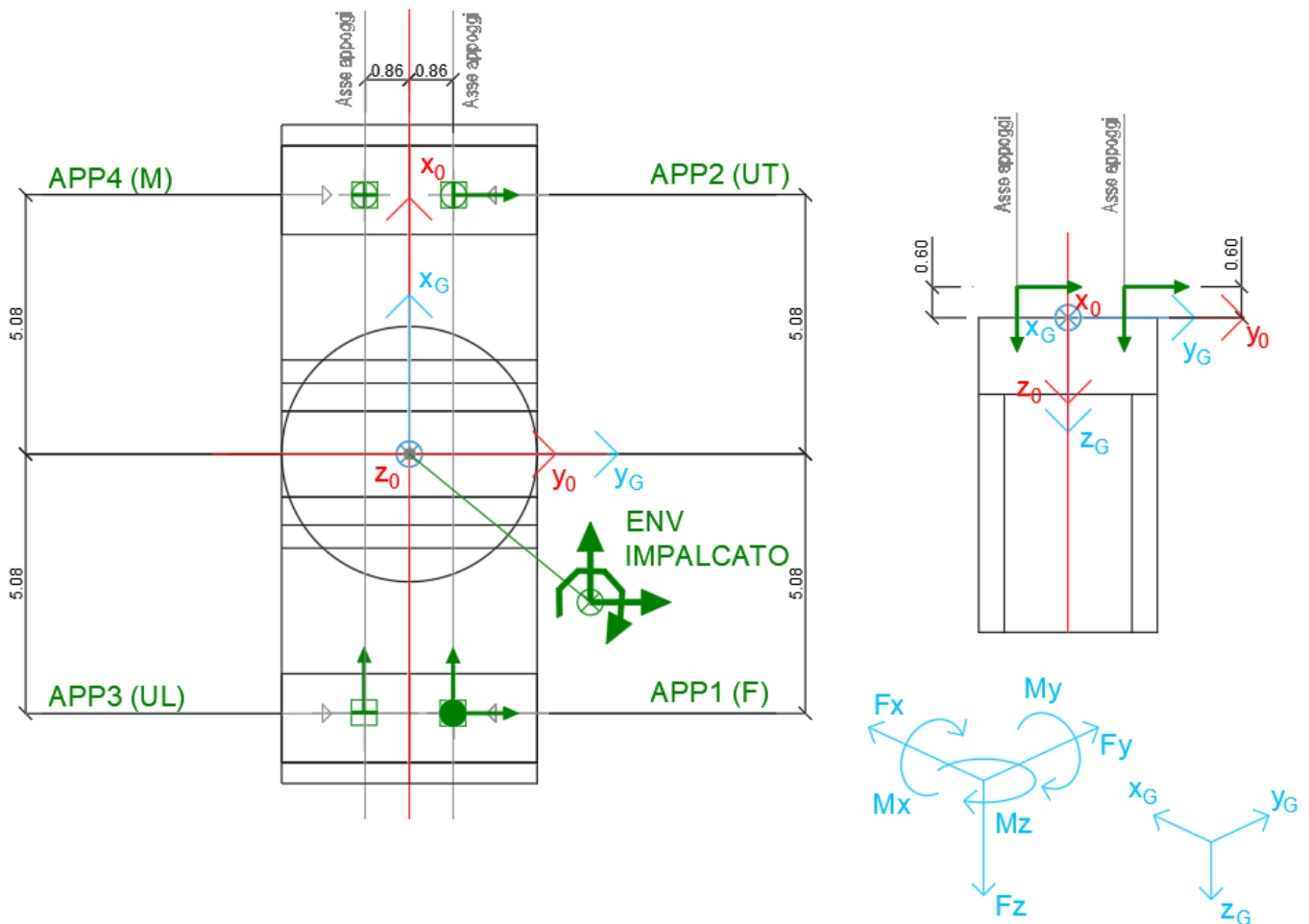


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA



MANDANTI



LINEA PESCARA – BARI

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

NOME: PILA P56 H=12.5m		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI FISSI (IMPALCATO ACCIAIO L=70m)															
APPOGGIO 1 (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	2848	-5,08	0,88	-0,60	2506	14466	0	0	0	2848	2506	14893	0
G2,1 (ballast)	0	0	2366	-5,08	0,88	-0,60	2082	12019	0	0	0	2366	2082	12374	0
G2,2 (velette)	0	0	105	-5,08	0,88	-0,60	92	533	0	0	0	105	92	549	0
G2,3 (arredi)	0	0	210	-5,08	0,88	-0,60	185	1067	0	0	0	210	185	1098	0
G2,4 (barriere)	0	0	560	-5,08	0,88	-0,60	493	2845	0	0	0	560	493	2929	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	303	12	-5,08	0,88	-0,60	192	59	-1539	0	303	12	192	60	-1584
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	333	13	-5,08	0,88	-0,60	211	64	-1693	0	333	13	211	66	-1743
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	767	29	-5,08	0,88	-0,60	486	148	-3895	0	767	29	486	153	-4010
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	742	28	-5,08	0,88	-0,60	470	144	-3771	0	742	28	470	148	-3882
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	467	18	-5,08	0,88	-0,60	296	90	-2370	0	467	18	296	93	-2440
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	1073	41	-5,08	0,88	-0,60	680	208	-5453	0	1073	41	680	214	-5614
Q4 B1-SW2 (centr)	143	0	-37	-5,08	0,88	-0,60	-32	-272	-126	143	0	-37	-32	-278	-126
Q4 B1-LM71 (centr)	286	0	-73	-5,08	0,88	-0,60	-65	-544	-252	286	0	-73	-65	-555	-252
Q4 B2-LM71 (centr)	286	0	-73	-5,08	0,88	-0,60	-65	-544	-252	286	0	-73	-65	-555	-252
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-26	-5,08	0,88	-0,60	-23	-190	-88	100	0	-26	-23	-194	-88
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-28	-5,08	0,88	-0,60	-25	-209	-97	110	0	-28	-25	-213	-97
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-28	-5,08	0,88	-0,60	-25	-209	-97	110	0	-28	-25	-213	-97
Q6 (vento)	1074	0	92	-5,08	0,88	-0,60	81	-176	-945	1074	0	92	81	-163	-945
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1060	-5,08	0,88	-0,60	933	5384	0	0	0	1060	933	5543	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	2532	-5,08	0,88	-0,60	2228	12862	0	0	0	2532	2228	13241	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1323	-5,08	0,88	-0,60	1165	6723	0	0	0	1323	1165	6921	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	183	0	-5,08	0,88	-0,60	110	0	-928	0	183	0	110	0	-955
Q8 Fa,Q (attrito)	0	76	0	-5,08	0,88	-0,60	46	0	-386	0	76	0	46	0	-397
LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO ACCIAIO L=70m)															
APPOGGIO 2 (UT)	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	2848	5,08	0,88	-0,60	2506	-14466	0	0	0	2848	2506	-14038	0
G2,1 (ballast)	0	0	2366	5,08	0,88	-0,60	2082	-12019	0	0	0	2366	2082	-11664	0
G2,2 (velette)	0	0	105	5,08	0,88	-0,60	92	-533	0	0	0	105	92	-518	0
G2,3 (arredi)	0	0	210	5,08	0,88	-0,60	185	-1067	0	0	0	210	185	-1035	0
G2,4 (barriere)	0	0	560	5,08	0,88	-0,60	493	-2845	0	0	0	560	493	-2761	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	697	27	5,08	0,88	-0,60	442	-135	3541	0	697	27	442	-131	3436
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	767	29	5,08	0,88	-0,60	486	-148	3895	0	767	29	486	-144	3780
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	333	13	5,08	0,88	-0,60	211	-64	1693	0	333	13	211	-63	1643
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1708	65	5,08	0,88	-0,60	1082	-330	8675	0	1708	65	1082	-321	8419
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	1073	41	5,08	0,88	-0,60	680	-208	5453	0	1073	41	680	-202	5292
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	467	18	5,08	0,88	-0,60	296	-90	2370	0	467	18	296	-88	2300
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	37	5,08	0,88	-0,60	32	-186	0	0	0	37	32	-181	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	73	5,08	0,88	-0,60	65	-372	0	0	0	73	65	-361	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	73	5,08	0,88	-0,60	65	-372	0	0	0	73	65	-361	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	26	5,08	0,88	-0,60	23	-130	0	0	0	26	23	-126	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	28	5,08	0,88	-0,60	25	-143	0	0	0	28	25	-139	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	28	5,08	0,88	-0,60	25	-143	0	0	0	28	25	-139	0
Q6 (vento)	0	0	464	5,08	0,88	-0,60	408	-2358	0	0	0	464	408	-2288	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	2532	5,08	0,88	-0,60	2228	-12862	0	0	0	2532	2228	-12482	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1060	5,08	0,88	-0,60	933	-5384	0	0	0	1060	933	-5225	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	3045	5,08	0,88	-0,60	2679	-15467	0	0	0	3045	2679	-15011	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	183	0	5,08	0,88	-0,60	110	0	928	0	183	0	110	0	900
Q8 Fa,Q (attrito)	0	91	0	5,08	0,88	-0,60	55	0	464	0	91	0	55	0	450
LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO ACCIAIO L=70m)															
APPOGGIO 3 (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	2848	-5,08	-0,88	-0,60	-2506	14466	0	0	0	2848	-2506	14893	0
G2,1 (ballast)	0	0	2366	-5,08	-0,88	-0,60	-2082	12019	0	0	0	2366	-2082	12374	0
G2,2 (velette)	0	0	105	-5,08	-0,88	-0,60	-92	533	0	0	0	105	-92	549	0
G2,3 (arredi)	0	0	210	-5,08	-0,88	-0,60	-185	1067	0	0	0	210	-185	1098	0
G2,4 (barriere)	0	0	560	-5,08	-0,88	-0,60	-493	2845	0	0	0	560	-493	2929	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	12	-5,08	-0,88	-0,60	-10	59	0	0	0	12	-10	60	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	13	-5,08	-0,88	-0,60	-11	64	0	0	0	13	-11	66	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	29	-5,08	-0,88	-0,60	-26	148	0	0	0	29	-26	153	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	28	-5,08	-0,88	-0,60	-25	144	0	0	0	28	-25	148	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	18	-5,08	-0,88	-0,60	-16	90	0	0	0	18	-16	93	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	41	-5,08	-0,88	-0,60	-36	208	0	0	0	41	-36	214	0
Q4 B1-SW2 (centr)	143	0	-37	-5,08	-0,88	-0,60	32	-272	126	143	0	-37	32	-278	126
Q4 B1-LM71 (centr)	286	0	-73	-5,08	-0,88	-0,60	65	-544	252	286	0	-73	65	-555	252
Q4 B2-LM71 (centr)	286	0	-73	-5,08	-0,88	-0,60	65	-544	252	286	0	-73	65	-555	252
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-26	-5,08	-0,88	-0,60	23	-190	88	100	0	-26	23	-194	88
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-28	-5,08	-0,88	-0,60	25	-209	97	110	0	-28	25	-213	97
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-28	-5,08	-0,88	-0,60	25	-209	97	110	0	-28	25	-213	97
Q6 (vento)	1074	0	92	-5,08	-0,88	-0,60	-81	-176	945	1074	0	92	-81	-163	945
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	1060	-5,08	-0,88	-0,60	-933	5384	0	0	0	1060	-933	5543	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	2532	-5,08	-0,88	-0,60	-2228	12862	0	0	0	2532	-2228	13241	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	1323	-5,08	-0,88	-0,60	-1165	6723	0	0	0	1323	-1165	6921	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	183	0	-5,08	-0,88	-0,60	110	0	-928	0	183	0	110	0	-955
Q8 Fa,Q (attrito)	0	76	0	-5,08	-0,88	-0,60	46	0	-386	0	76	0	46	0	-397

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	2848	5,08	-0,88	-0,60	-2506	-14466	0	0	0	2848	-2506	-14038	0
G2,1 (ballast)	0	0	2366	5,08	-0,88	-0,60	-2082	-12019	0	0	0	2366	-2082	-11664	0
G2,2 (velette)	0	0	105	5,08	-0,88	-0,60	-92	-533	0	0	0	105	-92	-518	0
G2,3 (arredi)	0	0	210	5,08	-0,88	-0,60	-185	-1067	0	0	0	210	-185	-1035	0
G2,4 (barriere)	0	0	560	5,08	-0,88	-0,60	-493	-2845	0	0	0	560	-493	-2761	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	27	5,08	-0,88	-0,60	-23	-135	0	0	0	27	-23	-131	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	29	5,08	-0,88	-0,60	-26	-148	0	0	0	29	-26	-144	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	13	5,08	-0,88	-0,60	-11	-64	0	0	0	13	-11	-63	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	65	5,08	-0,88	-0,60	-57	-330	0	0	0	65	-57	-321	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	41	5,08	-0,88	-0,60	-36	-208	0	0	0	41	-36	-202	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	18	5,08	-0,88	-0,60	-16	-90	0	0	0	18	-16	-88	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	37	5,08	-0,88	-0,60	-32	-186	0	0	0	37	-32	-181	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	73	5,08	-0,88	-0,60	-65	-372	0	0	0	73	-65	-361	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	73	5,08	-0,88	-0,60	-65	-372	0	0	0	73	-65	-361	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	26	5,08	-0,88	-0,60	-23	-130	0	0	0	26	-23	-126	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	28	5,08	-0,88	-0,60	-25	-143	0	0	0	28	-25	-139	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	28	5,08	-0,88	-0,60	-25	-143	0	0	0	28	-25	-139	0
Q6 (vento)	0	0	464	5,08	-0,88	-0,60	-408	-2358	0	0	0	464	-408	-2288	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	2532	5,08	-0,88	-0,60	-2228	-12862	0	0	0	2532	-2228	-12482	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	1060	5,08	-0,88	-0,60	-933	-5384	0	0	0	1060	-933	-5225	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	3045	5,08	-0,88	-0,60	-2679	-15467	0	0	0	3045	-2679	-15011	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	183	0	5,08	-0,88	-0,60	110	0	928	0	183	0	110	0	900
Q8 Fa,Q (attrito)	0	91	0	5,08	-0,88	-0,60	55	0	464	0	91	0	55	0	450

Tabella 26 – Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	93

Tipo azione	Descrizione azione	V_{trasv}		N_{vert}	M_{long}		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	11390	0	1709	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	9464	0	1420	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	3500	0	525	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	1100	42	697	-78	2037
	Traffico 2	0	1000	38	634	-71	1852
	Traffico 3	0	1100	84	660	-155	2037
	Traffico 4	0	1000	76	600	-141	1852
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	1540	59	976	126	-3314
	Traffico 2	0	1540	59	976	126	-3314
	Traffico 3	0	1540	117	924	-217	2852
	Traffico 4	0	2450	187	1470	-346	4537
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	572	0	0	0	-1833	-504
	Traffico 2	430	0	0	0	-1376	-378
	Traffico 3	572	0	0	0	-1833	0
	Traffico 4	287	0	0	0	-918	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	-705	-194
	Traffico 2	210	0	0	0	-673	-185
	Traffico 3	220	0	0	0	-705	0
	Traffico 4	200	0	0	0	-641	0
Qk6 vento	Q6 (vento)	2148	0	1112	0	-4901	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	7183	6321	1078	0
	Traffico 2	0	0	7960	7005	-74	0
	Traffico 3	0	0	7183	0	-13877	0
	Traffico 4	0	0	8736	0	-16179	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	365	0	219	0	-55
Qk2q Attrito	Traffico 1	0	167	0	100	0	53
	Traffico 2	0	167	0	100	0	53
	Traffico 3	0	152	0	91	0	-794
	Traffico 4	0	152	0	91	0	-794

Tabella 27 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso pulvino)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA				PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	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	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00		
SLU	1	7	SLU7	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	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	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	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	0,00	1,35	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	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	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	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	0,00	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00
SLU	4	14	SLU14	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	
SLU	3	15	SLU15	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	4	16	SLU16	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	0,00	1,45	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00
SLU	5	17	SLU17	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	18	SLU18	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	19	SLU19	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	5	20	SLU20	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	21	SLU21	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	22	SLU22	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	23	SLU23	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	6	24	SLU24	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	25	SLU25	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	26	SLU26	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	27	SLU27	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	28	SLU28	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	29	SLU29	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	30	SLU30	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	7	31	SLU31	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	8	32	SLU32	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	33	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	10	34	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	9	35	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	10	36	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	-0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA</																																			

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	SLU8	48348	2286	-24562	5716	3430	8039
N _{vert} Min	SLU20	22686	-3222	11005	365	219	-55
V _{trasv} Max	SLU21	35966	3222	-2207	493	296	-74
V _{trasv} Min	SLU19	22686	-3222	11005	365	219	-55
M _{trasv} Max	SLU23	32629	-3222	12496	493	296	-74
M _{trasv} Min	SLU15	38213	2639	-26830	3215	1929	3406
V _{long} Max	SLU8	48348	2286	-24562	5716	3430	8039
V _{long} Min	SLU32	23353	-1933	8064	365	219	-55
M _{long} Max	SLU4	46981	2397	-777	4419	12932	-2525
M _{long} Min	SLU32	23353	-1933	8064	365	219	-55
M _{torc} Max	SLU8	48348	2286	-24562	5716	3430	8039
M _{torc} Min	SLU12	37038	2397	-2269	4419	12932	-2525

Tabella 29 – 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	RA8	33353	389	-14260	3983	2390	6388
N _{vert} Min	RA12	23242	-2148	8554	365	219	-55
V _{trasv} Max	RA9	25467	2148	-1248	365	219	-55
V _{trasv} Min	RA12	23242	-2148	8554	365	219	-55
M _{trasv} Max	RA12	23242	-2148	8554	365	219	-55
M _{trasv} Min	RA7	33301	487	-14474	3293	1976	5110
V _{long} Max	RA8	33353	389	-14260	3983	2390	6388
V _{long} Min	RA12	23242	-2148	8554	365	219	-55
M _{long} Max	RA4	32411	512	1997	3073	8933	-1914
M _{long} Min	RA12	23242	-2148	8554	365	219	-55
M _{torc} Max	RA8	33353	389	-14260	3983	2390	6388
M _{torc} Min	RA4	32411	512	1997	3073	8933	-1914
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	24354	0	3653	365	219	-55
N _{vert} Min	QP1	24354	0	3653	0	0	0
V _{trasv} Max	QP3	24354	0	3653	365	219	-55
V _{trasv} Min	QP1	24354	0	3653	0	0	0

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

M _{trav} Max	QP3	24354	0	3653	365	219	-55
M _{trav} Min	QP1	24354	0	3653	0	0	0
V _{long} Max	QP3	24354	0	3653	365	219	-55
V _{long} Min	QP1	24354	0	3653	0	0	0
M _{long} Max	QP3	24354	0	3653	365	219	-55
M _{long} Min	QP1	24354	0	3653	0	0	0
M _{torc} Max	QP1	24354	0	3653	0	0	0
M _{torc} Min	QP3	24354	0	3653	365	219	-55

Tabella 30 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato da 70m

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

10.2 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.

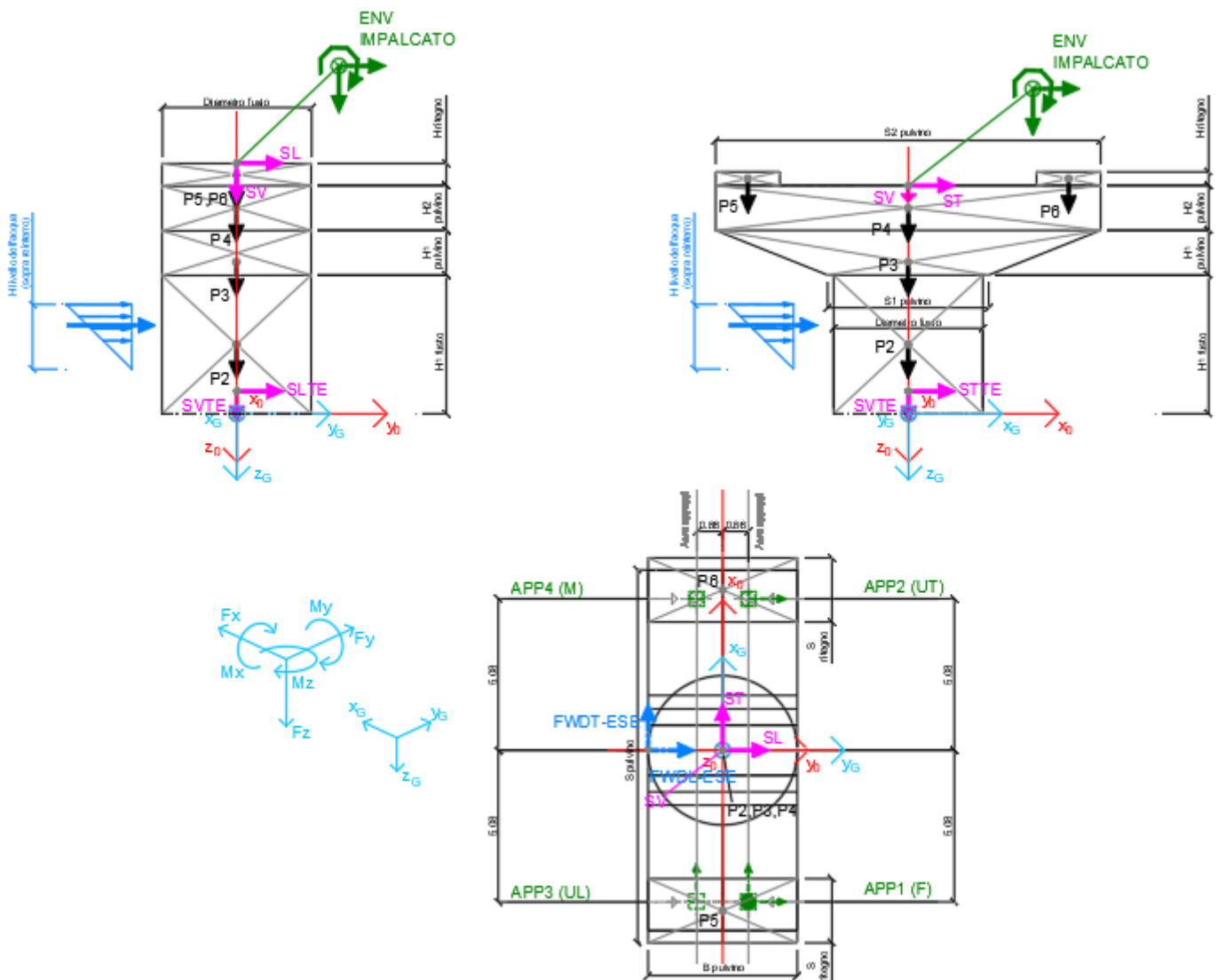


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	98

10.2.1 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 P56 H=12.5m				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO																		
CARATTERISTICHE PILA				DIREZIONE LONGITUDINALE						DIREZIONE TRASVERSALE						DIREZIONE VERTICALE						
H_{pila} (m)	12,50	Altezza pila		W_{fusto} (kN)	6330	Peso fusto pila		$W_{pulsino}$ (kN)	2827	Peso pulvino+ritegni		W_{pila} (kN)	9157	Peso pila								
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata ($E=Em$)																				
E_f (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata ($E=0.50 \cdot Em$)																				
k_{long} (N/m)	1,57E+09	Rigidità flessionale		k_{trasv} (N/m)	1,57E+09	Rigidità flessionale																
$k_{f, long}$ (N/m)	7,86E+08	Rigidità flessionale fessurata		$k_{f, trasv}$ (N/m)	7,86E+08	Rigidità flessionale fessurata																
(campata fissa: peso impalcato sismico + Traffico 2)				(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)						(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)												
$W_{imp, long}$ (kN)	24354	Peso impalcato		$W_{imp, trasv}$ (kN)	24354	Peso impalcato		$W_{imp, vert}$ (kN)	24354	Peso impalcato												
$W_{treno, long}$ (kN)	7960	Traffico 2		$W_{treno, trasv}$ (kN)	8736	Traffico 4		$W_{treno, vert}$ (kN)	8736	Traffico 4												
$W_{eff, long}$ (kN)	31938	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico		$W_{eff, trasv}$ (kN)	32094	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico		$W_{eff, vert}$ (kN)	32094	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico												
m_{long} (kg)	3255690	Massa efficace		m_{trasv} (kg)	3271519	Massa efficace		m_{vert} (kg)	3271519	Massa efficace												
$T_{1, long}$ (s)	0,286	Periodo di vibrazione		$T_{1, trasv}$ (s)	0,287	Periodo di vibrazione		$T_{1, vert}$ (s)	MAX	Periodo di vibrazione												
$T_{1f, long}$ (s)	0,404	Periodo di vibrazione fessurata		$T_{1f, trasv}$ (s)	0,405	Periodo di vibrazione fessurata		$T_{1f, vert}$ (s)	MAX	Periodo di vibrazione fessurata												
T_B (s)	0,187			q (-)	1,50			a_g (g)	0,102	PGA verticale												
T_C (s)	0,561									S	1,000											
a_g (g)	0,178	PGA orizzontale								F_v	1,460											
S	1,426									q (-)	1,00											
F_0	2,561																					
q (-)	1,50																					
GERARCHIA RESISTENZE (§7.9.5)				SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO																		
Longitudinale		Trasversale								$S_{d, long} (T_{1f, long})$ (g) 0,4334												
H (m)	5,00	5,00	Dimensione sezione nel piano di inflessione cerniera plastica								$S_{d, long} (T_{1, long})$ (g) 0,4334											
L (m)	12,50	12,50	Distanza cerniera plastica da sezione momento nullo								Longitudinale $S_{d, long}$ (g) 0,4334											
α	2,500	2,500									$S_{d, trasv} (T_{1f, trasv})$ (g) 0,4334											
λ	0,913	0,913									$S_{d, trasv} (T_{1, trasv})$ (g) 0,4334											
ν_k	0,229	0,230	< 0.60								Trasversale $S_{d, trasv}$ (g) 0,4334											
N_{Ed} (kN)	41095	41251	Azione verticale sollecitante sismica								$S_{d, vert} (T_{1f, vert})$ (g) 0,1489											
A_c (mq)	5,40	5,40	Area sezione cerniera plastica								$S_{d, vert} (T_{1, vert})$ (g) 0,1489											
f_{ck} (MPa)	33,20	33,20	Resistenza caratteristica calcestruzzo								Verticale $S_{d, vert}$ (g) 0,1489											
q_0	3,20	3,20	q_0 (da Tabella 7.9.I)																			
q	1,50	1,50	Fattore di struttura di progetto																			
	1,38	1,38	γ_{Rd} (max da §7.9.5.1)																			
γ_{Rd}	1,10	1,10	Coeff. sovrarresistenza di progetto																			
				(per calcolo involucri azioni SLV GR)																		
NOME: ELEVAZIONE PILA P56 H=12.5m				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA																		
				F_{x0} (kN)	F_{y0} (kN)	F_{z0} (kN)	x_0 (m)	y_0 (m)	z_0 (m)	M_{x0} (kNm)	M_{y0} (kNm)	M_{z0} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)				
Sisma masse efficaci	SL	0	13841	0	0,00	0,00	-15,90	220073	0	0	0	0	0	13841	0	220073	0	0				
	ST	13908	0	0	0,00	0,00	-15,90	0	-221143	0	0	0	13908	0	0	0	-221143	0				
SV	0	0	4779	0,00	0,00	-15,90	0	0	0	0	0	0	0	0	4779	0	0	0				

Tabella 31 – 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**

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	99

NOME: ELEVAZIONE PILA P56 H=12.5m				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H1 fusto (m)	9,40	S2 pulvino (m)	12,90	H ritegno (m)	0,46	H piano appoggi (m)	0,00	XG elevazione	0,00							
Diametro fusto (m)	5,00	H1 pulvino (m)	1,50	S ritegno (m)	2,15	B piano appoggi (m)	0,00	YG elevazione	0,00							
S1 pulvino (m)	5,40	H2 pulvino (m)	1,60					ZG elevazione	0,00							
NOME: ELEVAZIONE PILA P56 H=12.5m				CALCOLO AZIONI CORPO PILA												
	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
Peso proprio	P2	0	0	4614	0,00	0,00	-4,70	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P3	0	0	1716	0,00	0,00	-10,35	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P4	0	0	2580	0,00	0,00	-11,70	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P5	0	0	124	5,38	0,00	-12,73	0	-664	0	0	0	0	0	0	
	P6	0	0	124	-5,38	0,00	-12,73	0	664	0	0	0	0	0	0	
	P7	0	0	0	0,00	0,00	-12,50	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	9157				0	0	0	0	9157	0	0	0	
Spinta idraulica long (45°)	FWDL ESE	0	64	0	0,00	0,00	-7,50	477	0	0	0	0	0	0	0	
	FWDT ESE	64	0	0	0,00	0,00	-7,50	0	-477	0	0	0	0	0	0	
Spinta idraulica trasv (90°)	FWDL ESE	0	0	0	0,00	0,00	-7,50	0	0	0	64	64	0	477	-477	
	FWDT ESE	90	0	0	0,00	0,00	-7,50	0	-675	0	0	0	0	0	0	
		90	0	0				0	-675	0	90	0	0	0	-675	
NOME: ELEVAZIONE PILA P56 H=12.5m				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	2286	5716	48348	0,00	0,00	-12,50	3430	-24562	8039	2286	5716	48348	74879	-53134	
	Nvert Min	-3222	365	22686	0,00	0,00	-12,50	219	11005	-55	-3222	365	22686	4786	51276	
	Vtrasv Max	3222	493	35966	0,00	0,00	-12,50	296	-2207	-74	3222	493	35966	6461	-42478	
	Vtrasv Min	-3222	365	22686	0,00	0,00	-12,50	219	11005	-55	-3222	365	22686	4786	51276	
	Mtrasv Max	-3222	493	32629	0,00	0,00	-12,50	296	12496	-74	-3222	493	32629	6461	52767	
	Mtrasv Min	2639	3215	38213	0,00	0,00	-12,50	1929	-26830	3406	2639	3215	38213	42112	-59813	
	Vlong Max	2286	5716	48348	0,00	0,00	-12,50	3430	-24562	8039	2286	5716	48348	74879	-53134	
	Vlong Min	-1933	365	23353	0,00	0,00	-12,50	219	8064	-55	-1933	365	23353	4786	32227	
	Mlong Max	2397	4419	46981	0,00	0,00	-12,50	12932	-777	-2525	2397	4419	46981	68166	-30735	
	Mlong Min	-1933	365	23353	0,00	0,00	-12,50	219	8064	-55	-1933	365	23353	4786	32227	
	Mtorc Max	2286	5716	48348	0,00	0,00	-12,50	3430	-24562	8039	2286	5716	48348	74879	-53134	
	Mtorc Min	2397	4419	37038	0,00	0,00	-12,50	12932	-2269	-2525	2397	4419	37038	68166	-32227	
ENV SLE RA	Nvert Max	389	3983	33353	0,00	0,00	-12,50	2390	-14260	6388	389	3983	33353	52172	-19126	
	Nvert Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-12,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	4786	35402	
	Vtrasv Max	2148	365	25467	0,00	0,00	-12,50	219	-1248	-55	2148	365	25467	4786	-28095	
	Vtrasv Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-12,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	4786	35402	
	Mtrasv Max	-2148	365	23242	0,00	0,00	-12,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	4786	35402	
	Mtrasv Min	487	3293	33301	0,00	0,00	-12,50	1976	-14474	5110	487	3293	33301	43133	-20556	
	Vlong Max	389	3983	33353	0,00	0,00	-12,50	2390	-14260	6388	389	3983	33353	52172	-19126	
	Vlong Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-12,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	4786	35402	
	Mlong Max	512	3073	32411	0,00	0,00	-12,50	8933	1997	-1914	512	3073	32411	47341	-4398	
	Mlong Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-12,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	4786	35402	
	Mtorc Max	389	3983	33353	0,00	0,00	-12,50	2390	-14260	6388	389	3983	33353	52172	-19126	
	Mtorc Min	512	3073	32411	0,00	0,00	-12,50	8933	1997	-1914	512	3073	32411	47341	-4398	
ENV SLE QP	Nvert Max	0	365	24354	0,00	0,00	-12,50	219	3653	-55	0	365	24354	4786	3653	
	Nvert Min	0	0	24354	0,00	0,00	-12,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	
	Vtrasv Max	0	365	24354	0,00	0,00	-12,50	219	3653	-55	0	365	24354	4786	3653	
	Vtrasv Min	0	0	24354	0,00	0,00	-12,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	
	Mtrasv Max	0	365	24354	0,00	0,00	-12,50	219	3653	-55	0	365	24354	4786	3653	
	Mtrasv Min	0	0	24354	0,00	0,00	-12,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	
	Vlong Max	0	365	24354	0,00	0,00	-12,50	219	3653	-55	0	365	24354	4786	3653	
	Vlong Min	0	0	24354	0,00	0,00	-12,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	
	Mlong Max	0	365	24354	0,00	0,00	-12,50	219	3653	-55	0	365	24354	4786	3653	
	Mlong Min	0	0	24354	0,00	0,00	-12,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	
	Mtorc Max	0	0	24354	0,00	0,00	-12,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	
	Mtorc Min	0	365	24354	0,00	0,00	-12,50	219	3653	-55	0	365	24354	4786	3653	

Tabella 32 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	100

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}	
		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]						
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	9157	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	2286	5716	48348	74879	-53134	8039						
	Nvert Min	-3222	365	22686	4786	51276	-55						
	Vtrasv Max	3222	493	35966	6461	-42478	-74						
	Vtrasv Min	-3222	365	22686	4786	51276	-55						
	Mtrasv Max	-3222	493	32629	6461	52767	-74						
	Mtrasv Min	2639	3215	38213	42112	-59813	3406						
	Vlong Max	2286	5716	48348	74879	-53134	8039						
	Vlong Min	-1933	365	23353	4786	32227	-55						
	Mlong Max	2397	4419	46981	68166	-30735	-2525						
	Mlong Min	-1933	365	23353	4786	32227	-55						
	Mtorc Max	2286	5716	48348	74879	-53134	8039						
	Mtorc Min	2397	4419	37038	68166	-32227	-2525						
SLE RA Impalcato	Nvert Max	389	3983	33353	52172	-19126	6388						
	Nvert Min	-2148	365	23242	4786	35402	-55						
	Vtrasv Max	2148	365	25467	4786	-28095	-55						
	Vtrasv Min	-2148	365	23242	4786	35402	-55						
	Mtrasv Max	-2148	365	23242	4786	35402	-55						
	Mtrasv Min	487	3293	33301	43133	-20556	5110						
	Vlong Max	389	3983	33353	52172	-19126	6388						
	Vlong Min	-2148	365	23242	4786	35402	-55						
	Mlong Max	512	3073	32411	47341	-4398	-1914						
	Mlong Min	-2148	365	23242	4786	35402	-55						
	Mtorc Max	389	3983	33353	52172	-19126	6388						
	Mtorc Min	512	3073	32411	47341	-4398	-1914						
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	365	24354	4786	3653	-55						
	Nvert Min	0	0	24354	0	3653	0						
	Vtrasv Max	0	365	24354	4786	3653	-55						
	Vtrasv Min	0	0	24354	0	3653	0						
	Mtrasv Max	0	365	24354	4786	3653	-55						
	Mtrasv Min	0	0	24354	0	3653	0						
	Vlong Max	0	365	24354	4786	3653	-55						
	Vlong Min	0	0	24354	0	3653	0						
	Mlong Max	0	365	24354	4786	3653	-55						
	Mlong Min	0	0	24354	0	3653	0						
	Mtorc Max	0	0	24354	0	3653	0						

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	SLU7	60710	2381	-53850	5811	75594	8039
N _{vert} Min	SLU40	31843	-3087	50263	365	4786	-55
V _{trasv} Max	SLU15	48328	3357	-43491	493	6461	-74
V _{trasv} Min	SLU2	35048	-3126	50560	461	5501	-55
M _{trasv} Max	SLU5	44991	-3126	52052	589	7176	-74
M _{trasv} Min	SLU18	50576	2774	-60825	3215	42112	3406
V _{long} Max	SLU7	60710	2381	-53850	5811	75594	8039
V _{long} Min	SLU44	32510	-1798	31214	365	4786	-55
M _{long} Max	SLU7	60710	2381	-53850	5811	75594	8039
M _{long} Min	SLU44	32510	-1798	31214	365	4786	-55
M _{torc} Max	SLU7	60710	2381	-53850	5811	75594	8039
M _{torc} Min	SLU48	46195	2532	-33239	4419	68166	-2525
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	38291	4173	-62690	4518	70808	-55
N _{vert} Min	SLV6	28732	4173	-62690	4518	70808	-55
V _{trasv} Max	SLV3	34945	13908	-217490	4518	70808	-55
V _{trasv} Min	SLV6	28732	4173	-62690	4518	70808	-55
M _{trasv} Max	SLV1	34945	4173	-62690	14206	224859	-55
M _{trasv} Min	SLV3	34945	13908	-217490	4518	70808	-55
V _{long} Max	SLV1	34945	4173	-62690	14206	224859	-55
V _{long} Min	SLV5	38291	4173	-62690	4518	70808	-55
M _{long} Max	SLV1	34945	4173	-62690	14206	224859	-55
M _{long} Min	SLV5	38291	4173	-62690	4518	70808	-55
M _{torc} Max	SLV5	38291	4173	-62690	4518	70808	-55
M _{torc} Min	SLV6	28732	4173	-62690	4518	70808	-55

Tabella 35 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	42510	453	-19603	4046	52649	6388
N _{vert} Min	RA22	32399	-2058	34727	365	4786	-55
V _{trasv} Max	RA15	34624	2238	-28770	365	4786	-55
V _{trasv} Min	RA2	32399	-2084	34925	429	5263	-55
M _{trasv} Max	RA2	32399	-2084	34925	429	5263	-55
M _{trasv} Min	RA15	34624	2238	-28770	365	4786	-55
V _{long} Max	RA1	42510	453	-19603	4046	52649	6388
V _{long} Min	RA16	32399	-2058	34727	365	4786	-55
M _{long} Max	RA1	42510	453	-19603	4046	52649	6388
M _{long} Min	RA16	32399	-2058	34727	365	4786	-55
M _{torc} Max	RA1	42510	453	-19603	4046	52649	6388
M _{torc} Min	RA24	41568	602	-5073	3073	47341	-1914
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	33511	64	3176	429	5263	-55
N _{vert} Min	QP24	33511	90	2978	365	4786	-55
V _{trasv} Max	QP24	33511	90	2978	365	4786	-55
V _{trasv} Min	QP2	33511	64	3176	64	477	0
M _{trasv} Max	QP1	33511	64	3176	429	5263	-55
M _{trasv} Min	QP14	33511	90	2978	0	0	0
V _{long} Max	QP1	33511	64	3176	429	5263	-55
V _{long} Min	QP14	33511	90	2978	0	0	0
M _{long} Max	QP1	33511	64	3176	429	5263	-55
M _{long} Min	QP14	33511	90	2978	0	0	0
M _{torc} Max	QP2	33511	64	3176	64	477	0
M _{torc} Min	QP24	33511	90	2978	365	4786	-55

Tabella 36 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

10.3 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

In analogia con quanto svolto per le elevazioni, sempre mediante foglio di calcolo si sono valutate le azioni risultanti rispetto al punto G posto al centro palificata a quota testa pali.

Il calcolo è stato suddiviso per le azioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV EL, queste ultime adottando uno spettro di progetto elastico con $q=1.00$ per tutte le direzioni, e sismiche SLV GR, adottando uno spettro di progetto con $q>1.00$, secondo le valutazioni sulle sezioni strutturali come descritto nell'analisi dei carichi per le azioni sismiche e nell'analisi delle elevazioni.

Le SLV EL, rappresentando il limite superiore delle azioni sismiche che le sovrastrutture possono trasmettere alle fondazioni secondo le norme tecniche, sono valutate nell'ipotesi di spettri elastici $q=1.00$.

Vengono forniti gli scarichi sul plinto di fondazione rispetto a un sistema di riferimento relativo (x',y',z) ruotato di $\theta=50.27^\circ$ rispetto al sistema di riferimento globale (x,y,z).

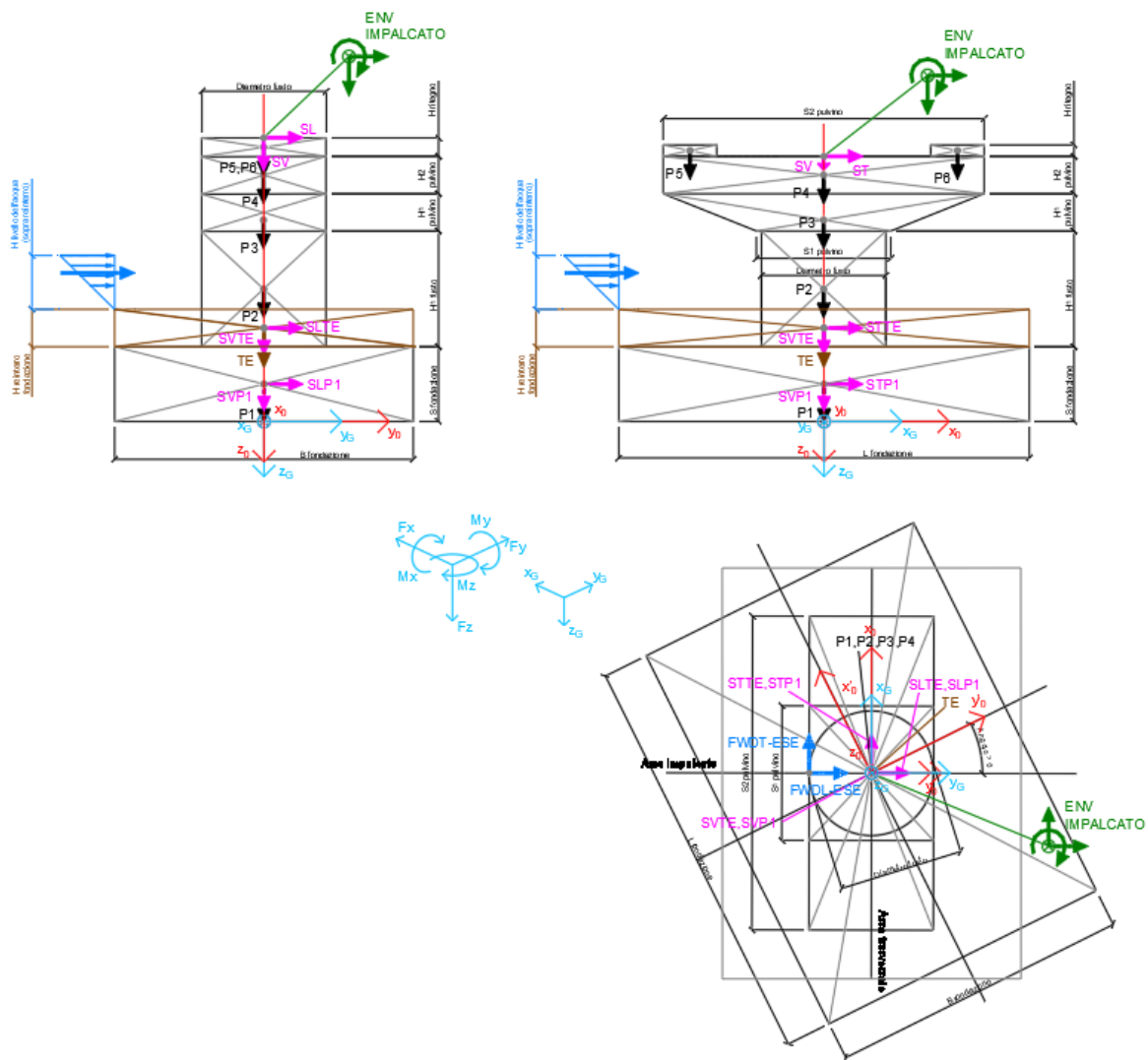


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	105

10.3.1 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 inviluppi 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 P56 H=12.5m			CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO													
CARATTERISTICHE PILA																
H _{pila} (m)	12,50	Altezza pila	W _{fusto} (kN)	6330	Peso fusto pila											
E (MPa)	33346	Modulo di elasticità sezione non fessurata (E=Em)	W _{pulvino} (kN)	2827	Peso pulvino+ritegni											
E _r (MPa)	16673	Modulo di elasticità sez. fessurata (E=0.50*Em)	W _{pila} (kN)	9157	Peso pila											
DIREZIONE LONGITUDINALE				DIREZIONE TRASVERSALE				DIREZIONE VERTICALE								
l _{long} (m ⁴)	30,70		l _{trasv} (m ⁴)	30,70												
k _{long} (N/m)	1,57E+09	Rigidezza flessionale	k _{trasv} (N/m)	1,57E+09												
k _{f, long} (N/m)	7,86E+08	Rigidezza flessionale fessurata	k _{f, trasv} (N/m)	7,86E+08	(campata fissa + mobile: peso impalcato + Traffico 4)											
(campata fissa: peso impalcato sismico + Traffico 2)																
W _{imp, long} (kN)	24354	Peso impalcato	W _{imp, trasv} (kN)	24354	W _{imp, vert} (kN) 24354											
W _{treno, long} (kN)	7960	Traffico 2	W _{treno, trasv} (kN)	8736	Traffico 4											
W _{eff, long} (kN)	31938	Peso eff. pila + peso impalcato + 20% Traffico	W _{eff, trasv} (kN)	32094	W _{eff, vert} (kN) 32094											
m _{long} (kg)	3255690	Massa efficace	m _{trasv} (kg)	3271519	m _{vert} (kg) 3271519											
T _{1, long} (s)	0,286	Periodo di vibrazione	T _{1, trasv} (s)	0,287	T _{1, vert} (s) MAX											
T _{1f, long} (s)	0,404	Periodo di vibrazione fessurata	T _{1f, trasv} (s)	0,405	T _{1f, vert} (s) MAX											
T _B (s)	0,187		q (-)	1,00	a _g (g) 0,102 PGA verticale											
T _C (s)	0,561				S 1,000											
a _g (g)	0,178	PGA orizzontale			F _v 1,460											
S	1,426				q (-) 1,00											
F ₀	2,561															
q (-)	1,00															
SPETTRI RISPOSTA DI PROGETTO																
S _{d, long} (T _{1f, long}) (g) 0,6501			S _{d, trasv} (T _{1f, trasv}) (g) 0,6501				S _{d, vert} (T _{1f, vert}) (g) 0,1489									
S _{d, long} (T _{1, long}) (g) 0,6501			S _{d, trasv} (T _{1, trasv}) (g) 0,6501				S _{d, vert} (T _{1, vert}) (g) 0,1489									
Longitudinale S _{d, long} (g) 0,6501			Trasversale S _{d, trasv} (g) 0,6501				Verticale S _{d, vert} (g) 0,1489									
NOME: FONDAZIONE PILA P56 H=12.5m			CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA													
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Sisma masse efficaci	SL	0	20762	0	0,00	0,00	-15,50	321805	0	0	0	20762	0	321805	0	0
	ST	20863	0	0	0,00	0,00	-15,50	0	-323370	0	20863	0	0	0	-323370	0
	SV	0	0	4779	0,00	0,00	-15,50	0	0	0	0	0	4779	0	0	0
		0	0	4779				0	0	0	0	0	0	4779	0	0
Sisma long	SLP1	0	9653	0	0,00	0,00	-1,50	14480	0	0	0	17376	0	49232	0	0
	SLTE	0	7723	0	0,00	0,00	-4,50	34752	0	0	0	17376	0	49232	0	0
		0	17376	0				49232	0	0	0	17376	0	49232	0	0
Sisma trasv	STP1	9653	0	0	0,00	0,00	-1,50	0	-14480	0	0	0	0	0	-49232	0
	STTE	7723	0	0	0,00	0,00	-4,50	0	-34752	0	0	0	0	0	-49232	0
		17376	0	0				0	-49232	0	17376	0	0	0	-49232	0
Sisma vert	SVP1	0	0	2211	0,00	0,00	-1,50	0	0	0	0	0	3981	0	0	0
	SVTE	0	0	1769	0,00	0,00	-4,50	0	0	0	0	0	3981	0	0	0
		0	0	3981				0	0	0	0	0	3981	0	0	0

Tabella 37 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: FONDAZIONE PILA P56 H=12.5m		PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE														
S fondazione (m)	3,00	Diametro fusto (m)	5,00	H2 pulvino (m)	1,60	H piano appoggi (m)	0,00	X _G fondazione	0,00							
L fondazione (m)	16,50	S1 pulvino (m)	5,40	H ritegno (m)	0,46	B piano appoggi (m)	0,00	Y _G fondazione	0,00							
B fondazione (m)	12,00	S2 pulvino (m)	12,90	S ritegno (m)	2,15	Peso terreno (kN/m ³)	20,00	Z _G fondazione	0,00							
H1 fusto (m)	9,40	H1 pulvino (m)	1,50			H reinterro fondazione (m)	3,00									
NOME: FONDAZIONE PILA P56 H=12.5m		CALCOLO AZIONI CORPO PILA														
		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
Peso proprio	P1	0	0	14850	0,00	0,00	-1,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P2	0	0	4614	0,00	0,00	-7,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	1716	0,00	0,00	-13,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	2580	0,00	0,00	-14,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5	0	0	124	5,38	0,00	-15,73	0	-664	0	0	0	0	0	0	0
	P6	0	0	124	-5,38	0,00	-15,73	0	664	0	0	0	0	0	0	0
	P7	0	0	0	0,00	0,00	-15,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	24007				0	0	0	0	0	24007	0	0	0
Peso terreno	TE	0	0	11880	0,00	0,00	-4,50	0	0	0	0	0	11880	0	0	0
		0	0	11880				0	0	0	0	0	11880	0	0	0
Spinta idraulica long (45°)	FWDL ESE	0	64	0	0,00	0,00	-10,50	668	0	0	0	0	0	0	0	0
	FWDT ESE	64	0	0	0,00	0,00	-10,50	0	-668	0	0	0	0	0	0	0
		64	64	0				668	-668	0	64	64	0	668	-668	0
Spinta idraulica trasv (90°)	FWDL ESE	0	0	0	0,00	0,00	-10,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FWDT ESE	90	0	0	0,00	0,00	-10,50	0	-945	0	0	0	0	0	0	0
		90	0	0				0	-945	0	90	0	0	0	0	-945
NOME: FONDAZIONE PILA P56 H=12.5m		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	2286	5716	48348	0,00	0,00	-15,50	3430	-24562	8039	2286	5716	48348	92027	-59992	8039
	Nvert Min	-3222	365	22686	0,00	0,00	-15,50	219	11005	-55	-3222	365	22686	5882	60941	-55
	Vtrasv Max	3222	493	35966	0,00	0,00	-15,50	296	-2207	-74	3222	493	35966	7940	-52143	-74
	Vtrasv Min	-3222	365	22686	0,00	0,00	-15,50	219	11005	-55	-3222	365	22686	5882	60941	-55
	Mtrasv Max	-3222	493	32629	0,00	0,00	-15,50	296	12496	-74	-3222	493	32629	7940	62433	-74
	Mtrasv Min	2639	3215	38213	0,00	0,00	-15,50	1929	-26830	3406	2639	3215	38213	51757	-67729	3406
	Vlong Max	2286	5716	48348	0,00	0,00	-15,50	3430	-24562	8039	2286	5716	48348	92027	-59992	8039
	Vlong Min	-1933	365	23353	0,00	0,00	-15,50	219	8064	-55	-1933	365	23353	5882	38026	-55
	Mlong Max	2397	4419	46981	0,00	0,00	-15,50	12932	-777	-2525	2397	4419	46981	81422	-37925	-2525
	Mlong Min	-1933	365	23353	0,00	0,00	-15,50	219	8064	-55	-1933	365	23353	5882	38026	-55
	Mtorc Max	2286	5716	48348	0,00	0,00	-15,50	3430	-24562	8039	2286	5716	48348	92027	-59992	8039
	Mtorc Min	2397	4419	37038	0,00	0,00	-15,50	12932	-2269	-2525	2397	4419	37038	81422	-39417	-2525
ENV SLE RA	Nvert Max	389	3983	33353	0,00	0,00	-15,50	2390	-14260	6388	389	3983	33353	64120	-20293	6388
	Nvert Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-15,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	5882	41845	-55
	Vtrasv Max	2148	365	25467	0,00	0,00	-15,50	219	-1248	-55	2148	365	25467	5882	-34539	-55
	Vtrasv Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-15,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	5882	41845	-55
	Mtrasv Max	-2148	365	23242	0,00	0,00	-15,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	5882	41845	-55
	Mtrasv Min	487	3293	33301	0,00	0,00	-15,50	1976	-14474	5110	487	3293	33301	53011	-22016	5110
	Vlong Max	389	3983	33353	0,00	0,00	-15,50	2390	-14260	6388	389	3983	33353	64120	-20293	6388
	Vlong Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-15,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	5882	41845	-55
	Mlong Max	512	3073	32411	0,00	0,00	-15,50	8933	1997	-1914	512	3073	32411	56559	-5933	-1914
	Mlong Min	-2148	365	23242	0,00	0,00	-15,50	219	8554	-55	-2148	365	23242	5882	41845	-55
	Mtorc Max	389	3983	33353	0,00	0,00	-15,50	2390	-14260	6388	389	3983	33353	64120	-20293	6388
	Mtorc Min	512	3073	32411	0,00	0,00	-15,50	8933	1997	-1914	512	3073	32411	56559	-5933	-1914
ENV SLE QP	Nvert Max	0	365	24354	0,00	0,00	-15,50	219	3653	-55	0	365	24354	5882	3653	-55
	Nvert Min	0	0	24354	0,00	0,00	-15,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	0
	Vtrasv Max	0	365	24354	0,00	0,00	-15,50	219	3653	-55	0	365	24354	5882	3653	-55
	Vtrasv Min	0	0	24354	0,00	0,00	-15,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	0
	Mtrasv Max	0	365	24354	0,00	0,00	-15,50	219	3653	-55	0	365	24354	5882	3653	-55
	Mtrasv Min	0	0	24354	0,00	0,00	-15,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	0
	Vlong Max	0	365	24354	0,00	0,00	-15,50	219	3653	-55	0	365	24354	5882	3653	-55
	Vlong Min	0	0	24354	0,00	0,00	-15,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	0
	Mlong Max	0	365	24354	0,00	0,00	-15,50	219	3653	-55	0	365	24354	5882	3653	-55
	Mlong Min	0	0	24354	0,00	0,00	-15,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	0
	Mtorc Max	0	0	24354	0,00	0,00	-15,50	0	3653	0	0	0	24354	0	3653	0
	Mtorc Min	0	365	24354	0,00	0,00	-15,50	219	3653	-55	0	365	24354	5882	3653	-55

Tabella 38 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

Tipo azione	Descrizione azione	V_{trasv}		V_{long}		N_{vert}		M_{long}		M_{trasv}		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]	
Gk1 Perm. Str.	0	0	24007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	0	0	11880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SLU Impalcato	2286	5716	48348	92027	-59992	8039	2286						
	-3222	365	22686	5882	60941	-55	-3222						
	3222	493	35966	7940	-52143	-74	3222						
	-3222	365	22686	5882	60941	-55	-3222						
	-3222	493	32629	7940	62433	-74	-3222						
	2639	3215	38213	51757	-67729	3406	2639						
	2286	5716	48348	92027	-59992	8039	2286						
	-1933	365	23353	5882	38026	-55	-1933						
	2397	4419	46981	81422	-37925	-2525	2397						
	-1933	365	23353	5882	38026	-55	-1933						
	2286	5716	48348	92027	-59992	8039	2286						
	2397	4419	37038	81422	-39417	-2525	2397						
SLE RA Impalcato	389	3983	33353	64120	-20293	6388	389						
	-2148	365	23242	5882	41845	-55	-2148						
	2148	365	25467	5882	-34539	-55	2148						
	-2148	365	23242	5882	41845	-55	-2148						
	-2148	365	23242	5882	41845	-55	-2148						
	487	3293	33301	53011	-22016	5110	487						
	389	3983	33353	64120	-20293	6388	389						
	-2148	365	23242	5882	41845	-55	-2148						
	512	3073	32411	56559	-5933	-1914	512						
	-2148	365	23242	5882	41845	-55	-2148						
	389	3983	33353	64120	-20293	6388	389						
	512	3073	32411	56559	-5933	-1914	512						
SLE QP Impalcato	0	365	24354	5882	3653	-55	0						
	0	0	24354	0	3653	0	0						
	0	365	24354	5882	3653	-55	0						
	0	0	24354	0	3653	0	0						
	0	365	24354	5882	3653	-55	0						
	0	0	24354	0	3653	0	0						
	0	365	24354	5882	3653	-55	0						
	0	0	24354	0	3653	0	0						
	0	365	24354	5882	3653	-55	0						
	0	0	24354	0	3653	0	0						
	0	0	24354	0	3653	0	0						
	0	365	24354	5882	3653	-55	0						

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	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	SLU7	98577	-2947	-110530	5546	12553	8039
N _{vert} Min	SLU40	58573	-2254	33522	-2140	49537	-55
V _{trasv} Max	SLU15	86196	1766	-40341	2897	-36117	-74
V _{trasv} Min	SLU2	72915	-2353	33018	-2110	50497	-55
M _{trasv} Max	SLU5	82859	-2451	32388	-2028	52960	-74
M _{trasv} Min	SLU18	88443	-700	-84000	4188	-20097	3406
V _{long} Max	SLU7	98577	-2947	-110530	5546	12553	8039
V _{long} Min	SLU44	59240	-1430	18876	-1149	31914	-55
M _{long} Max	SLU7	98577	-2947	-110530	5546	12553	8039
M _{long} Min	SLU44	59240	-1430	18876	-1149	31914	-55
M _{torc} Max	SLU7	98577	-2947	-110530	5546	12553	8039
M _{torc} Min	SLU48	72925	-1780	-88719	4771	20638	-2525
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	69001	-1748	-159241	16369	-8251	-55
N _{vert} Min	SLV6	51481	-1748	-159241	16369	-8251	-55
V _{trasv} Max	SLV3	62869	15361	-325950	36954	-208839	-55
V _{trasv} Min	SLV6	51481	-1748	-159241	16369	-8251	-55
M _{trasv} Max	SLV1	62869	-22279	-358987	33432	157758	-55
M _{trasv} Min	SLV3	62869	15361	-325950	36954	-208839	-55
V _{long} Max	SLV1	62869	-22279	-358987	33432	157758	-55
V _{long} Min	SLV5	69001	-1748	-159241	16369	-8251	-55
M _{long} Max	SLV1	62869	-22279	-358987	33432	157758	-55
M _{long} Min	SLV5	69001	-1748	-159241	16369	-8251	-55
M _{torc} Max	SLV5	69001	-1748	-159241	16369	-8251	-55
M _{torc} Min	SLV6	51481	-1748	-159241	16369	-8251	-55

Tabella 41 – ENV SLU, SLV EL - Azioni totali inviluppo

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	69240	-2822	-63224	2935	25290	6388
N _{vert} Min	RA10	59129	-1596	21619	-1349	35214	-55
V _{trasv} Max	RA3	61354	1149	-27204	1955	-23530	-55
V _{trasv} Min	RA2	59129	-1662	21282	-1329	35854	-55
M _{trasv} Max	RA2	59129	-1662	21282	-1329	35854	-55
M _{trasv} Min	RA3	61354	1149	-27204	1955	-23530	-55
V _{long} Max	RA1	69240	-2822	-63224	2935	25290	6388
V _{long} Min	RA4	59129	-1596	21619	-1349	35214	-55
M _{long} Max	RA1	69240	-2822	-63224	2935	25290	6388
M _{long} Min	RA4	59129	-1596	21619	-1349	35214	-55
M _{torc} Max	RA1	69240	-2822	-63224	2935	25290	6388
M _{torc} Min	RA12	68298	-1979	-47894	2427	30861	-1914
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	60241	-289	-3129	323	6482	-55
N _{vert} Min	QP12	60241	-223	-2792	303	5842	-55
V _{trasv} Max	QP12	60241	-223	-2792	303	5842	-55
V _{trasv} Min	QP2	60241	-8	1395	90	2723	0
M _{trasv} Max	QP1	60241	-289	-3129	323	6482	-55
M _{trasv} Min	QP2	60241	58	1731	69	2083	0
V _{long} Max	QP1	60241	-289	-3129	323	6482	-55
V _{long} Min	QP2	60241	58	1731	69	2083	0
M _{long} Max	QP1	60241	-289	-3129	323	6482	-55
M _{long} Min	QP2	60241	58	1731	69	2083	0
M _{torc} Max	QP2	60241	-8	1395	90	2723	0
M _{torc} Min	QP12	60241	-223	-2792	303	5842	-55

Tabella 42 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

10.3.2 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.

Vengono forniti gli scarichi sul plinto di fondazione rispetto a un sistema di riferimento relativo (x',y',z) ruotato di $\theta=50.27^\circ$ rispetto al sistema di riferimento globale (x,y,z).

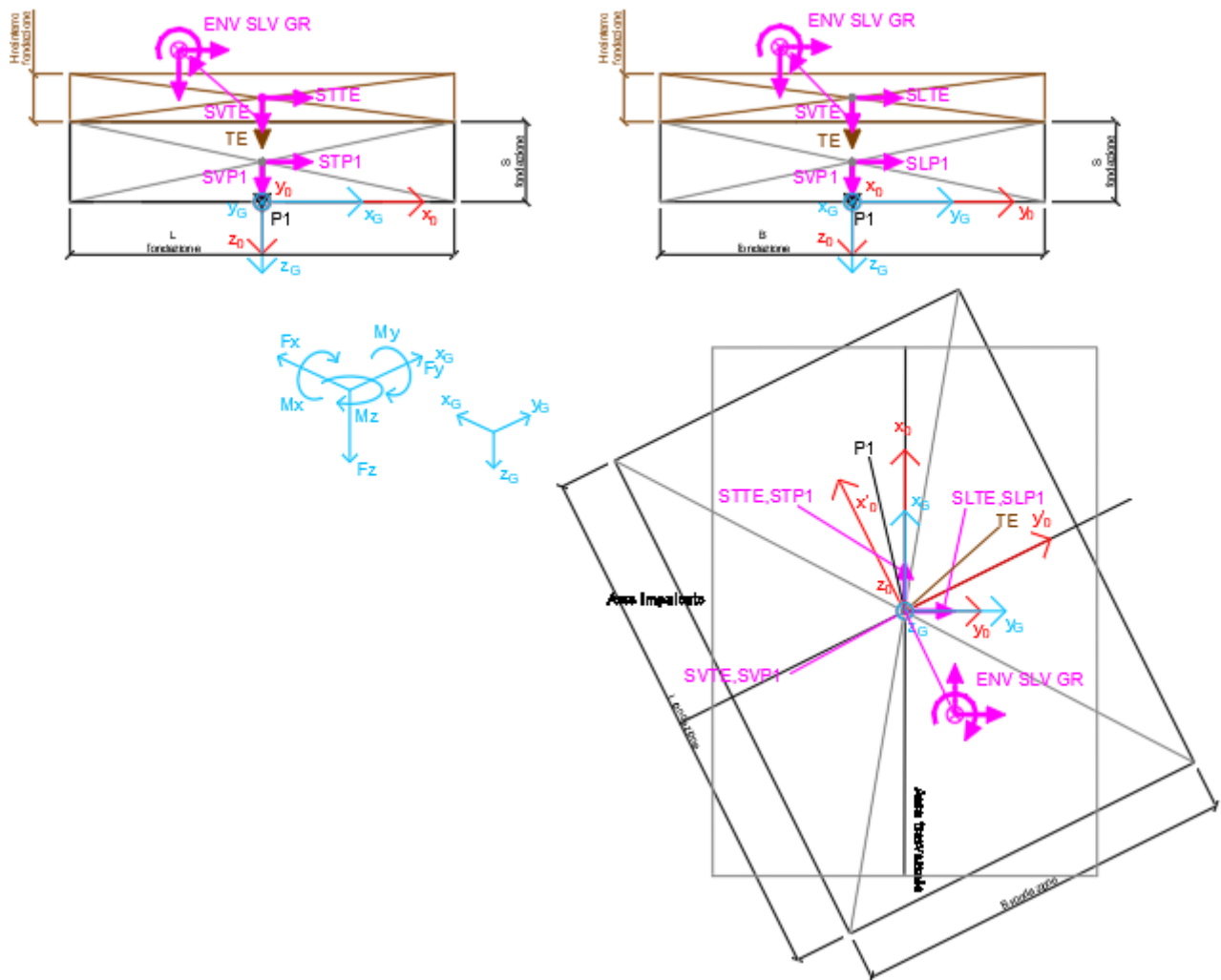


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

PILA P56 H=12.5m		PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE					
γ_{Rd} longitudinale	1,10	Peso terreno (kN/m ³)		20,00	X_G fondazione		0,00
γ_{Rd} trasversale	1,10	H reinterro fondazione (m)		3,00	Y_G fondazione		0,00
					Z_G fondazione		0,00

PILA P56 H=12.5m		CALCOLO AZIONI CORPO PILA													
F_{yO} (kN)	F_{zO} (kN)	x_O (m)	y_O (m)	z_O (m)	M_{xO} (kNm)	M_{yO} (kNm)	M_{zO} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)		
0	14850	0,00	0,00	-1,50	0	0	0								
0	14850				0	0	0	0	0	14850	0	0	0		
0	11880	0,00	0,00	-4,50	0	0	0								
0	11880				0	0	0	0	0	11880	0	0	0		

PILA P56 H=12.5m		CALCOLO AZIONI SISMICHE DA ELEVAZIONE (GR)													
F_{yO} (kN)	F_{zO} (kN)	x_O (m)	y_O (m)	z_O (m)	M_{xO} (kNm)	M_{yO} (kNm)	M_{zO} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)		
4969	38291	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	38291	92796	-82728	-55		
4969	28732	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	28732	92796	-82728	-55		
4969	34945	0,00	0,00	-3,00	77888	-239239	-55	15299	4969	34945	92796	-285137	-55		
4969	28732	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	28732	92796	-82728	-55		
15627	34945	0,00	0,00	-3,00	247345	-68959	-55	4590	15627	34945	294226	-82728	-55		
4969	34945	0,00	0,00	-3,00	77888	-239239	-55	15299	4969	34945	92796	-285137	-55		
15627	34945	0,00	0,00	-3,00	247345	-68959	-55	4590	15627	34945	294226	-82728	-55		
4969	38291	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	38291	92796	-82728	-55		
15627	34945	0,00	0,00	-3,00	247345	-68959	-55	4590	15627	34945	294226	-82728	-55		
4969	38291	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	38291	92796	-82728	-55		
4969	38291	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	38291	92796	-82728	-55		
4969	28732	0,00	0,00	-3,00	77888	-68959	-55	4590	4969	28732	92796	-82728	-55		

PILA P56 H=12.5m		CALCOLO SPETTRO SISMICO ELASTICO													
PROGETTO						a_g (g)		0,178	PGA orizzontale		a_g (g)		0,102	PGA verticale	
						S		1,426			S		1,000		
$S_{d,long}$ (g)		0,2538		Trasversale		$S_{d,trasv}$ (g)		0,2538		Verticale		$S_{d,vert}$ (g)		0,1020	

PILA P56 H=12.5m		CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO PILA													
F_{yO} (kN)	F_{zO} (kN)	x_O (m)	y_O (m)	z_O (m)	M_{xO} (kNm)	M_{yO} (kNm)	M_{zO} (kNm)	F_{xG} (m)	F_{yG} (m)	F_{zG} (m)	M_{xG} (kNm)	M_{yG} (kNm)	M_{zG} (kNm)		
3769	0	0,00	0,00	-1,50	5654	0	0								
3015	0	0,00	0,00	-4,50	13570	0	0								
6785	0				19224	0	0	0	6785	0	19224	0	0		
0	0	0,00	0,00	-1,50	0	-5654	0								
0	0	0,00	0,00	-4,50	0	-13570	0								
0	0				0	-19224	0	6785	0	0	0	-19224	0		
0	1515	0,00	0,00	-1,50	0	0	0								
0	1212	0,00	0,00	-4,50	0	0	0								
0	2726				0	0	0	0	0	2726	0	0	0		

Tabella 43 – Riepilogo azioni elementari statiche e sismiche

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	14850	0	0	0	0	0	
Gk2 Perm. Non Str.	G2 (terreno)	0	0	11880	0	0	0	0	0	
E Sisma	Sisma long	0	6785	0	19224	0	0	0	0	
	Sisma trasv	6785	0	0	0	-19224	0	0	0	
	Sisma vert	0	0	2726	0	0	0	0	0	
SLV Impalcato	Nvert Max	4590	4969	38291	92796	-82728	-55			
	Nvert Min	4590	4969	28732	92796	-82728	-55			
	Vtrasv Max	15299	4969	34945	92796	-285137	-55			
	Vtrasv Min	4590	4969	28732	92796	-82728	-55			
	Mtrasv Max	4590	15627	34945	294226	-82728	-55			
	Mtrasv Min	15299	4969	34945	92796	-285137	-55			
	Vlong Max	4590	15627	34945	294226	-82728	-55			
	Vlong Min	4590	4969	38291	92796	-82728	-55			
	Mlong Max	4590	15627	34945	294226	-82728	-55			
	Mlong Min	4590	4969	38291	92796	-82728	-55			
	Mtorc Max	4590	4969	38291	92796	-82728	-55			
	Mtorc Min	4590	4969	28732	92796	-82728	-55			

Tabella 44 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2 Perm. Non Str.-G2 (terreno)	E-Sigma long	E-Sigma trasv	E-Sigma vert	SLV-Nvert Max	SLV-Nvert Min	SLV-Ytrasv Max	SLV-Ytrasv Min	SLV-Mtrasv Max	SLV-Mtrasv Min	SLV-Ylong Max	SLV-Ylong Min	SLV-Mlong Max	SLV-Mlong Min	SLV-Mtors Max	SLV-Mtors Min
SLV GR	1	1	SLV1	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	2	SLV2	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	3	SLV3	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	4	SLV4	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	5	SLV5	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	6	SLV6	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	7	SLV7	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	8	SLV8	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	9	SLV9	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	10	SLV10	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	11	SLV11	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	12	SLV12	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	13	SLV13	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	14	SLV14	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	15	SLV15	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	16	SLV16	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	17	SLV17	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	18	SLV18	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	19	SLV19	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	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	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	21	SLV21	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	22	SLV22	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	23	SLV23	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	24	SLV24	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	25	SLV25	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	26	SLV26	1.00	1.00	1.00	0.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	27	SLV27	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	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	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	29	SLV29	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	30	SLV30	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	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	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	34	SLV34	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	35	SLV35	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	36	SLV36	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	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	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	40	SLV40	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	41	SLV41	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	42	SLV42	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	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	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	46	SLV46	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	47	SLV47	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	48	SLV48	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	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	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	52	SLV52	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	53	SLV53	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	54	SLV54	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	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	1.00	0.30	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	58	SLV58	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	59	SLV59	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	60	SLV60	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	-1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLV GR	1	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																

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	115

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	67747	-1153	-132365	9573	-5060	-55
N _{vert} Min	SLV72	52735	-1153	-132365	9573	-5060	-55
V _{trasv} Max	SLV15	62493	8728	-270340	21461	-171074	-55
V _{trasv} Min	SLV72	52735	-1153	-132365	9573	-5060	-55
M _{trasv} Max	SLV25	62493	-13002	-297626	19420	132289	-55
M _{trasv} Min	SLV15	62493	8728	-270340	21461	-171074	-55
V _{long} Max	SLV25	62493	-13002	-297626	19420	132289	-55
V _{long} Min	SLV71	58188	-1153	-132365	9573	-5060	-55
M _{long} Max	SLV25	62493	-13002	-297626	19420	132289	-55
M _{long} Min	SLV71	58188	-1153	-132365	9573	-5060	-55
M _{torc} Max	SLV71	58188	-1153	-132365	9573	-5060	-55
M _{torc} Min	SLV72	52735	-1153	-132365	9573	-5060	-55

Tabella 46 – ENV SLV GR - Azioni totali inviluppo

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	116

10.4 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.

10.4.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

Il fusto è armato con un quantitativo di armatura longitudinale 320 $\Phi 30$ distribuito lungo il perimetro in due strati ed un terzo strato armato con 80 $\Phi 26$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 400 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.

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. Non è stato necessario inserire armatura resistente a taglio.

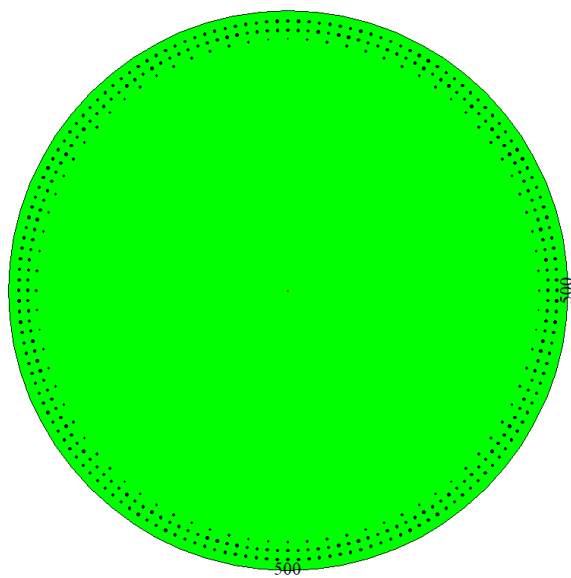


Figura 29 – Sezione trasversale base pila e relativa armatura

Dati

Nome sezione:	Pila
Tipo sezione	Circolare
Diametro	500,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	196034,28 [cmq]
Inerzia in direzione X	3058119184,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	3058119184,0 [cm ⁴]

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

Inerzia in direzione XY

0,0 [cm⁴]

Ascissa baricentro sezione

X_G = 250,00 [cm]

Ordinata baricentro sezione

Y_G = 250,00 [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	490,50	250,00	30	7,07
2	490,31	259,44	30	7,07
3	489,76	268,87	30	7,07
4	488,83	278,27	30	7,07
5	487,54	287,62	30	7,07
6	485,88	296,92	30	7,07
7	483,85	306,14	30	7,07
8	481,47	315,28	30	7,07
9	478,73	324,32	30	7,07
10	475,64	333,24	30	7,07
11	472,19	342,04	30	7,07
12	468,41	350,69	30	7,07
13	464,29	359,18	30	7,07
14	459,84	367,51	30	7,07
15	455,06	375,66	30	7,07
16	449,97	383,61	30	7,07
17	444,57	391,36	30	7,07
18	438,87	398,89	30	7,07
19	432,88	406,19	30	7,07
20	426,60	413,25	30	7,07
21	420,06	420,06	30	7,07
22	413,25	426,60	30	7,07
23	406,19	432,88	30	7,07
24	398,89	438,87	30	7,07
25	391,36	444,57	30	7,07
26	383,61	449,97	30	7,07
27	375,66	455,06	30	7,07
28	367,51	459,84	30	7,07
29	359,18	464,29	30	7,07
30	350,69	468,41	30	7,07
31	342,04	472,19	30	7,07
32	333,24	475,64	30	7,07
33	324,32	478,73	30	7,07
34	315,28	481,47	30	7,07
35	306,14	483,85	30	7,07
36	296,92	485,88	30	7,07
37	287,62	487,54	30	7,07
38	278,27	488,83	30	7,07
39	268,87	489,76	30	7,07
40	259,44	490,31	30	7,07
41	250,00	490,50	30	7,07
42	240,56	490,31	30	7,07
43	231,13	489,76	30	7,07
44	221,73	488,83	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

45	212,38	487,54	30	7,07
46	203,08	485,88	30	7,07
47	193,86	483,85	30	7,07
48	184,72	481,47	30	7,07
49	175,68	478,73	30	7,07
50	166,76	475,64	30	7,07
51	157,96	472,19	30	7,07
52	149,31	468,41	30	7,07
53	140,82	464,29	30	7,07
54	132,49	459,84	30	7,07
55	124,34	455,06	30	7,07
56	116,39	449,97	30	7,07
57	108,64	444,57	30	7,07
58	101,11	438,87	30	7,07
59	93,81	432,88	30	7,07
60	86,75	426,60	30	7,07
61	79,94	420,06	30	7,07
62	73,40	413,25	30	7,07
63	67,12	406,19	30	7,07
64	61,13	398,89	30	7,07
65	55,43	391,36	30	7,07
66	50,03	383,61	30	7,07
67	44,94	375,66	30	7,07
68	40,16	367,51	30	7,07
69	35,71	359,18	30	7,07
70	31,59	350,69	30	7,07
71	27,81	342,04	30	7,07
72	24,36	333,24	30	7,07
73	21,27	324,32	30	7,07
74	18,53	315,28	30	7,07
75	16,15	306,14	30	7,07
76	14,12	296,92	30	7,07
77	12,46	287,62	30	7,07
78	11,17	278,27	30	7,07
79	10,24	268,87	30	7,07
80	9,69	259,44	30	7,07
81	9,50	250,00	30	7,07
82	9,69	240,56	30	7,07
83	10,24	231,13	30	7,07
84	11,17	221,73	30	7,07
85	12,46	212,38	30	7,07
86	14,12	203,08	30	7,07
87	16,15	193,86	30	7,07
88	18,53	184,72	30	7,07
89	21,27	175,68	30	7,07
90	24,36	166,76	30	7,07
91	27,81	157,96	30	7,07
92	31,59	149,31	30	7,07
93	35,71	140,82	30	7,07
94	40,16	132,49	30	7,07
95	44,94	124,34	30	7,07
96	50,03	116,39	30	7,07
97	55,43	108,64	30	7,07
98	61,13	101,11	30	7,07
99	67,12	93,81	30	7,07
100	73,40	86,75	30	7,07
101	79,94	79,94	30	7,07
102	86,75	73,40	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

103	93,81	67,12	30	7,07
104	101,11	61,13	30	7,07
105	108,64	55,43	30	7,07
106	116,39	50,03	30	7,07
107	124,34	44,94	30	7,07
108	132,49	40,16	30	7,07
109	140,82	35,71	30	7,07
110	149,31	31,59	30	7,07
111	157,96	27,81	30	7,07
112	166,76	24,36	30	7,07
113	175,68	21,27	30	7,07
114	184,72	18,53	30	7,07
115	193,86	16,15	30	7,07
116	203,08	14,12	30	7,07
117	212,38	12,46	30	7,07
118	221,73	11,17	30	7,07
119	231,13	10,24	30	7,07
120	240,56	9,69	30	7,07
121	250,00	9,50	30	7,07
122	259,44	9,69	30	7,07
123	268,87	10,24	30	7,07
124	278,27	11,17	30	7,07
125	287,62	12,46	30	7,07
126	296,92	14,12	30	7,07
127	306,14	16,15	30	7,07
128	315,28	18,53	30	7,07
129	324,32	21,27	30	7,07
130	333,24	24,36	30	7,07
131	342,04	27,81	30	7,07
132	350,69	31,59	30	7,07
133	359,18	35,71	30	7,07
134	367,51	40,16	30	7,07
135	375,66	44,94	30	7,07
136	383,61	50,03	30	7,07
137	391,36	55,43	30	7,07
138	398,89	61,13	30	7,07
139	406,19	67,12	30	7,07
140	413,25	73,40	30	7,07
141	420,06	79,94	30	7,07
142	426,60	86,75	30	7,07
143	432,88	93,81	30	7,07
144	438,87	101,11	30	7,07
145	444,57	108,64	30	7,07
146	449,97	116,39	30	7,07
147	455,06	124,34	30	7,07
148	459,84	132,49	30	7,07
149	464,29	140,82	30	7,07
150	468,41	149,31	30	7,07
151	472,19	157,96	30	7,07
152	475,64	166,76	30	7,07
153	478,73	175,68	30	7,07
154	481,47	184,72	30	7,07
155	483,85	193,86	30	7,07
156	485,88	203,08	30	7,07
157	487,54	212,38	30	7,07
158	488,83	221,73	30	7,07
159	489,76	231,13	30	7,07
160	490,31	240,56	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

161	482,50	250,00	30	7,07
162	482,32	259,13	30	7,07
163	481,78	268,24	30	7,07
164	480,89	277,33	30	7,07
165	479,64	286,37	30	7,07
166	478,03	295,36	30	7,07
167	476,08	304,28	30	7,07
168	473,77	313,11	30	7,07
169	471,12	321,85	30	7,07
170	468,13	330,47	30	7,07
171	464,80	338,97	30	7,07
172	461,14	347,34	30	7,07
173	457,16	355,55	30	7,07
174	452,86	363,60	30	7,07
175	448,24	371,48	30	7,07
176	443,32	379,17	30	7,07
177	438,10	386,66	30	7,07
178	432,59	393,94	30	7,07
179	426,79	401,00	30	7,07
180	420,73	407,82	30	7,07
181	414,40	414,40	30	7,07
182	407,82	420,73	30	7,07
183	401,00	426,79	30	7,07
184	393,94	432,59	30	7,07
185	386,66	438,10	30	7,07
186	379,17	443,32	30	7,07
187	371,48	448,24	30	7,07
188	363,60	452,86	30	7,07
189	355,55	457,16	30	7,07
190	347,34	461,14	30	7,07
191	338,97	464,80	30	7,07
192	330,47	468,13	30	7,07
193	321,85	471,12	30	7,07
194	313,11	473,77	30	7,07
195	304,28	476,08	30	7,07
196	295,36	478,03	30	7,07
197	286,37	479,64	30	7,07
198	277,33	480,89	30	7,07
199	268,24	481,78	30	7,07
200	259,13	482,32	30	7,07
201	250,00	482,50	30	7,07
202	240,87	482,32	30	7,07
203	231,76	481,78	30	7,07
204	222,67	480,89	30	7,07
205	213,63	479,64	30	7,07
206	204,64	478,03	30	7,07
207	195,72	476,08	30	7,07
208	186,89	473,77	30	7,07
209	178,15	471,12	30	7,07
210	169,53	468,13	30	7,07
211	161,03	464,80	30	7,07
212	152,66	461,14	30	7,07
213	144,45	457,16	30	7,07
214	136,40	452,86	30	7,07
215	128,52	448,24	30	7,07
216	120,83	443,32	30	7,07
217	113,34	438,10	30	7,07
218	106,06	432,59	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

219	99,00	426,79	30	7,07
220	92,18	420,73	30	7,07
221	85,60	414,40	30	7,07
222	79,27	407,82	30	7,07
223	73,21	401,00	30	7,07
224	67,41	393,94	30	7,07
225	61,90	386,66	30	7,07
226	56,68	379,17	30	7,07
227	51,76	371,48	30	7,07
228	47,14	363,60	30	7,07
229	42,84	355,55	30	7,07
230	38,86	347,34	30	7,07
231	35,20	338,97	30	7,07
232	31,87	330,47	30	7,07
233	28,88	321,85	30	7,07
234	26,23	313,11	30	7,07
235	23,92	304,28	30	7,07
236	21,97	295,36	30	7,07
237	20,36	286,37	30	7,07
238	19,11	277,33	30	7,07
239	18,22	268,24	30	7,07
240	17,68	259,13	30	7,07
241	17,50	250,00	30	7,07
242	17,68	240,87	30	7,07
243	18,22	231,76	30	7,07
244	19,11	222,67	30	7,07
245	20,36	213,63	30	7,07
246	21,97	204,64	30	7,07
247	23,92	195,72	30	7,07
248	26,23	186,89	30	7,07
249	28,88	178,15	30	7,07
250	31,87	169,53	30	7,07
251	35,20	161,03	30	7,07
252	38,86	152,66	30	7,07
253	42,84	144,45	30	7,07
254	47,14	136,40	30	7,07
255	51,76	128,52	30	7,07
256	56,68	120,83	30	7,07
257	61,90	113,34	30	7,07
258	67,41	106,06	30	7,07
259	73,21	99,00	30	7,07
260	79,27	92,18	30	7,07
261	85,60	85,60	30	7,07
262	92,18	79,27	30	7,07
263	99,00	73,21	30	7,07
264	106,06	67,41	30	7,07
265	113,34	61,90	30	7,07
266	120,83	56,68	30	7,07
267	128,52	51,76	30	7,07
268	136,40	47,14	30	7,07
269	144,45	42,84	30	7,07
270	152,66	38,86	30	7,07
271	161,03	35,20	30	7,07
272	169,53	31,87	30	7,07
273	178,15	28,88	30	7,07
274	186,89	26,23	30	7,07
275	195,72	23,92	30	7,07
276	204,64	21,97	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

277	213,63	20,36	30	7,07
278	222,67	19,11	30	7,07
279	231,76	18,22	30	7,07
280	240,87	17,68	30	7,07
281	250,00	17,50	30	7,07
282	259,13	17,68	30	7,07
283	268,24	18,22	30	7,07
284	277,33	19,11	30	7,07
285	286,37	20,36	30	7,07
286	295,36	21,97	30	7,07
287	304,28	23,92	30	7,07
288	313,11	26,23	30	7,07
289	321,85	28,88	30	7,07
290	330,47	31,87	30	7,07
291	338,97	35,20	30	7,07
292	347,34	38,86	30	7,07
293	355,55	42,84	30	7,07
294	363,60	47,14	30	7,07
295	371,48	51,76	30	7,07
296	379,17	56,68	30	7,07
297	386,66	61,90	30	7,07
298	393,94	67,41	30	7,07
299	401,00	73,21	30	7,07
300	407,82	79,27	30	7,07
301	414,40	85,60	30	7,07
302	420,73	92,18	30	7,07
303	426,79	99,00	30	7,07
304	432,59	106,06	30	7,07
305	438,10	113,34	30	7,07
306	443,32	120,83	30	7,07
307	448,24	128,52	30	7,07
308	452,86	136,40	30	7,07
309	457,16	144,45	30	7,07
310	461,14	152,66	30	7,07
311	464,80	161,03	30	7,07
312	468,13	169,53	30	7,07
313	471,12	178,15	30	7,07
314	473,77	186,89	30	7,07
315	476,08	195,72	30	7,07
316	478,03	204,64	30	7,07
317	479,64	213,63	30	7,07
318	480,89	222,67	30	7,07
319	481,78	231,76	30	7,07
320	482,32	240,87	30	7,07
321	474,70	250,00	26	5,31
322	474,01	267,63	26	5,31
323	471,93	285,15	26	5,31
324	468,49	302,46	26	5,31
325	463,70	319,44	26	5,31
326	457,60	335,99	26	5,31
327	450,21	352,01	26	5,31
328	441,59	367,41	26	5,31
329	431,79	382,08	26	5,31
330	420,86	395,93	26	5,31
331	408,89	408,89	26	5,31
332	395,93	420,86	26	5,31
333	382,08	431,79	26	5,31
334	367,41	441,59	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

335	352,01	450,21	26	5,31
336	335,99	457,60	26	5,31
337	319,44	463,70	26	5,31
338	302,46	468,49	26	5,31
339	285,15	471,93	26	5,31
340	267,63	474,01	26	5,31
341	250,00	474,70	26	5,31
342	232,37	474,01	26	5,31
343	214,85	471,93	26	5,31
344	197,54	468,49	26	5,31
345	180,56	463,70	26	5,31
346	164,01	457,60	26	5,31
347	147,99	450,21	26	5,31
348	132,59	441,59	26	5,31
349	117,92	431,79	26	5,31
350	104,07	420,86	26	5,31
351	91,11	408,89	26	5,31
352	79,14	395,93	26	5,31
353	68,21	382,08	26	5,31
354	58,41	367,41	26	5,31
355	49,79	352,01	26	5,31
356	42,40	335,99	26	5,31
357	36,30	319,44	26	5,31
358	31,51	302,46	26	5,31
359	28,07	285,15	26	5,31
360	25,99	267,63	26	5,31
361	25,30	250,00	26	5,31
362	25,99	232,37	26	5,31
363	28,07	214,85	26	5,31
364	31,51	197,54	26	5,31
365	36,30	180,56	26	5,31
366	42,40	164,01	26	5,31
367	49,79	147,99	26	5,31
368	58,41	132,59	26	5,31
369	68,21	117,92	26	5,31
370	79,14	104,07	26	5,31
371	91,11	91,11	26	5,31
372	104,07	79,14	26	5,31
373	117,92	68,21	26	5,31
374	132,59	58,41	26	5,31
375	147,99	49,79	26	5,31
376	164,01	42,40	26	5,31
377	180,56	36,30	26	5,31
378	197,54	31,51	26	5,31
379	214,85	28,07	26	5,31
380	232,37	25,99	26	5,31
381	250,00	25,30	26	5,31
382	267,63	25,99	26	5,31
383	285,15	28,07	26	5,31
384	302,46	31,51	26	5,31
385	319,44	36,30	26	5,31
386	335,99	42,40	26	5,31
387	352,01	49,79	26	5,31
388	367,41	58,41	26	5,31
389	382,08	68,21	26	5,31
390	395,93	79,14	26	5,31
391	408,89	91,11	26	5,31
392	420,86	104,07	26	5,31

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

393	431,79	117,92	26	5,31
394	441,59	132,59	26	5,31
395	450,21	147,99	26	5,31
396	457,60	164,01	26	5,31
397	463,70	180,56	26	5,31
398	468,49	197,54	26	5,31
399	471,93	214,85	26	5,31
400	474,01	232,37	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	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	60709,6500	75594,3100	-53849,8900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	31842,6100	4785,6000	50263,4600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	44991,1500	7176,0500	52051,9900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	50575,5600	42112,4300	-60825,2300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	60709,6500	75594,3100	-53849,8900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	32510,0700	4785,6000	31214,3300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	38290,6500	70807,5400	-62689,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	28731,8900	70807,5400	-62689,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	34945,0800	224858,7500	-62689,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	34945,0800	70807,5400	-217489,9900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	34945,0800	224858,7500	-62689,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	38290,6500	70807,5400	-62689,8100	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	42510,3300	52649,2000	-19602,6000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	32398,8300	4785,6000	34726,6800	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	32398,8300	5262,6000	34924,6800	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	34623,7100	4785,6000	-28770,4300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	42510,3300	52649,2000	-19602,6000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	32398,8300	4785,6000	34726,6800	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	33511,2700	5262,6000	3176,1300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	33511,2700	4785,6000	2978,1300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	33511,2700	5262,6000	3176,1300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	33511,2700	0,0000	2978,1300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

LINEA PESCARA – BARI

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

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	125

23	33511,2700	5262,6000	3176,1300	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	33511,2700	0,0000	2978,1300	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	353,98	20,42	(-10362,03; -3812,25)	(26169,20; 9789,24)
14	398,32	-82,15	(-5166,20; 38464,82)	(1441,99; -9487,52)
15	396,51	-81,43	(-6571,14; 44532,64)	(25824,50; -170457,53)
16	457,04	80,56	(-3813,06; -25439,20)	(1383,97; 5804,69)
17	353,98	20,42	(-10362,03; -3812,25)	(26169,20; 9789,24)
18	398,32	-82,15	(-5166,20; 38464,82)	(1441,99; -9487,52)
19	1211,25	-31,11	(-340371,44; 204701,75)	(10631,65; -7138,68)
20	1298,41	-31,89	(-66294,34; 40426,26)	(13203,53; -9046,11)
21	1211,25	-31,11	(-340371,44; 204701,75)	(10631,65; -7138,68)
22	2234,53	-90,00	(-1734,53; 45734,92)	(-1734,53; -45234,92)
23	1211,25	-31,11	(-340371,44; 204701,75)	(10631,65; -7138,68)
24	2234,53	-90,00	(-1734,53; 45734,92)	(-1734,53; -45234,92)

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}
13	5,479	0,000	0,000	80,015	-31,658
14	3,558	0,000	0,000	52,113	-12,319
15	3,577	0,000	0,000	52,403	-12,680
16	3,223	0,000	0,000	47,352	-3,525
17	5,479	0,000	0,000	80,015	-31,658
18	3,558	0,000	0,000	52,113	-12,319
19	1,786	0,000	0,000	26,589	15,949
20	1,756	0,000	0,000	26,148	16,391
21	1,786	0,000	0,000	26,589	15,949
22	1,597	0,000	0,000	23,847	18,692
23	1,786	0,000	0,000	26,589	15,949
24	1,597	0,000	0,000	23,847	18,692

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

Combinazione n° 1

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>209087,1786</u>	<u>-185461,8099</u>	<u>260350,7184</u>	3,44
<u>285931,4783</u>	<u>-253623,2486</u>	<u>75594,3100</u>	4,71
<u>238315,9600</u>	<u>-53849,8900</u>	<u>296745,7490</u>	3,93
<u>421341,8923</u>	<u>-53849,8900</u>	<u>75594,3100</u>	6,94
<u>60709,6500</u>	<u>-271604,9866</u>	<u>75594,3100</u>	5,04
<u>60709,6500</u>	<u>-163582,3270</u>	<u>229636,3677</u>	3,04
<u>60709,6500</u>	<u>-53849,8900</u>	<u>276731,6229</u>	3,66

Combinazione n° 2

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>203310,8463</u>	<u>320925,5331</u>	<u>30555,4220</u>	6,38
<u>204016,0295</u>	<u>322038,6626</u>	<u>4785,6000</u>	6,41
<u>428358,1651</u>	<u>50263,4600</u>	<u>64377,6008</u>	13,45
<u>447246,2509</u>	<u>50263,4600</u>	<u>4785,6000</u>	14,05
<u>31842,6100</u>	<u>251112,7805</u>	<u>4785,6000</u>	5,00
<u>31842,6100</u>	<u>250023,3944</u>	<u>23804,8068</u>	4,97
<u>31842,6100</u>	<u>50263,4600</u>	<u>246069,3108</u>	51,42

Combinazione n° 3

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>250797,5070</u>	<u>290157,2716</u>	<u>40001,9882</u>	5,57
<u>252193,1617</u>	<u>291771,9580</u>	<u>7176,0500</u>	5,61
<u>425912,4345</u>	<u>52051,9900</u>	<u>67932,6695</u>	9,47
<u>446045,6510</u>	<u>52051,9900</u>	<u>7176,0500</u>	9,91
<u>44991,1500</u>	<u>266025,9383</u>	<u>7176,0500</u>	5,11
<u>44991,1500</u>	<u>263633,3024</u>	<u>36345,3109</u>	5,06
<u>44991,1500</u>	<u>52051,9900</u>	<u>260986,0481</u>	36,37

Combinazione n° 4

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>215898,7977</u>	<u>-259652,9634</u>	<u>179771,0793</u>	4,27
<u>244682,4266</u>	<u>-294269,8978</u>	<u>42112,4300</u>	4,84
<u>296931,2002</u>	<u>-60825,2300</u>	<u>247243,8147</u>	5,87
<u>433128,0223</u>	<u>-60825,2300</u>	<u>42112,4300</u>	8,56
<u>50575,5600</u>	<u>-268741,4504</u>	<u>42112,4300</u>	4,42
<u>50575,5600</u>	<u>-223619,4652</u>	<u>154823,2382</u>	3,68
<u>50575,5600</u>	<u>-60825,2300</u>	<u>265111,5057</u>	6,30

Combinazione n° 5

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>209087,1786</u>	<u>-185461,8099</u>	<u>260350,7184</u>	3,44
<u>285931,4783</u>	<u>-253623,2486</u>	<u>75594,3100</u>	4,71
<u>238315,9600</u>	<u>-53849,8900</u>	<u>296745,7490</u>	3,93
<u>421341,8923</u>	<u>-53849,8900</u>	<u>75594,3100</u>	6,94
<u>60709,6500</u>	<u>-271604,9866</u>	<u>75594,3100</u>	5,04
<u>60709,6500</u>	<u>-163582,3270</u>	<u>229636,3677</u>	3,04
<u>60709,6500</u>	<u>-53849,8900</u>	<u>276731,6229</u>	3,66

Combinazione n° 6

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

<u>278841,5444</u>	<u>267727,8758</u>	<u>41046,4848</u>	8,58
<u>280521,1725</u>	<u>269340,5597</u>	4785,6000	8,63
<u>434830,7236</u>	31214,3300	<u>64008,6567</u>	13,38
<u>458001,2161</u>	31214,3300	4785,6000	14,09
32510,0700	<u>251905,8528</u>	4785,6000	8,07
32510,0700	<u>249059,4182</u>	<u>38184,3452</u>	7,98
32510,0700	31214,3300	<u>250018,9068</u>	52,24

Combinazione n° 7

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>131860,6204</u>	<u>-215883,4399</u>	<u>243838,2778</u>	3,44
<u>194215,0590</u>	<u>-317970,7096</u>	70807,5400	5,07
<u>175059,9151</u>	-62689,8100	<u>323722,9439</u>	4,57
<u>420224,2473</u>	-62689,8100	70807,5400	10,97
38290,6500	<u>-248810,3366</u>	70807,5400	3,97
38290,6500	<u>-171487,5193</u>	<u>193693,5106</u>	2,74
38290,6500	-62689,8100	<u>251009,0487</u>	3,54

Combinazione n° 8

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>93497,4435</u>	<u>-204001,0933</u>	<u>230417,2811</u>	3,25
<u>147306,3084</u>	<u>-321406,0922</u>	70807,5400	5,13
<u>129349,8120</u>	-62689,8100	<u>318772,6943</u>	4,50
<u>420224,2453</u>	-62689,8100	70807,5400	14,63
28731,8900	<u>-237027,1778</u>	70807,5400	3,78
28731,8900	<u>-163992,6273</u>	<u>185228,1020</u>	2,62
28731,8900	-62689,8100	<u>239317,9356</u>	3,38

Combinazione n° 9

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>38815,8495</u>	<u>-69633,7862</u>	<u>249765,7294</u>	1,11
<u>131150,1672</u>	<u>-235277,1567</u>	224858,7500	3,75
<u>39168,6114</u>	-62689,8100	<u>252035,6229</u>	1,12
<u>317987,7823</u>	-62689,8100	224858,7500	9,10
34945,0800	<u>-119886,4973</u>	224858,7500	1,91
34945,0800	<u>-68437,2549</u>	<u>245473,9550</u>	1,09
34945,0800	-62689,8100	<u>247015,4960</u>	1,10

Combinazione n° 10

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>39783,5751</u>	<u>-247603,6498</u>	<u>80611,5506</u>	1,14
<u>40368,9553</u>	<u>-251246,9188</u>	70807,5400	1,16
<u>115649,2301</u>	-217489,9900	<u>234334,4897</u>	3,31
<u>322351,8529</u>	-217489,9900	70807,5400	9,22
34945,0800	<u>-244796,5668</u>	70807,5400	1,13
34945,0800	<u>-242308,9118</u>	<u>78887,7592</u>	1,11
34945,0800	-217489,9900	<u>132824,9657</u>	1,88

Combinazione n° 11

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>38815,8495</u>	<u>-69633,7862</u>	<u>249765,7294</u>	1,11
<u>131150,1672</u>	<u>-235277,1567</u>	224858,7500	3,75
<u>39168,6114</u>	-62689,8100	<u>252035,6229</u>	1,12

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

<u>317987,7823</u>	-62689,8100	224858,7500	9,10
34945,0800	<u>-119886,4973</u>	224858,7500	1,91
34945,0800	<u>-68437,2549</u>	<u>245473,9550</u>	1,09
34945,0800	-62689,8100	<u>247015,4960</u>	1,10

Combinazione n° 12

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>131860,6204</u>	<u>-215883,4399</u>	<u>243838,2778</u>	3,44
<u>194215,0590</u>	<u>-317970,7096</u>	70807,5400	5,07
<u>175059,9151</u>	-62689,8100	<u>323722,9439</u>	4,57
<u>420224,2473</u>	-62689,8100	70807,5400	10,97
38290,6500	<u>-248810,3366</u>	70807,5400	3,97
38290,6500	<u>-171487,5193</u>	<u>193693,5106</u>	2,74
38290,6500	-62689,8100	<u>251009,0487</u>	3,54

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 [cm ²]
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	-23218,7437	62361,5378	-50,842	-3,575	23917,24	0,0000	0	0,0000
14	58853,9227	8110,5171	-57,177	-3,992	29322,93	0,0000	0	0,0000
15	58768,2774	8855,4551	-57,236	-3,994	29352,23	0,0000	0	0,0000
16	-60139,7514	10003,4930	-55,550	-3,885	27981,16	0,0000	0	0,0000
17	-23218,7437	62361,5378	-50,842	-3,575	23917,24	0,0000	0	0,0000
18	58853,9227	8110,5171	-57,177	-3,992	29322,93	0,0000	0	0,0000
19	31113,6672	51552,9230	-56,410	-3,940	28678,29	0,0000	0	0,0000
20	31797,3544	51095,6269	-56,338	-3,937	28633,30	0,0000	0	0,0000
21	31113,6672	51552,9230	-56,410	-3,940	28678,29	0,0000	0	0,0000
22	60148,9193	0,0000	-56,267	-3,935	28588,88	0,0000	0	0,0000
23	31113,6672	51552,9230	-56,410	-3,940	28678,29	0,0000	0	0,0000
24	60148,9193	0,0000	-56,267	-3,935	28588,88	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Sforzo normale espresso in [kN]
M _x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M _y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N _u	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _{x,u}	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
M _{y,u}	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 1 - Pila

N	M _x	M _y	N	M _{x,u}	M _{y,u}	FS	Comb.
34945,08	-62689,81	224858,75	38815,85	-69633,79	249765,73	1.111	9
34945,08	-217489,99	70807,54	40368,96	-251246,92	70807,54	1.155	10
34945,08	-62689,81	224858,75	39168,61	-62689,81	252035,62	1.121	9

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

60709,65	-53849,89	75594,31	421341,89	-53849,89	75594,31	6.940	1
34945,08	-217489,99	70807,54	34945,08	-244796,57	70807,54	1.126	10
34945,08	-62689,81	224858,75	34945,08	-68437,25	245473,96	1.092	9
34945,08	-62689,81	224858,75	34945,08	-62689,81	247015,50	1.099	9

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - Pila

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	1,786	14,940	1,050	3,099	15,949	26,589	450,000	19
SLER	5,479	18,260	-2,255	3,099	-31,658	80,015	337,500	13

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - Pila

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-56,410	-3,940	2812,424	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-50,842	-3,575	2345,517	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

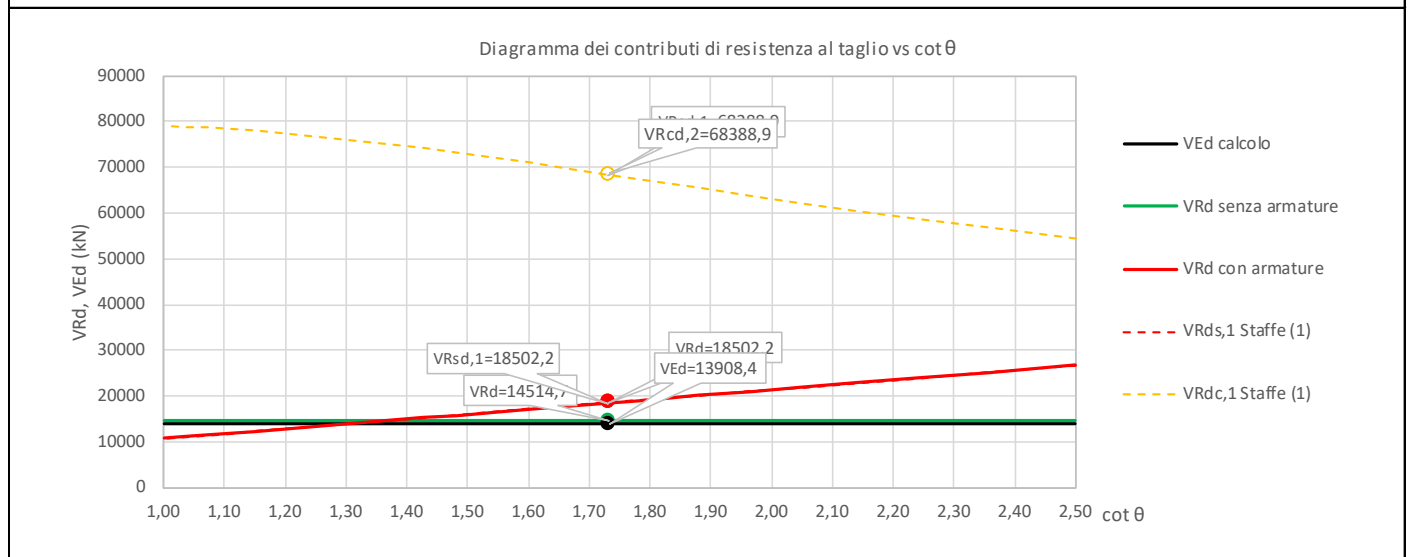
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	130

10.4.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato elevazione (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.

NOME: SLV TRASV		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE CIRCOLARE (NTC 2008)							Rev. 10					
DATI SEZIONE (metodo di Clarke-Birjandi, 1993)						AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO					
D	c	r _s	r	α	A _v	N _{Ed}	V _{Ed}	M _{Ed}	f _{ck}	f _{cd}	γ _c			
(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(m ²)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
5,00	0,16	2,34	2,50	0,64	16,798	-34945,1	13908,4	217490,0	33,20	18,81	1,50			
b _w	d	θ cotg θ												
(m)	(m)	(°)												
4,21	3,99	30,00 1,73		1,00 ≤ cotg θ ≤ 2,50										
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)						ΔF _{td}	F _{Ed}	A _{sl}	F _{Rd}	F _{Ed} /F _{Rd}				
						(kN)	(kN)	(cm ²)	(kN)					
Barre B450C	391,3	320	30	2261,95	88511,0	12045,0	72615,0	2686,69	105131,3	69,1%	VERIFICA OK			
		80	26	424,74	16620,4									
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)						k ₁	k	ρ _l (%)	v _{min}	σ _{cp}	α _c	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}	
								(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
						0,15	1,22	1,60%	0,27	2,08	1,11	14514,7	95,8%	VERIFICA OK



LINEA PESCARA – BARI

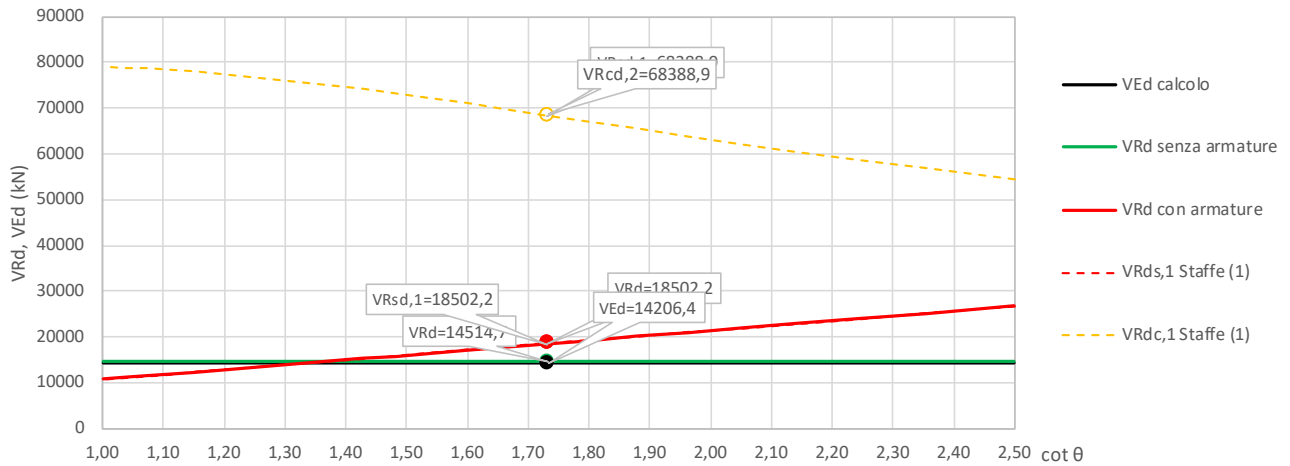
**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: SLV LONG		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE CIRCOLARE (NTC 2008)						Rev. 10			
DATI SEZIONE (metodo di Clarke-Birjandi, 1993)						AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO		
D	c	r _s	r	α	A _v	N _{Ed}	V _{Ed}	M _{Ed}	f _{ck}	f _{cd}	γ _c
(m)	(m)	(m)	(m)	(rad)	(m ²)	(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	
5,00	0,16	2,34	2,50	0,64	16,798	-34945,1	14206,4	224858,8	33,20	18,81	1,50
b _w	d	θ cotg θ									
(m)	(m)	(°)									
4,21	3,99	30,00	1,73	1,00 ≤ cotg θ ≤ 2,50							
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)						ΔF _{td}	F _{Ed}	A _{sl}	F _{Rd}	F _{Ed} /F _{Rd}	
						(kN)	(kN)	(cm ²)	(kN)		
Barre B450C						12303,1	74925,3	2686,69	105131,3	71,3% VERIFICA OK	
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)						V _{min}	σ _{cp}	α _c	V _{Rd}	V _{Ed} /V _{Rd}	
						(MPa)	(MPa)		(kN)		
						0,15	1,22	1,60%	0,27	2,08	1,11
									14514,7	97,9% VERIFICA OK	

Diagramma dei contributi di resistenza al taglio vs cot θ



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	132

10.5 VERIFICHE PULVINO A SBALZO

Nel presente paragrafo sono stati eseguite le verifiche strutturali dei pulvini a sbalzo sui quali poggiano le travi degli impalcato, considerando le massime azioni di scarico agli appoggi individuate nelle tabelle di riepilogo seguenti delle capacità dei dispositivi per i vari stati limite.

Per le azioni allo SLE RA e QP si riducono le rispettive azioni allo SLU e SLU PERM del fattore 1.30, mentre per restare a favore di sicurezza, le verifiche di fessurazione SLE FR vengono valutate riducendo le SLE RA del fattore 1.25.

IMPALCATO CAP L=70m												
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)			Appoggio (UT)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLU PERM												
Max (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550
Min (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550
SLU												
Max (kN)	±1150	±1800	+13050	±0	±1600	+13250	±0	±0	+15600	±1150	±0	+15700
Min (kN)	-±1950	-±1500	+4750	±0	-±1300	+4900	±0	±0	+4900	-±800	±0	+4750
SLV												
Max (kN)	±8750	±8900	+7050	±0	±8900	+7050	±0	±0	+7050	±8750	±0	+7050
Min (kN)	-±8050	-±8900	+4500	±0	-±8900	+4500	±0	±0	+4500	-±8050	±0	+4500
TOTALE (kN)	±8750	±8900	±13050	±0	±8900	±13250	±0	±0	±15600	±8750	±0	±15700
Spont. Max (mm)	-	-	-	±160	-	-	±160	±5	-	-	±5	-

Figura 30 – Scarichi appoggi sul pulvino a sbalzo della pila

10.5.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del pulvino, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce trasversale libera LT1 che va dall'interno del fusto pila fino all'esterno del bordo libero del pulvino, larghezza longitudinale BL, secondo la geometria illustrata nello schema seguente.

Si considerano uno o due appoggi sulla stessa mensola a seconda del tipo di pila, con vari casi di dispositivi (F)-(UL)-(UT)-(M) in modo da considerare ogni possibile configurazione di carico, individuando sulla sezione di attacco al fusto pila le peggiori condizioni di sollecitazione per ogni direzione principale.

Si hanno quindi una terna di azioni V, T, L per ogni appoggio considerato, posto a delle distanze x, y, z rispetto al baricentro della sezione di attacco, che producono sulla stessa dei momenti flettenti e dei tagli longitudinali M_{LEd} , V_{LEd} e trasversali M_{TEd} , V_{TEd} .

Si considera il peso proprio della mensola stessa e il peso proprio del ritegno laterale di bordo, amplificati del fattore 1.35 allo SLU e 1.00 allo SLV e SLE.

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

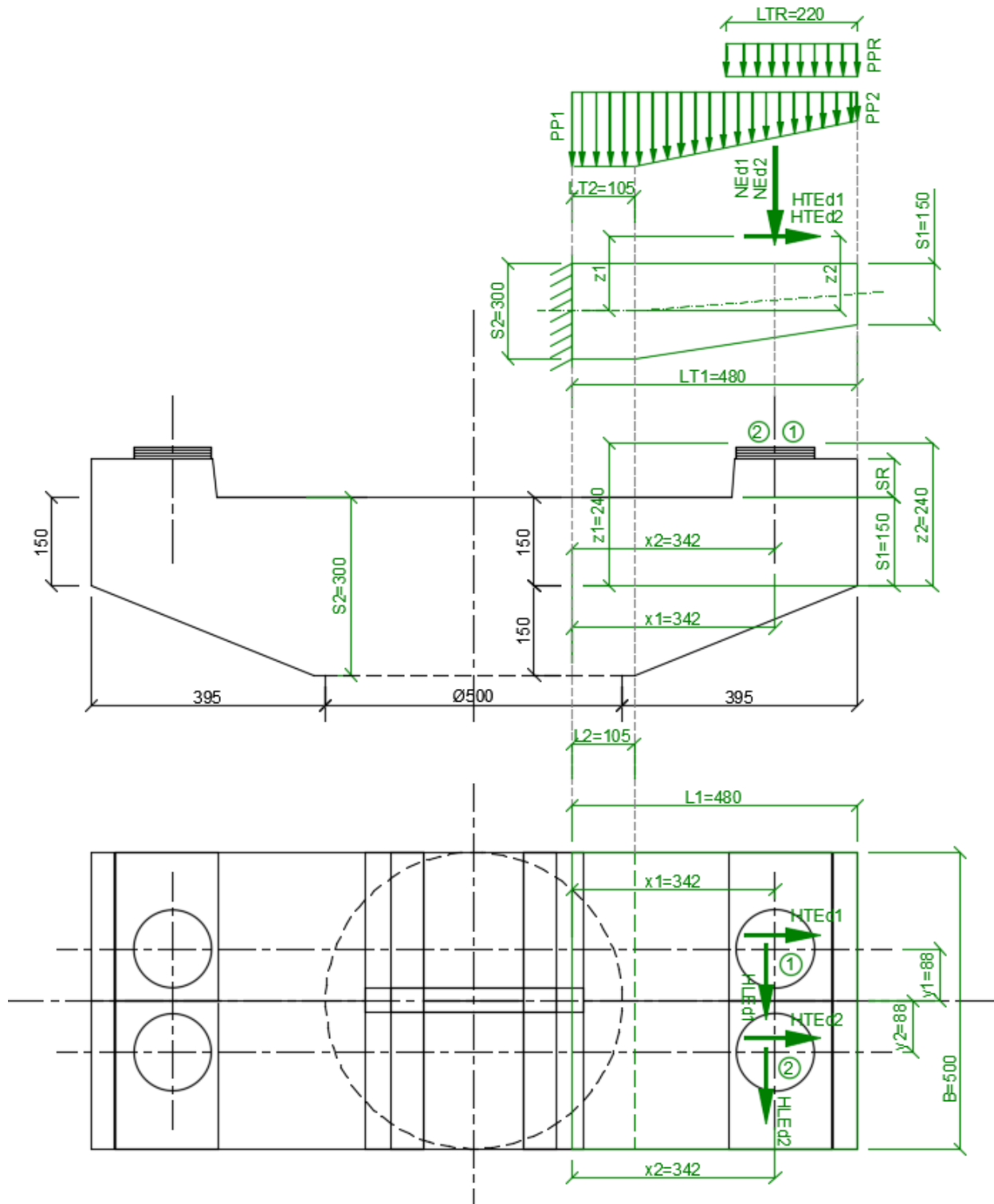


Figura 31 – Schema di calcolo del pulvino a sbalzo della pila

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: PILA P56 - CASO 1

CALCOLO SOLLECITAZIONI SBALZO PULVINO

B (m)	S1 (m)	S2 (m)	SR (m)	PP1 (kN/m)	PP2 (kN/m)	PPR (kN/m)	LT1 (m)	LT2 (m)	LTR (m)
5,00	1,50	3,00	0,70	187,5	375,0	87,5	4,80	1,05	2,20
	x (m)	y (m)	z (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP	
Appoggio 1	3,42	-0,88	2,40	V (kN)	15600	7050	12000	6600	
Impalcato				T (kN)	0	0	0	0	
L=70m (M)				L (kN)	0	0	0	0	
Appoggio 2	3,42	0,88	2,40	V (kN)	15700	7050	12100	6600	
Impalcato				T (kN)	0	0	0	0	
L=70m (UT)				L (kN)	1150	8750	900	0	
<u>Pesi permanenti caratteristici</u>				MT _{Ed} (kNm)	-112819	-52498	-86698	-49420	
				ML _{Ed} (kNm)	2848	21000	2248	0	
MT _{Ed} (kNm)		4276		VT _{Ed} (kNm)	33249	15544	25544	14644	
VT _{Ed} (kN)		1444		VL _{Ed} (kNm)	1150	8750	900	0	
				NE _{Ed} (kNm)	0	0	0	0	

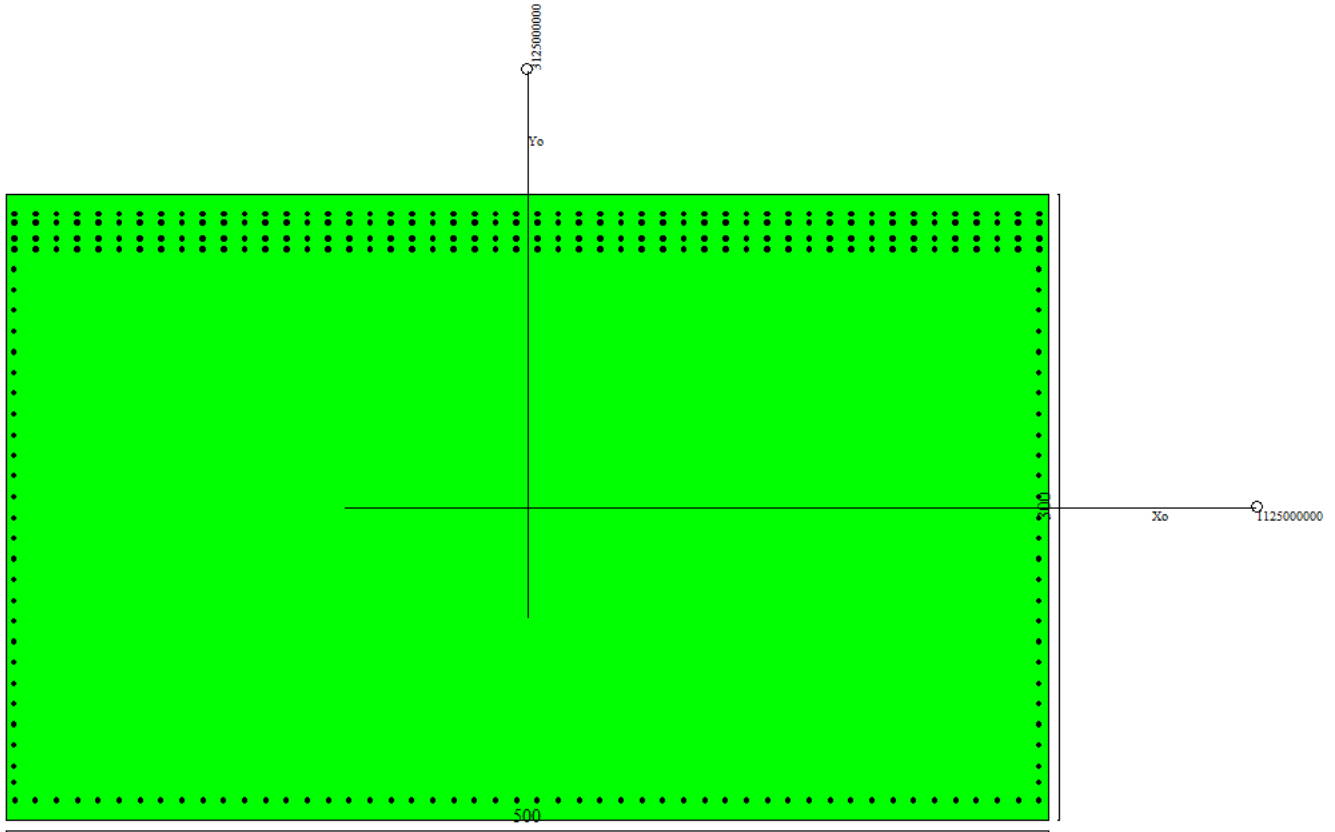
NOME: PILA P56 - CASO 2

CALCOLO SOLLECITAZIONI SBALZO PULVINO

B (m)	S1 (m)	S2 (m)	SR (m)	PP1 (kN/m)	PP2 (kN/m)	PPR (kN/m)	LT1 (m)	LT2 (m)	LTR (m)
5,00	1,50	3,00	0,70	187,5	375,0	87,5	4,80	1,05	2,20
	x (m)	y (m)	z (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP	
Appoggio 1	3,42	-0,88	2,40	V (kN)	13250	7050	10200	6600	
Impalcato				T (kN)	1600	8900	1250	0	
L=70m (UL)				L (kN)	0	0	0	0	
Appoggio 2	3,42	0,88	2,40	V (kN)	13050	7050	10050	6600	
Impalcato				T (kN)	1800	8900	1400	0	
L=70m (F)				L (kN)	1150	8750	900	0	
<u>Pesi permanenti caratteristici</u>				MT _{Ed} (kNm)	-103879	-95218	-79891	-49420	
				ML _{Ed} (kNm)	2584	21000	2028	0	
MT _{Ed} (kNm)		4276		VT _{Ed} (kNm)	28249	15544	21694	14644	
VT _{Ed} (kN)		1444		VL _{Ed} (kNm)	1150	8750	900	0	
				NE _{Ed} (kNm)	3400	17800	2650	0	

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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



Dati

Nome sezione: PILA P56

Tipo sezione: Rettangolare

Base: 500,0 [cm]

Altezza: 300,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 150000,00 [cmq]

Inerzia in direzione X: 3125000000,0 [cm⁴]

Inerzia in direzione Y: 1125000000,0 [cm⁴]

Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]

Ascissa baricentro sezione: X_G = 250,00 [cm]

Ordinata baricentro sezione: Y_G = 150,00 [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]

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

d Diametro ferro espresso in [mm]
ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	495,70	290,70	30	7,07
2	485,67	290,70	30	7,07
3	475,64	290,70	30	7,07
4	465,61	290,70	30	7,07
5	455,59	290,70	30	7,07
6	445,56	290,70	30	7,07
7	435,53	290,70	30	7,07
8	425,50	290,70	30	7,07
9	415,47	290,70	30	7,07
10	405,44	290,70	30	7,07
11	395,41	290,70	30	7,07
12	385,39	290,70	30	7,07
13	375,36	290,70	30	7,07
14	365,33	290,70	30	7,07
15	355,30	290,70	30	7,07
16	345,27	290,70	30	7,07
17	335,24	290,70	30	7,07
18	325,21	290,70	30	7,07
19	315,19	290,70	30	7,07
20	305,16	290,70	30	7,07
21	295,13	290,70	30	7,07
22	285,10	290,70	30	7,07
23	275,07	290,70	30	7,07
24	265,04	290,70	30	7,07
25	255,01	290,70	30	7,07
26	244,99	290,70	30	7,07
27	234,96	290,70	30	7,07
28	224,93	290,70	30	7,07
29	214,90	290,70	30	7,07
30	204,87	290,70	30	7,07
31	194,84	290,70	30	7,07
32	184,81	290,70	30	7,07
33	174,79	290,70	30	7,07
34	164,76	290,70	30	7,07
35	154,73	290,70	30	7,07
36	144,70	290,70	30	7,07
37	134,67	290,70	30	7,07
38	124,64	290,70	30	7,07
39	114,61	290,70	30	7,07
40	104,59	290,70	30	7,07
41	94,56	290,70	30	7,07
42	84,53	290,70	30	7,07
43	74,50	290,70	30	7,07
44	64,47	290,70	30	7,07
45	54,44	290,70	30	7,07
46	44,41	290,70	30	7,07
47	34,39	290,70	30	7,07
48	24,36	290,70	30	7,07
49	14,33	290,70	30	7,07
50	4,30	290,70	30	7,07
51	4,00	254,22	26	5,31
52	4,00	244,30	26	5,31
53	4,00	234,37	26	5,31
54	4,00	224,44	26	5,31
55	4,00	214,52	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

56	4,00	204,59	26	5,31
57	4,00	194,67	26	5,31
58	4,00	184,74	26	5,31
59	4,00	174,81	26	5,31
60	4,00	164,89	26	5,31
61	4,00	154,96	26	5,31
62	4,00	145,04	26	5,31
63	4,00	135,11	26	5,31
64	4,00	125,19	26	5,31
65	4,00	115,26	26	5,31
66	4,00	105,33	26	5,31
67	4,00	95,41	26	5,31
68	4,00	85,48	26	5,31
69	4,00	75,56	26	5,31
70	4,00	65,63	26	5,31
71	4,00	55,70	26	5,31
72	4,00	45,78	26	5,31
73	4,00	35,85	26	5,31
74	4,00	25,93	26	5,31
75	495,70	254,22	26	5,31
76	495,70	244,30	26	5,31
77	495,70	234,37	26	5,31
78	495,70	224,44	26	5,31
79	495,70	214,52	26	5,31
80	495,70	204,59	26	5,31
81	495,70	194,67	26	5,31
82	495,70	184,74	26	5,31
83	495,70	174,81	26	5,31
84	495,70	164,89	26	5,31
85	495,70	154,96	26	5,31
86	495,70	145,04	26	5,31
87	495,70	135,11	26	5,31
88	495,70	125,19	26	5,31
89	495,70	115,26	26	5,31
90	495,70	105,33	26	5,31
91	495,70	95,41	26	5,31
92	495,70	85,48	26	5,31
93	495,70	75,56	26	5,31
94	495,70	65,63	26	5,31
95	495,70	55,70	26	5,31
96	495,70	45,78	26	5,31
97	495,70	35,85	26	5,31
98	495,70	25,93	26	5,31
99	495,70	286,70	30	7,07
100	485,67	286,70	30	7,07
101	475,64	286,70	30	7,07
102	465,61	286,70	30	7,07
103	455,59	286,70	30	7,07
104	445,56	286,70	30	7,07
105	435,53	286,70	30	7,07
106	425,50	286,70	30	7,07
107	415,47	286,70	30	7,07
108	405,44	286,70	30	7,07
109	395,41	286,70	30	7,07
110	385,39	286,70	30	7,07
111	375,36	286,70	30	7,07
112	365,33	286,70	30	7,07
113	355,30	286,70	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

114	345,27	286,70	30	7,07
115	335,24	286,70	30	7,07
116	325,21	286,70	30	7,07
117	315,19	286,70	30	7,07
118	305,16	286,70	30	7,07
119	295,13	286,70	30	7,07
120	285,10	286,70	30	7,07
121	275,07	286,70	30	7,07
122	265,04	286,70	30	7,07
123	255,01	286,70	30	7,07
124	244,99	286,70	30	7,07
125	234,96	286,70	30	7,07
126	224,93	286,70	30	7,07
127	214,90	286,70	30	7,07
128	204,87	286,70	30	7,07
129	194,84	286,70	30	7,07
130	184,81	286,70	30	7,07
131	174,79	286,70	30	7,07
132	164,76	286,70	30	7,07
133	154,73	286,70	30	7,07
134	144,70	286,70	30	7,07
135	134,67	286,70	30	7,07
136	124,64	286,70	30	7,07
137	114,61	286,70	30	7,07
138	104,59	286,70	30	7,07
139	94,56	286,70	30	7,07
140	84,53	286,70	30	7,07
141	74,50	286,70	30	7,07
142	64,47	286,70	30	7,07
143	54,44	286,70	30	7,07
144	44,41	286,70	30	7,07
145	34,39	286,70	30	7,07
146	24,36	286,70	30	7,07
147	14,33	286,70	30	7,07
148	4,30	286,70	30	7,07
149	495,70	278,70	30	7,07
150	485,67	278,70	30	7,07
151	475,64	278,70	30	7,07
152	465,61	278,70	30	7,07
153	455,59	278,70	30	7,07
154	445,56	278,70	30	7,07
155	435,53	278,70	30	7,07
156	425,50	278,70	30	7,07
157	415,47	278,70	30	7,07
158	405,44	278,70	30	7,07
159	395,41	278,70	30	7,07
160	385,39	278,70	30	7,07
161	375,36	278,70	30	7,07
162	365,33	278,70	30	7,07
163	355,30	278,70	30	7,07
164	345,27	278,70	30	7,07
165	335,24	278,70	30	7,07
166	325,21	278,70	30	7,07
167	315,19	278,70	30	7,07
168	305,16	278,70	30	7,07
169	295,13	278,70	30	7,07
170	285,10	278,70	30	7,07
171	275,07	278,70	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

172	265,04	278,70	30	7,07
173	255,01	278,70	30	7,07
174	244,99	278,70	30	7,07
175	234,96	278,70	30	7,07
176	224,93	278,70	30	7,07
177	214,90	278,70	30	7,07
178	204,87	278,70	30	7,07
179	194,84	278,70	30	7,07
180	184,81	278,70	30	7,07
181	174,79	278,70	30	7,07
182	164,76	278,70	30	7,07
183	154,73	278,70	30	7,07
184	144,70	278,70	30	7,07
185	134,67	278,70	30	7,07
186	124,64	278,70	30	7,07
187	114,61	278,70	30	7,07
188	104,59	278,70	30	7,07
189	94,56	278,70	30	7,07
190	84,53	278,70	30	7,07
191	74,50	278,70	30	7,07
192	64,47	278,70	30	7,07
193	54,44	278,70	30	7,07
194	44,41	278,70	30	7,07
195	34,39	278,70	30	7,07
196	24,36	278,70	30	7,07
197	14,33	278,70	30	7,07
198	4,30	278,70	30	7,07
199	495,70	274,70	30	7,07
200	485,67	274,70	30	7,07
201	475,64	274,70	30	7,07
202	465,61	274,70	30	7,07
203	455,59	274,70	30	7,07
204	445,56	274,70	30	7,07
205	435,53	274,70	30	7,07
206	425,50	274,70	30	7,07
207	415,47	274,70	30	7,07
208	405,44	274,70	30	7,07
209	395,41	274,70	30	7,07
210	385,39	274,70	30	7,07
211	375,36	274,70	30	7,07
212	365,33	274,70	30	7,07
213	355,30	274,70	30	7,07
214	345,27	274,70	30	7,07
215	335,24	274,70	30	7,07
216	325,21	274,70	30	7,07
217	315,19	274,70	30	7,07
218	305,16	274,70	30	7,07
219	295,13	274,70	30	7,07
220	285,10	274,70	30	7,07
221	275,07	274,70	30	7,07
222	265,04	274,70	30	7,07
223	255,01	274,70	30	7,07
224	244,99	274,70	30	7,07
225	234,96	274,70	30	7,07
226	224,93	274,70	30	7,07
227	214,90	274,70	30	7,07
228	204,87	274,70	30	7,07
229	194,84	274,70	30	7,07

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

230	184,81	274,70	30	7,07
231	174,79	274,70	30	7,07
232	164,76	274,70	30	7,07
233	154,73	274,70	30	7,07
234	144,70	274,70	30	7,07
235	134,67	274,70	30	7,07
236	124,64	274,70	30	7,07
237	114,61	274,70	30	7,07
238	104,59	274,70	30	7,07
239	94,56	274,70	30	7,07
240	84,53	274,70	30	7,07
241	74,50	274,70	30	7,07
242	64,47	274,70	30	7,07
243	54,44	274,70	30	7,07
244	44,41	274,70	30	7,07
245	34,39	274,70	30	7,07
246	24,36	274,70	30	7,07
247	14,33	274,70	30	7,07
248	4,30	274,70	30	7,07
249	4,30	9,30	26	5,31
250	14,33	9,30	26	5,31
251	24,36	9,30	26	5,31
252	34,39	9,30	26	5,31
253	44,41	9,30	26	5,31
254	54,44	9,30	26	5,31
255	64,47	9,30	26	5,31
256	74,50	9,30	26	5,31
257	84,53	9,30	26	5,31
258	94,56	9,30	26	5,31
259	104,59	9,30	26	5,31
260	114,61	9,30	26	5,31
261	124,64	9,30	26	5,31
262	134,67	9,30	26	5,31
263	144,70	9,30	26	5,31
264	154,73	9,30	26	5,31
265	164,76	9,30	26	5,31
266	174,79	9,30	26	5,31
267	184,81	9,30	26	5,31
268	194,84	9,30	26	5,31
269	204,87	9,30	26	5,31
270	214,90	9,30	26	5,31
271	224,93	9,30	26	5,31
272	234,96	9,30	26	5,31
273	244,99	9,30	26	5,31
274	255,01	9,30	26	5,31
275	265,04	9,30	26	5,31
276	275,07	9,30	26	5,31
277	285,10	9,30	26	5,31
278	295,13	9,30	26	5,31
279	305,16	9,30	26	5,31
280	315,19	9,30	26	5,31
281	325,21	9,30	26	5,31
282	335,24	9,30	26	5,31
283	345,27	9,30	26	5,31
284	355,30	9,30	26	5,31
285	365,33	9,30	26	5,31
286	375,36	9,30	26	5,31
287	385,39	9,30	26	5,31

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

288	395,41	9,30	26	5,31
289	405,44	9,30	26	5,31
290	415,47	9,30	26	5,31
291	425,50	9,30	26	5,31
292	435,53	9,30	26	5,31
293	445,56	9,30	26	5,31
294	455,59	9,30	26	5,31
295	465,61	9,30	26	5,31
296	475,64	9,30	26	5,31
297	485,67	9,30	26	5,31
298	495,70	9,30	26	5,31
299	4,00	17,93	26	5,31
300	495,70	17,93	26	5,31
301	495,70	266,70	30	7,07
302	485,67	266,70	30	7,07
303	475,64	266,70	30	7,07
304	465,61	266,70	30	7,07
305	455,59	266,70	30	7,07
306	445,56	266,70	30	7,07
307	435,53	266,70	30	7,07
308	425,50	266,70	30	7,07
309	415,47	266,70	30	7,07
310	405,44	266,70	30	7,07
311	395,41	266,70	30	7,07
312	385,39	266,70	30	7,07
313	375,36	266,70	30	7,07
314	365,33	266,70	30	7,07
315	355,30	266,70	30	7,07
316	345,27	266,70	30	7,07
317	335,24	266,70	30	7,07
318	325,21	266,70	30	7,07
319	315,19	266,70	30	7,07
320	305,16	266,70	30	7,07
321	295,13	266,70	30	7,07
322	285,10	266,70	30	7,07
323	275,07	266,70	30	7,07
324	265,04	266,70	30	7,07
325	255,01	266,70	30	7,07
326	244,99	266,70	30	7,07
327	234,96	266,70	30	7,07
328	224,93	266,70	30	7,07
329	214,90	266,70	30	7,07
330	204,87	266,70	30	7,07
331	194,84	266,70	30	7,07
332	184,81	266,70	30	7,07
333	174,79	266,70	30	7,07
334	164,76	266,70	30	7,07
335	154,73	266,70	30	7,07
336	144,70	266,70	30	7,07
337	134,67	266,70	30	7,07
338	124,64	266,70	30	7,07
339	114,61	266,70	30	7,07
340	104,59	266,70	30	7,07
341	94,56	266,70	30	7,07
342	84,53	266,70	30	7,07
343	74,50	266,70	30	7,07
344	64,47	266,70	30	7,07
345	54,44	266,70	30	7,07

VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

346	44,41	266,70	30	7,07
347	34,39	266,70	30	7,07
348	24,36	266,70	30	7,07
349	14,33	266,70	30	7,07
350	4,30	266,70	30	7,07

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	40,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	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	-112819,1300	2848,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-52498,3900	21000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-86698,3900	2248,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
4	0,0000	-49420,3900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
5	3400,0000	-103879,1300	2584,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	17800,0000	-95218,3900	21000,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	2650,0000	-79891,3900	2028,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
8	0,0000	-49420,3900	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)
3	125,69	0,71	(14526,48; 300,00)	(-9615,62; 0,00)
4	122,60	0,00	(35169468,49; 0,00)	(-50887099,17; 300,00)
7	129,18	0,69	(14652,44; 300,00)	(-10204,27; 0,00)
8	122,60	0,00	(35169468,49; 0,00)	(-50887099,17; 300,00)

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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	10,543	0,000	0,000	146,377	-215,335
4	5,862	0,000	0,000	81,256	-120,552
7	9,894	0,000	0,000	137,671	-192,413
8	5,862	0,000	0,000	81,256	-120,552

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	<u>4575,9787</u>	<u>-181270,3409</u>	1,61
0,0000	<u>150421,8475</u>	<u>-112819,1300</u>	52,82
0,0000	2848,0000	<u>-181348,7052</u>	1,61

Combinazione n° 2

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
0,0000	<u>67727,7210</u>	<u>-169314,1100</u>	3,23
0,0000	<u>183920,6084</u>	<u>-52498,3900</u>	8,76
0,0000	21000,0000	<u>-179858,4703</u>	3,43

Combinazione n° 5

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
6083,4148	<u>4623,3952</u>	<u>-185864,6570</u>	1,79
<u>171782,7060</u>	<u>130554,8566</u>	<u>-103879,1300</u>	50,52
<u>6086,6632</u>	2584,0000	<u>-185963,9048</u>	1,79
<u>216475,4657</u>	2584,0000	<u>-103879,1300</u>	63,67
3400,0000	<u>161767,4959</u>	<u>-103879,1300</u>	62,60
3400,0000	<u>4574,1895</u>	<u>-183886,5423</u>	1,77
3400,0000	2584,0000	<u>-183978,5918</u>	1,77

Combinazione n° 6

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>36894,3701</u>	<u>43527,0658</u>	<u>-197360,8158</u>	2,07
<u>147856,5787</u>	<u>174437,5367</u>	<u>-95218,3900</u>	8,31
<u>37775,7232</u>	21000,0000	<u>-202075,4801</u>	2,12
<u>223402,5179</u>	21000,0000	<u>-95218,3900</u>	12,55
17800,0000	<u>183116,5350</u>	<u>-95218,3900</u>	8,72
17800,0000	<u>41554,0105</u>	<u>-188414,5705</u>	1,98
17800,0000	21000,0000	<u>-192130,6389</u>	2,02

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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
3	673,0729	-25958,3348	-64,473	-4,533	36142,19	0,0999	109	0,1859
4	0,0000	-26466,2149	-64,559	-4,542	34335,52	0,0501	106	0,0908
7	692,3719	-27275,4199	-61,858	-4,364	35045,75	0,0886	108	0,1623
8	0,0000	-26466,2149	-64,559	-4,542	34335,52	0,0501	106	0,0908

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Sforzo normale espresso in [kN]
M _x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M _y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N _u	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _{x,u}	Momento ultimo in direzione X espresso in [kNm]
M _{y,u}	Momento ultimo in direzione Y espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza
Comb.	Combinazione critica

Sezione n° 2 - PILA P56

N	M _x	M _y	N	M _{x,u}	M _{y,u}	FS	Comb.
0,00	2848,00	-112819,13	0,00	4575,98	-181270,34	1.607	1
17800,00	21000,00	-95218,39	147856,58	174437,54	-95218,39	8.307	6
0,00	2848,00	-112819,13	0,00	2848,00	-181348,71	1.607	1
17800,00	21000,00	-95218,39	223402,52	21000,00	-95218,39	12.551	6
17800,00	21000,00	-95218,39	17800,00	183116,54	-95218,39	8.720	6
3400,00	2584,00	-103879,13	3400,00	4574,19	-183886,54	1.770	5
3400,00	2584,00	-103879,13	3400,00	2584,00	-183978,59	1.771	5

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° 2 - PILA P56

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	5,862	13,280	-8,481	3,099	-120,552	81,256	337,500	4
SLER	10,543	18,260	-15,140	3,099	-215,335	146,377	337,500	3

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
----	-------------------

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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° 2 - PILA P56

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-64,559	-4,542	3367,218	0,0501	106,489	0,091	0,200	4
SLER	-64,473	-4,533	3544,394	0,0999	109,487	0,186	0,200	3

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

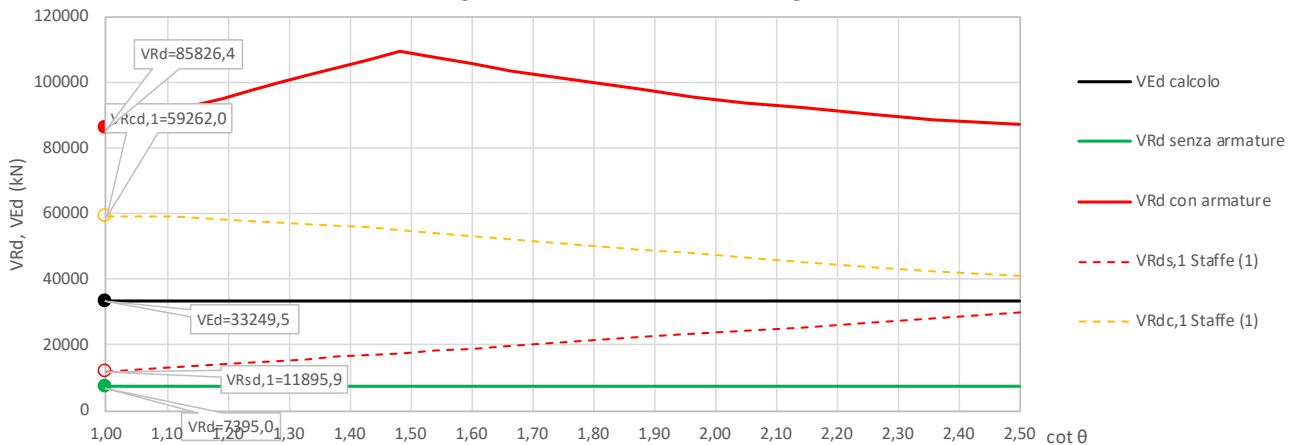
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	146

10.5.2 Verifiche a taglio (SLU, SLV)

Si effettuano le verifiche a taglio per le due direzioni separate longitudinale e trasversale delle sollecitazioni, considerando la condizione critica tra SLU e SLV, ed un'armatura a taglio in direzione trasversale composta sia da staffe $\varnothing 16/10$ a n°6 braccia verticali sia ferri $\varnothing 30$ piegati a 45° , in direzione longitudinale composta da staffe $\varnothing 16/20$ a n°6 braccia orizzontali.

NOME: P56 TRASV		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)		
5,00	2,80	45,00	1,00	17800,0	33249,5	112819,1	33,20	18,81	1,50	
				$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$						
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)										
	f_{yd}	n	\varnothing	$A_{s1,\varnothing}$	A_{s1}	F_{Rd}	ΔF_{td}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
Barre B450C	391,3	250	30	7,07	1767,15	69149,2	16624,7	61394,2	69149,2	88,8% VERIFICA OK
		0	30	7,07	0,00	0,0				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	A_{s1}	k_1	k	ρ_l	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}	
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	1767,15	0,15	1,27	1,26%	0,29	0,00	1,00	7395,0	449,6%	Necessaria armatura
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)										
	f_{ywd}	n_b	\varnothing	A_{sw}	α	s	V_{Rsd}	V_{Rcd}	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)	391,3	6,0	16	12,06	90	0,10	11895,9	59262,0	11895,9	85826,4 38,7% VERIFICA OK
Ferri piegati (2)	391,3	75	30	530,14	45	-	73930,5	118524,0	73930,5	

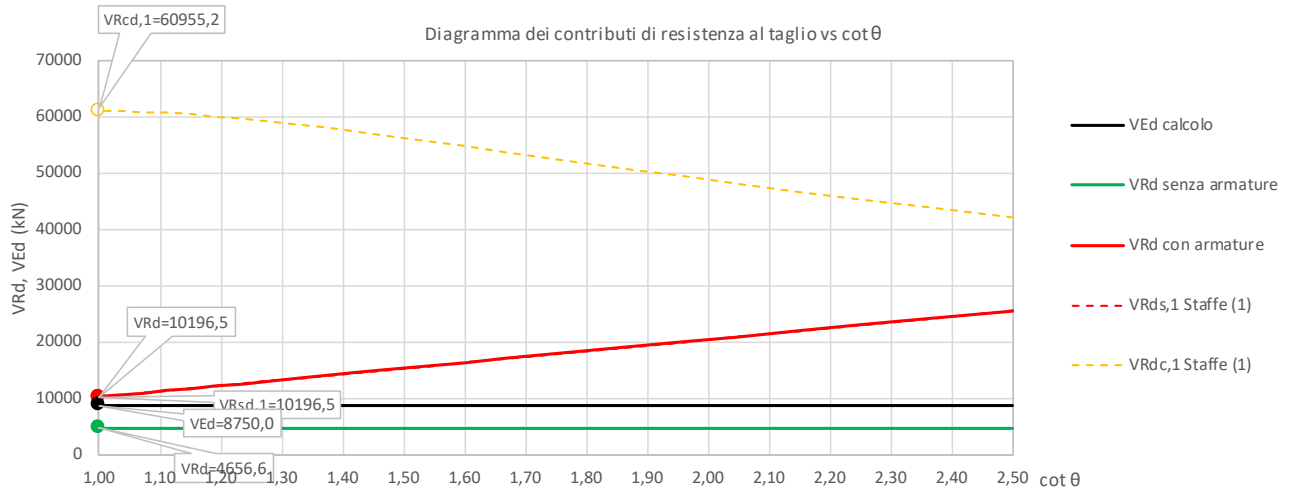
Diagramma dei contributi di resistenza al taglio vs cot θ



**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: P56 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)				
3,00	4,80	45,00	1,00	0,0	8750,0	21000,0	33,20	18,81	1,50			
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$												
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)												
f_{yd}	n	\emptyset	$A_{s1,\emptyset}$	A_{s1}	F_{Rd}	ΔF_{td}	F_{Ed}	F_{Rd}	F_{Ed}/F_{Rd}			
(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)				
Barre B450C	391,3	50	30	7,07	353,43	13829,8	4375,0	9236,1	19023,7	48,6%	VERIFICA OK	
		25	26	5,31	132,73	5193,9						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
A_{s1}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}				
(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)					
486,16	0,15	1,20	0,34%	0,27	0,00	1,00	4656,6	187,9%	Necessaria armatura			
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)												
f_{yw}	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	0,20	10196,5	60955,2	10196,5	10196,5	85,8% VERIFICA OK	
Ferri piegati (2)	391,3	0	30	0,00	45	-	0,0	121910,4	0,0			



VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m

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

11. VERIFICHE LOCALI

11.1 BAGGIOLI

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).

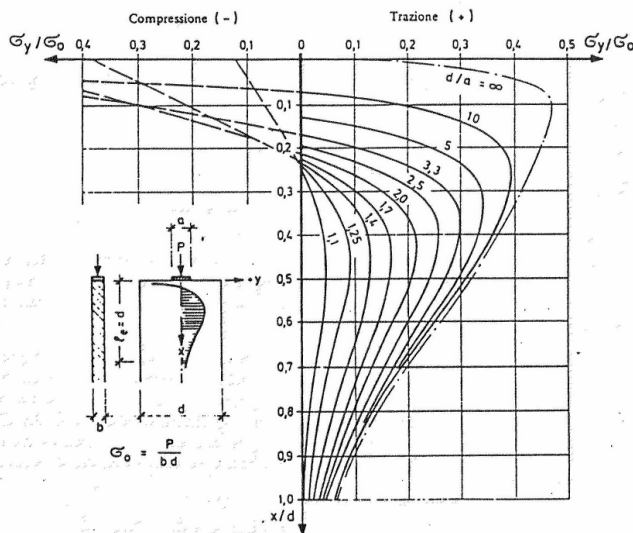


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

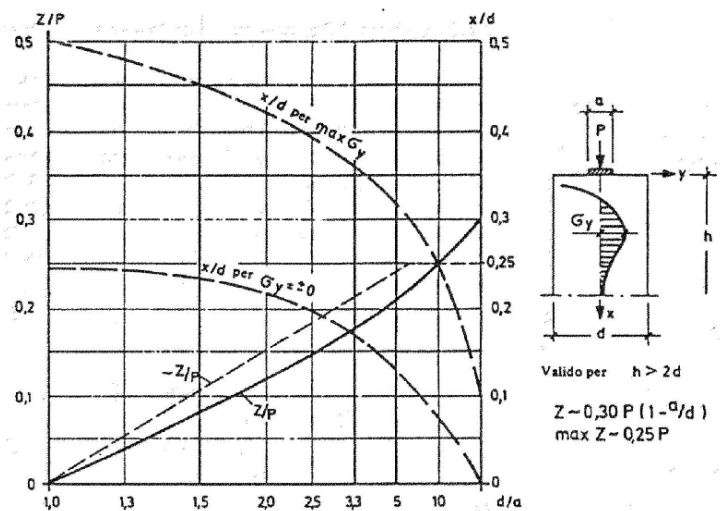


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z , riferita al carico P , distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

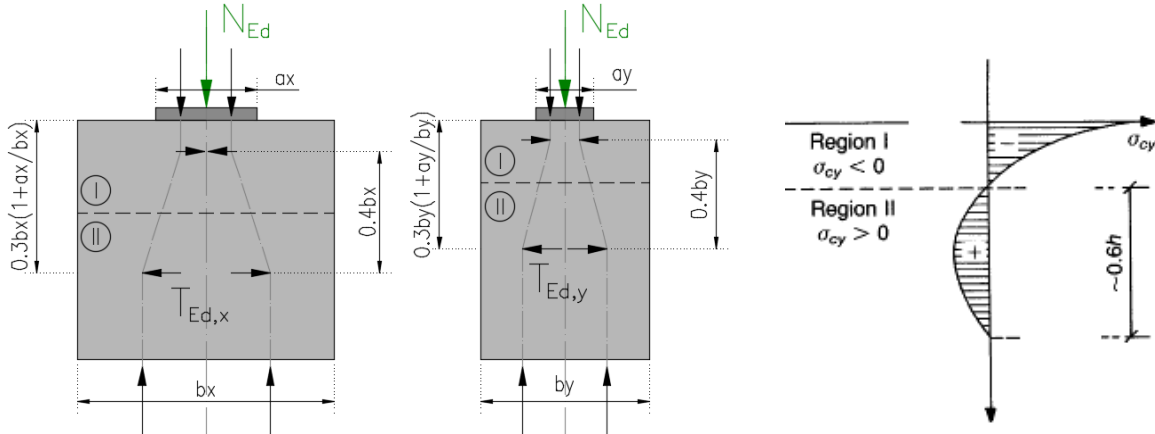
**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

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)	15700,0	b_x (m)	2,000	f_{yd} (MPa)	391,3
M_{Ed} (kNm)	785,0	b_y (m)	2,000	f_{ck} (MPa)	33,2
e_{max} (m)	0,050	a_x (m)	1,500	a_{cc}	0,85
		a_y (m)	1,500		

Direz.	Altezza (m)	Posiz. T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)		Posizione zona Region II		Posizione zona Region I		b/a'
			Region II	Region I	da (m)	a (m)	da (m)	a (m)	
Direz. X	2,00	1,05	1,20	0,22	0,22	1,42	0,00	0,22	1,38
Direz. Y	2,00	1,05	1,20	0,23	0,23	1,43	0,00	0,23	1,38

VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

Direz.	A_{sh} (cm ²)	T_{Rd} (kN)	T_{Ed} (kN)	T_{Ed}/T_{Rd}	VERIFICA
Direz. X	5x6Ø16	60,29	2359,1	> 1295,3	54,9% VERIFICA OK
Direz. Y	5x6Ø16	60,29	2359,1	> 1295,3	54,9% VERIFICA OK

VERIFICA CALCESTRUZZO CONFINATO (Compressione, Region I, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

Direz.	A_{sh} (cm ²)	σ_1 (MPa)	α	σ_2 (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	σ_{Ed} (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	VERIFICA
Direz. X	5x2Ø16	20,10	0,39	1,00	0,39	35,2	19,9	> 19,7	98,8% VERIFICA OK
Direz. Y	5x2Ø16	20,10	0,39	1,00	0,39	35,2	19,9	> 18,8	94,5% 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) 3140,0 ($C_{Ed} = \nu N_{Ed}$)

VERIFICA ARMATURE VERTICALI (Giunto di taglio, MC90 §6.10.2)

$V_{Ed,x}$ (kN)	8750,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	8550,0	μ	0,60
$V_{Ed,y}$ (kN)	8900,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	4,07	β_{rctd} (MPa)	0,00
V_{Ed} (kN)	12480,9	$f_{cd,c}$ (MPa)	19,9	A_{sv} (cm ²)	150,72 <-- 4x12Ø20

$$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{cd}) < 0.25 f_{cd}$$

T_{Rd} (MPa)	3,32	T_{Ed} (MPa)	3,12	T_{Ed}/T_{Rd}	93,9% VERIFICA OK
----------------	------	----------------	------	-----------------	-------------------

Figura 33 – Baggioli tipo – Verifica del calcestruzzo armato a compressione e trazione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	150

11.2 DEFORMABILITA' PILA

11.2.1 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 $\psi_{oi}=1,0$ fermi restando i su esposti limiti di incremento di tensione nella rotaia.”

“Gli effetti dell'interazione binario-struttura in termini di azioni longitudinali trasmesse alla sottostruttura (reazioni vincolari negli appoggi fissi), tensioni supplementari nel binario e scorrimenti relativi binario-impalcato, saranno valutati mediante una serie di analisi di simulazione del comportamento del ponte soggetto alle azioni termiche ed ai carichi orizzontali e verticali dei convogli in transito, portando in conto la resistenza ai movimenti longitudinali del binario e la rigidità della struttura, attraverso un modello di calcolo del tipo riportato in Fig. 2.5.1.4.5.3-1. In alternativa, è possibile effettuare una valutazione semplificata delle reazioni vincolari con il metodo riportato nell'Allegato 3, oppure con il metodo di cui all'Allegato 4 qualora siano rispettate le condizioni ivi elencate. In tal caso il rispetto dei limiti sulle altre grandezze di interesse (tensioni nelle rotaie e spostamenti relativi binario-impalcato) può ritenersi adeguatamente soddisfatto senza specifiche verifiche.”

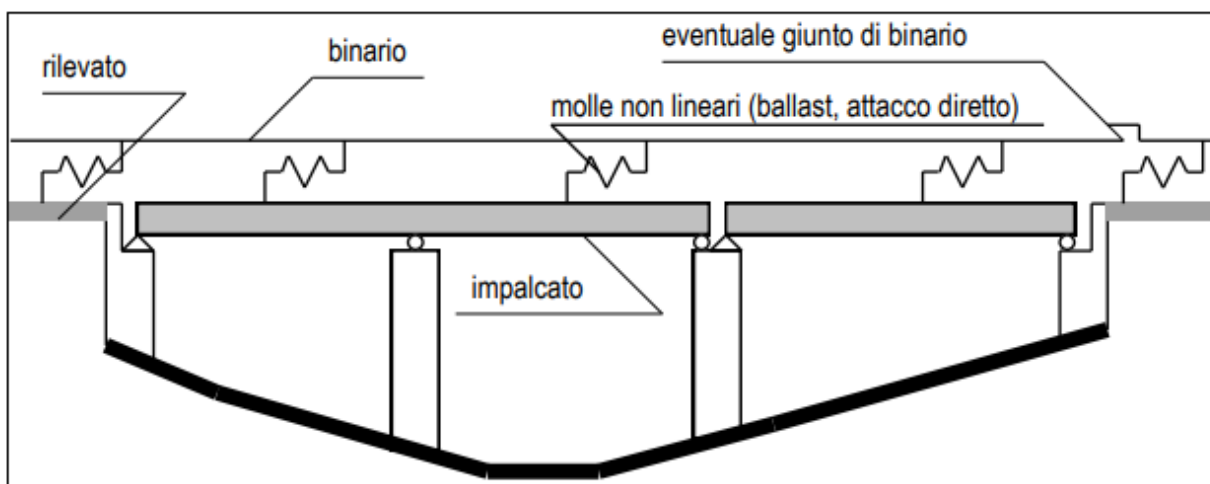


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 34 – 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:

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

- 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 δ_H , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione L_T è minore di 40 m.”

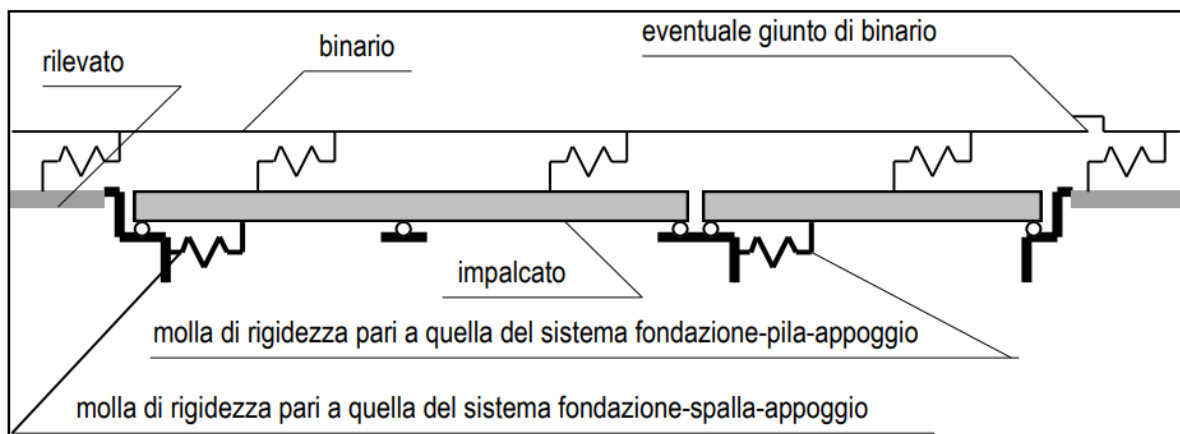


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

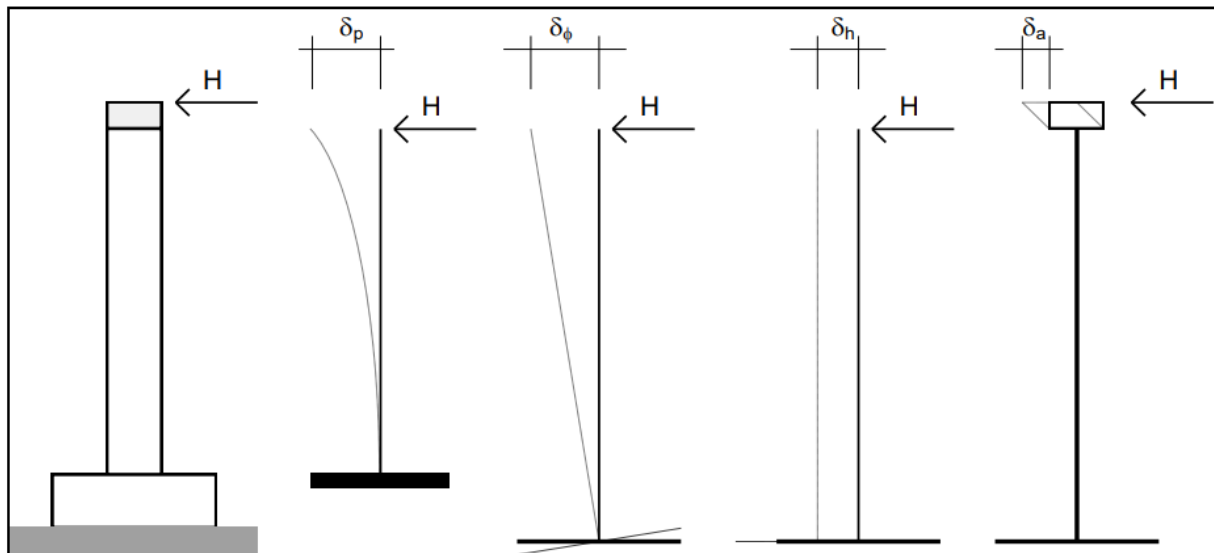


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 35 – 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.

**VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59:
Relazione di calcolo pila impalcato
da 70m**

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

NOME: IMPALCATO L=70 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	68,25	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	2,60
L (m)	70,00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q _{3,f} (kN)	1540,0	Q _{3,f} (kN)	2450,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
V _{3,f} (kNm)	58,7	V _{3,f} (kNm)	93,3	Forza frenatura caratt. verticale
Q _{3,a} (kN)	1100,0	Q _{3,a} (kN)	1000,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
V _{3,a} (kNm)	41,9	V _{3,a} (kNm)	38,1	Forza avviamento caratt. verticale
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)				
Q _{3,f} (kN)	2450,0	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)	3550,0	Massima azione applicata all'appoggio		
I _L (m ⁴)	30,70	Inerzia longitudinale elevazione		
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione		
H _{elev} (m)	12,50	Altezza elevazione		
K (kN/m)	1572437	$K=(3 \cdot E \cdot I_L) / H_{elev}^3$		
δ _p (mm)	2,3	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)	
δ _φ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	φ (rad)	0,00001
δ _h (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s _h (mm)	1,0
δ _a (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi		
Σ δ _i (mm)	4,3	Spostamento totale	< 5.0 mm	OK VERIFICATO

11.2.2 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.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	153

11.3 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.

11.3.1 Campata L=70 m

11.3.1.9 Ritegni trasversali

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

11.3.1.10 Ritegni longitudinali

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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.T.F.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	154

12. 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	Elevazione (kg/m ²)	Pulvino (kg/m ²)	Baggioli (kg/m ²)	Ritegni (kg/m ²)
PILA P56 H=9.5m	160	200	350	450

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	155

13. APPOGGI E GIUNTI

13.1 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=70 m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più caricata, nel caso del viadotto in esame quella P56 di altezza H=12.50 m.

Massa efficace longitudinale (kg)	2633456	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	1398593	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	1398593	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	16794	
Forza sismica trasversale (kN)	8919	
Forza sismica verticale (kN)	2043	
Spettro elastico longitudinale Se(T) (g)	0,6501	(vedi calcolo pila P56 H=12.5m)
Spettro elastico trasversale Se(T) (g)	0,6501	
Spettro elastico verticale Sve(T) (g)	0,1489	

IMPALCATO CAP L=70m												
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)			Appoggio (UT)		
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.
SLU PERM												
Max (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550
Min (kN)	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550	±0	±0	+8550
SLU												
Max (kN)	±1150	±1800	+13050	±0	±1600	+13250	±0	±0	+15600	±1150	±0	+15700
Min (kN)	-±1950	-±1500	+4750	±0	-±1300	+4900	±0	±0	+4900	-±800	±0	+4750
SLV												
Max (kN)	±8750	±8900	+7050	±0	±8900	+7050	±0	±0	+7050	±8750	±0	+7050
Min (kN)	-±8050	-±8900	+4500	±0	-±8900	+4500	±0	±0	+4500	-±8050	±0	+4500
TOTALE (kN)	±8750	±8900	±13050	±0	±8900	±13250	±0	±0	±15600	±8750	±0	±15700
Spont. Max (mm)	-	-	-	±160	-	-	±160	±5	-	-	±5	-

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	VI02 da km 3+388,59 a km 5+148,59: Relazione di calcolo pila impalcato da 70m	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	05	001	B	156

13.2 ESCURSIONE DEI GIUNTI

In accordo con il p.to 2.5.2.1.5.1 del RFI DTC SICS PS MA IFS 001 A, per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, l'entità dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi di appoggio può essere valutata come segue:

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

E_1 spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

E_2 spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

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 P56 H=12.5m		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)	37,8	+	E_2 (mm)	99,8	+	E_3 (mm)	161,6	=	E_L (mm)	134,6
E_T (mm)	±18,9		d_{Ed} (mm)	±45,3		d_{eg} (mm)	±80,8		k_1	0,45
			k_2	0,55		a_g SLV (g)	0,178			↓
L (mm)	70000		μ_d	1,00		S	1,426		Zona sismica	$a_g < 0.25g$
α (1/°Cm)	1,20E-05		q	1,00		T_B (s)	0,187		E_0 (mm)	234
ΔT (°C)	±22,5		T_1 (s)	0,293		T_C (s)	0,561			↓
						T_D (s)	2,314		E_L (mm) >	E_0 (mm)
						F_0	2,561		>	E_1 (mm)
									>	E_2 (mm)
									>	E_3 (mm)
Spostamento sismico a livello giunti:			d_{Ee} (mm)	45,3 (da calcoli)						
CORSA APPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)		± ($E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm})$)		±132 mm						↓
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)		± ($E_L/2 + 10 \text{ mm}$)		±127 mm						↓
	OK	Escursione giunti progetto		±160 mm			←	E_L (mm)	234,0	
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)		V ≥ ($E_L/2 + 20 \text{ mm}$)		±137 mm						
	OK	Varco impalcati progetto		±200 mm						