

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



ATLANTE

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA

LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Opere d'arte maggiori - Ponti e Viadotti ferroviari

VI04 da km 8+492.13 a km 8+907.13

Relazione di calcolo Spalla S1

L'Appaltatore

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

Ing. Gianguido Babini

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 17/03/2023

firma

Data 17/03/2023

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 4 0 4	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	Aprile 2023	Martignoni	Aprile 2023	Rinaldi	Aprile 2023	

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	1

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2.1 Descrizione della spalla in esame	6
3.. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	8
3.1 Normativa di riferimento	8
3.2 Normativa tecnica nazionale	8
3.3 Manuali ITF	9
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	9
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
4.1 Calcestruzzo	10
4.2 Acciaio	11
4.3 Durabilità	12
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	16
5.1 Caratteristiche delle opere.....	16
5.2 Criteri generali di verifica	16
5.3 Software di calcolo	23
5.4 Validazione programmi di calcolo	25
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	26
6.1 Categoria di sottosuolo.....	26
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	26
7.. ANALISI DEI CARICHI	27
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	27
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	27
7.3 Spinta del terreno (G_3).....	30
7.4 Azioni variabili verticali (Q)	33
7.5 Azioni variabili orizzontali (Q)	42
7.6 Azione del vento (Q_6)	52
7.7 Azione sismica (e).....	57
7.8 Variazioni termiche (Q_7)	71
7.9 Attrito (Q_8).....	71
7.10 Scarichi agli appoggi	72
8.. COMBINAZIONI DI CARICO	74
8.1 Combinazioni di carico adottate.....	75

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	2

9.. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	77
9.1 Elementi in cemento armato.....	77
10. MODELLO DI CALCOLO	83
11. ANALISI SPALLA MOBILE S1.....	85
11.1 Azioni impalcati	85
11.2 Sollecitazioni elevazione	91
11.3 Sollecitazioni in fondazione	99
11.4 Sollecitazioni muro paraghiaia.....	109
11.5 Sollecitazioni muro d'ala.....	113
11.6 Verifiche Muro Frontale	121
11.7 Verifiche plinto fondazione	132
11.8 Verifiche muro d'ala.....	142
11.9 Verifiche Muro Paraghiaia	154
12. VERIFICHE LOCALI.....	160
12.1 Baggioli	160
12.2 Deformabilità spalla.....	162
12.3 Ritegni.....	165
13. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	167
14. APPOGGI E GIUNTI.....	168
14.1 Appoggi.....	168
14.2 Escursione dei giunti	168

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	3

1. PREMESSA

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

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

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	4

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi e la verifica della Spalla A che sostiene la campata in c.a.p. da 25 m del viadotto ferroviario denominato VI04, previsto tra le progressive chilometriche 8+492,13 e 8+907,13.

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

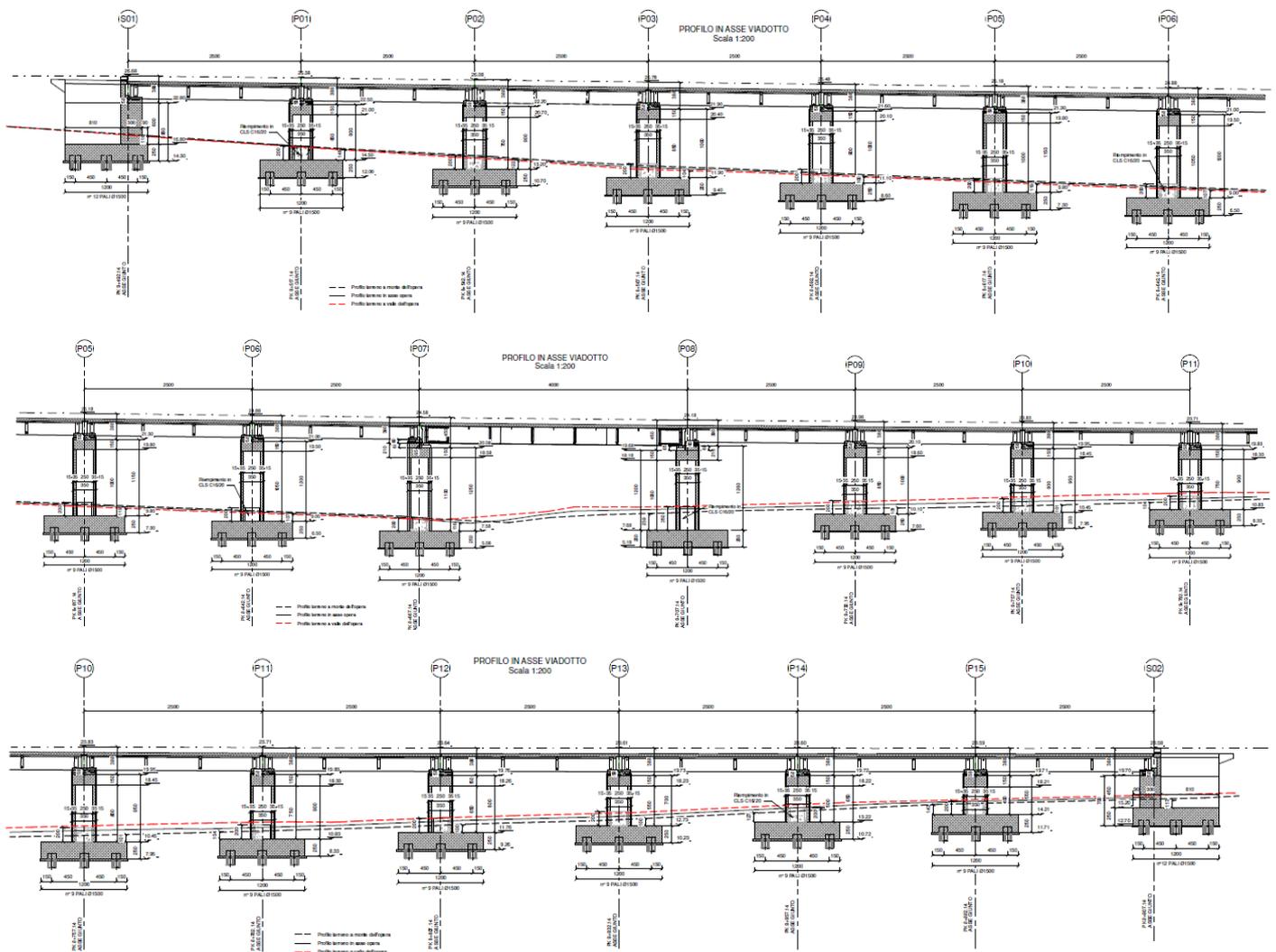


Figura 1 – Profilo longitudinale VI04

Gli impalcati in c.a.p. sono costituiti da quattro cassoncini in c.a.p. preteso hanno altezza pari a 2.10 m ed interasse pari a 2.41 m. Al di sopra dei cassoncini viene realizzata una soletta in calcestruzzo gettata in opera avente spessore variabile da un minimo di 0.30 m ad un massimo di 0.40 in asse impalcato.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	5

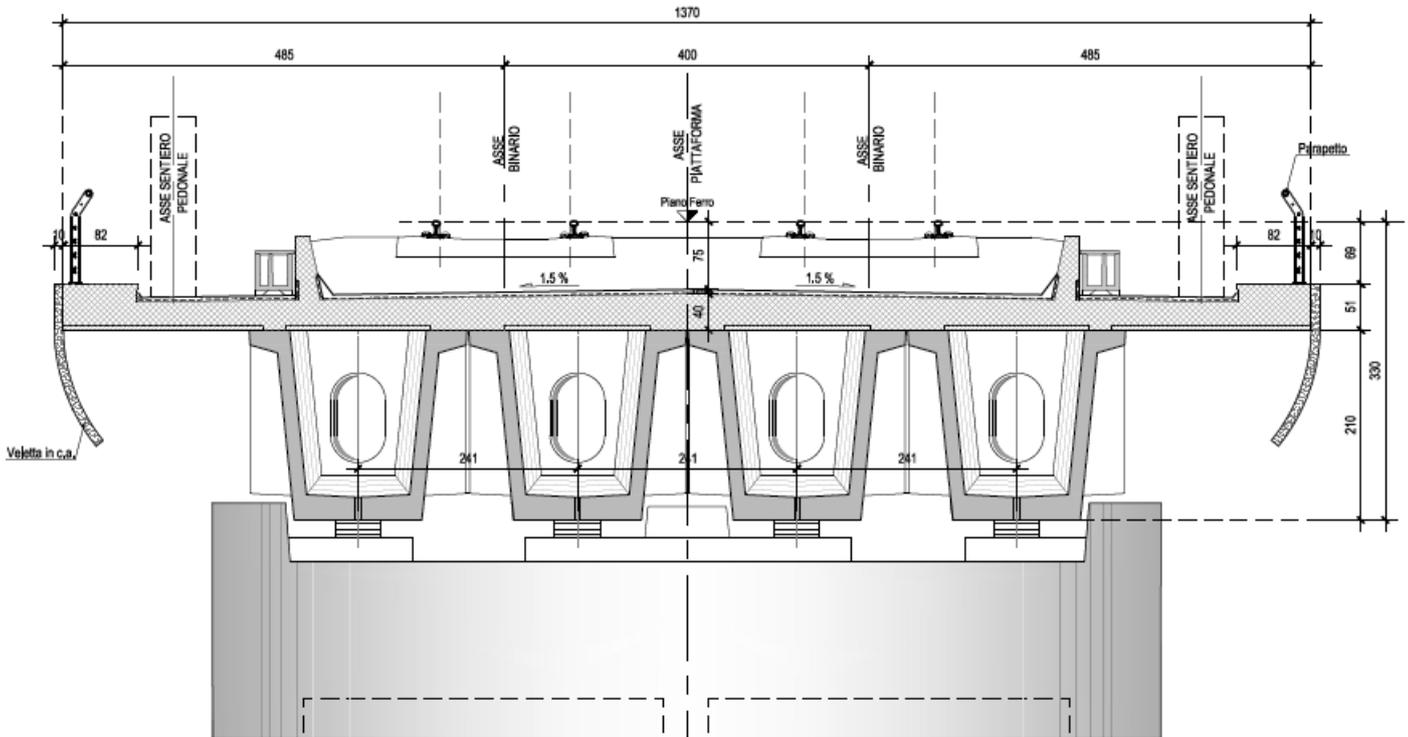


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

Nel presente documento si analizzano alcune delle sottostrutture del viadotto in esame.

WBS	SPALLE	H _{calcolo}	IMPALCATI							SISMA		FONDAZIONE				
			R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Categoria Sottosuolo	D _{pali}	n _{pali}	Stratig.	Liquefaz.	Scalzam.
			[m]		[m]		[m]				[m]	[m]				
VI04	S01	6	5000	-	-	-	C.a.p.	25	Mobile	S2	C	1.5	12	1	NO	-
	S02	4.5	5000	C.a.p.	25	Fisso	-	-	-	S2	C	1.5	12	2	NO	-

Tabella 1 – Sintesi delle spalle VI04

Oggetto del presente documento sono quindi le analisi e le verifiche delle spalle, in particolare della spalla S01, relativa all'impalcato in c.a.p.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	6

2.1 DESCRIZIONE DELLA SPALLA IN ESAME

Le sottostrutture consistono in due spalle con fondazioni di tipo profondo su pali. La spalla indicata con “S01” è la spalla mobile mentre quella indicata con “S02” è la spalla fissa. Il presente documento contiene le verifiche strutturali e geotecniche della spalla S01.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche delle sottostrutture.

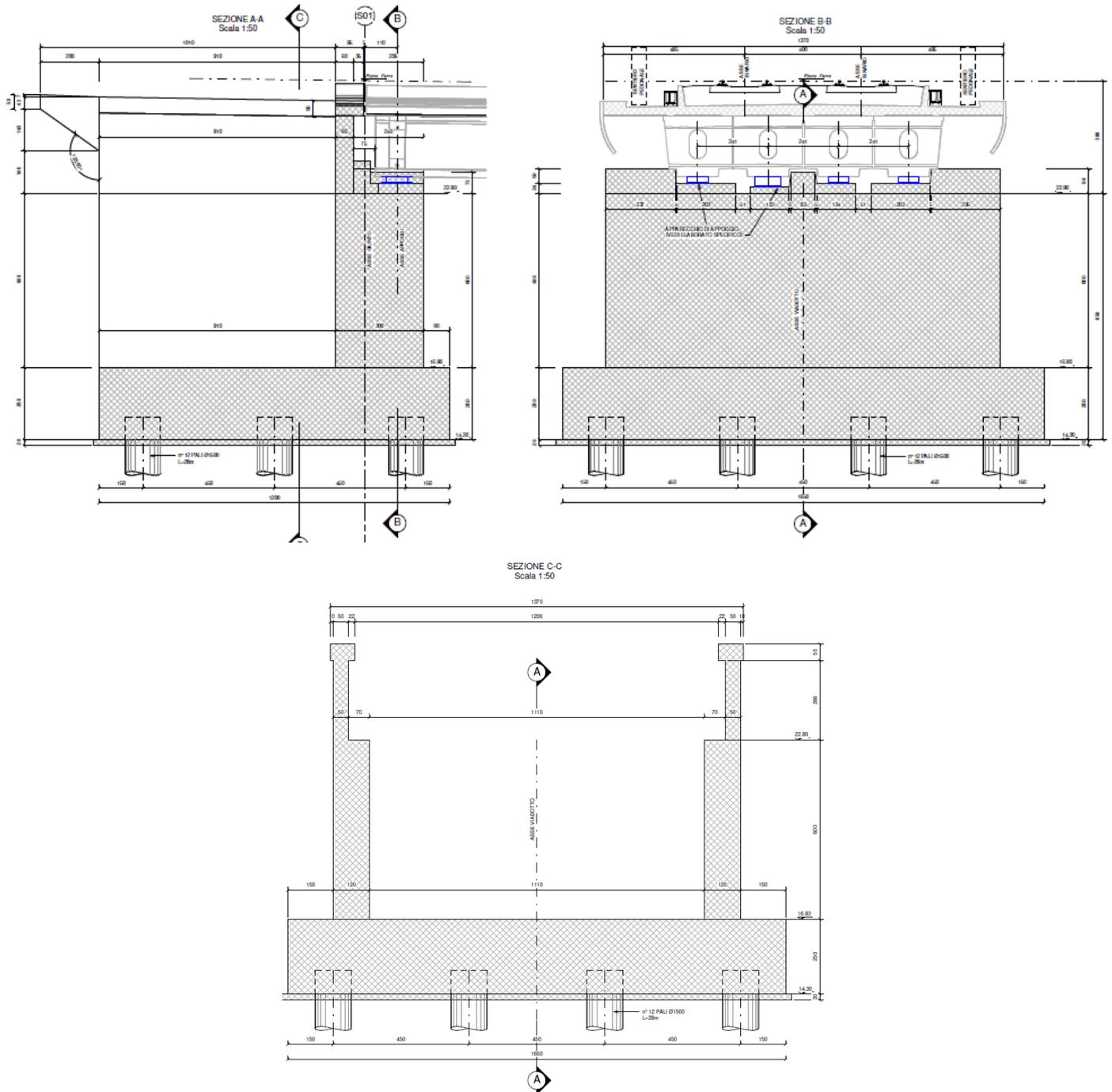


Figura 3 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	7

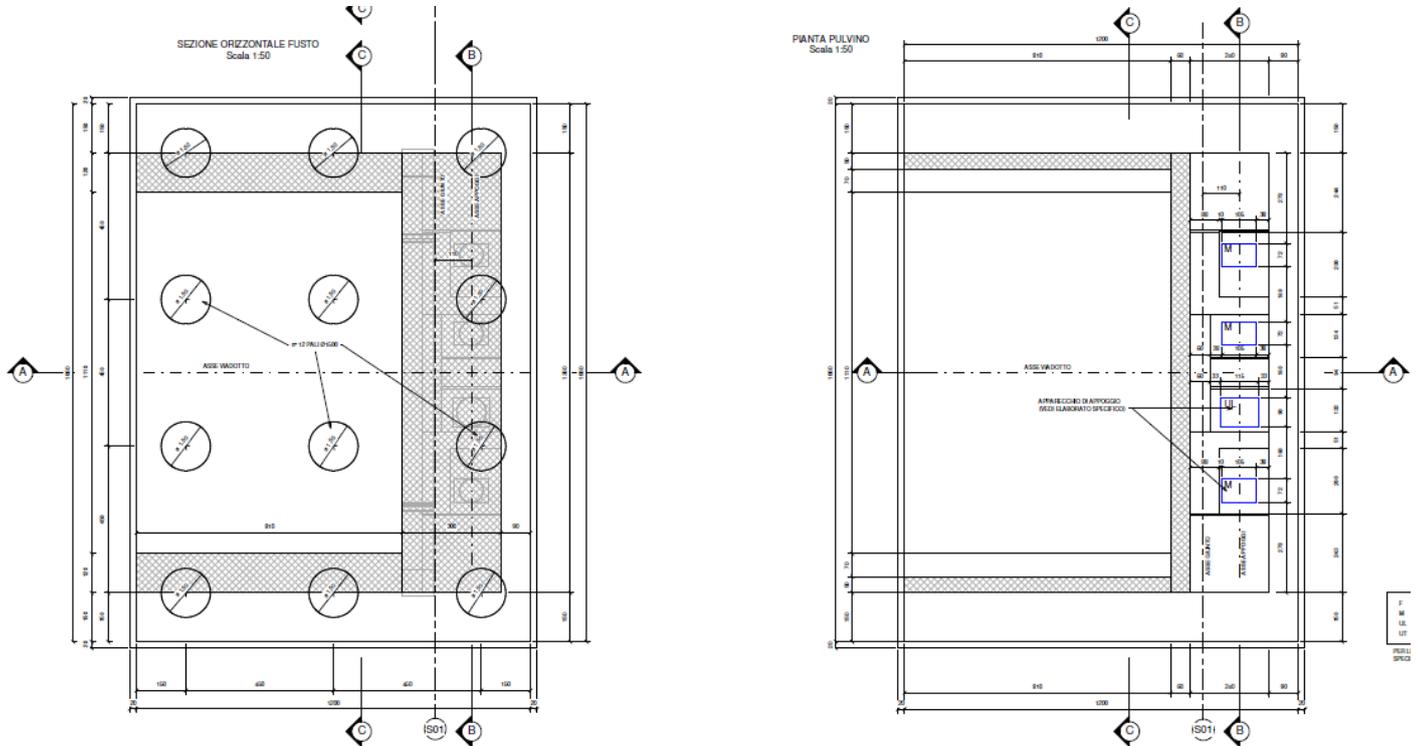


Figura 4 – Vista in pianta

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	8

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”;

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	9

[15] Circolare LL.PP. n°617 02/02/2009 - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

3.3 MANUALI ITF

- [16] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E - Manuale di progettazione delle opere Civili;
- [17] RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili;
- [18] RFI DINIC MA PO 00 001 B - Manuale di progettazione Ponti
- [19] RFI DTC ICI PO SP INF 001 A - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari del 12/10/2009
- [20] RFI DINIC MA PO 00 001 C - Prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva ponti Vol.1 e vol.2
- [21] RFI DTC INC PO SP IFS 003 A - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- [22] RFI DTC INC PO SP IFS 005 A - Specifica per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e cavalcavia.

3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

- [23] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [24] Migliacci – F. Mola – "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a." - Masson Italia Editori 1985
- [25] C. Cestelli Guidi - "Geotecnica e tecnica delle fondazioni" - Ulrico Hoepli Editore 1987
- [26] R. Lancellotta – "Geotecnica" - Edizioni Zanichelli 1987
- [27] Bowles J.E.: "Foundations Analysis and Design" 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988
- [28] Bustamante M., Gianceselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	10

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi

Classe minima	C12/15
Classe di esposizione ambientale	XC0

4.1.2 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione

Classe minima	C25/30
Classe di esposizione ambientale	XC2
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 30$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 24.90$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 2.56$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ MPa
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.19$ MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
<u>Stato limite di esercizio</u>	
Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.70$ MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} = 9.96$ MPa

4.1.3 Calcestruzzo parti in elevazione pile, spalle e solettoni

Classe minima	C32/40
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 40$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17$ MPa
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 18.81$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.45$ MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5 \%$
<u>Stato limite di esercizio</u>	
Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} = 18.26$ MPa

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	11

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

4.1.4 Calcestruzzo per baggioli e ritegni

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

Stato limite ultimo

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

Stato limite di esercizio

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

4.2 ACCIAIO

4.2.1 Acciaio d'armatura in barre per calcestruzzo armato

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

Stato limite ultimo

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

Stato limite di esercizio

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSULENTE & R.L.		MANDANTI HYpro S.p.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	12

4.3 DURABILITÀ

4.3.1 Conglomerati cementizi

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

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

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

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

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa 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																		
UNI 11104:2016	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
						XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3							
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,80		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30		C30/37	C32/40	C32/40	C35/45		C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C30/37	C32/40	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 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati c)		

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

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

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

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

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

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	13

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 4 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: 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 0,6 C25/30 300 - - - -
Rapporto max A/C	XC2 0,60	
Classe di resistenza minima	C25/30	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	300	
Contenuto minimo di aria (%)	-	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	
Cemento resistente ai solfati	-	
Cemento resistente all'acqua di mare	-	
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) 20
Ambiente Ordinario		
Vita nominale 75	valori tabella +5 mm	C C25/30 Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls SI	valori tabella -5 mm	C_0 C35/45
Elemento a piastra SI		C_{min} C25/30
NTC 2008	Condizioni ambientali Ordinarie Gruppo di esigenza A	Copriferro nominale c_{nom} (mm) 36

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	14

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. Cis in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cis ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.			
- 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						
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(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) 40
Ambiente Aggressivo						
Vita nominale		75	valori tabella +5 mm	C	C32/40	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls		NO	valori tabella	C_0	C40/50	
Elemento a piastra		NO		C_{min}	C30/37	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive		Gruppo di esigenza B		Copriferro nominale c_{nom} (mm) 50	

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	15

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:
Rapporto max A/C	XC4	XS1				XC4+XS1
Classe di resistenza minima	0,50	0,50				0,5
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	C32/40	C32/40				C32/40
Contenuto minimo di aria (%)	340	340				340
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-	-				-
Cemento resistente ai solfati	-	-				-
Cemento resistente all'acqua di mare	-	SI				SI
COPRIFERRO NOMINALE						
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$		(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)				
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$		(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)				
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)						Δc_{dev} (mm) 10
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)						$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)						$c_{min,b}$ (mm) 26
Tipo di acciaio Ordinario						
\varnothing (mm) 26		diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)				
D_{upper} (mm) 25		dimensione max aggregato				
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)						$c_{min,dur}$ (mm) 30
Ambiente Aggressivo						
Vita nominale 75		valori tabella +5 mm		C	C32/40	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls SI		valori tabella -5 mm		C_0	C40/50	
Elemento a piastra SI				C_{min}	C30/37	
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	Gruppo di esigenza B	Copriferro nominale	c_{nom} (mm)	40	

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	16

5. APPROCCIO DI CALCOLO

5.1 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

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

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

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

Vita nominale	$V_N = 75$ anni (§ 2.4.1 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”)
Classe d’uso	III (§ 2.4.2, “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”)
Coefficiente d’uso	$C_U = 1.5$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U = 112.5$ anni

5.2 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

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

5.2.1 Combinazioni di carico

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

$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU
G_1	masse dei pesi propri strutturali
G_2	masse dei carichi permanenti non strutturali
P	precompressione e pretensione
Q_{ki}	masse dei carichi accidentali
E	azione sismica
A_d	azione eccezionale
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)

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	17

5.2.2 Stati limite ultimi

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

$R_d \geq E_d$	(Eq. 2.2.1)
$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$	valore di progetto della domanda, funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate (a_d)
$R_d = R(F_d ; X_d ; a_d)$	capacità di progetto in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (a_d)
$F_d = \gamma_F \cdot F_k$	azioni di progetto
$X_d = X_k / \gamma_M$	proprietà del materiale di progetto
a_d	parametri geometrici di progetto
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.

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.

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	18

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

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

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

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

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

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

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

⁽⁶⁾ 1,20 per effetti locali

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

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 carico	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

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

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	19

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	20

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{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	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	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_γ	γ_γ	1,0	1,0

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

5.2.5 Stati limite di esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [14], la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

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

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

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

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

5.2.6 Stati limite ultimi e di esercizio sismici

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

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	21

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

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

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

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

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

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

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

MANDATARIA 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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	22

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 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	23

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

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

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							
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	24

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	25

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.

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	26

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

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

6.2 CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI E STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Vedi relazioni di calcolo di verifica pali.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	27

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G_1)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	28

7.2.1 Ballast (G_{2,1})

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

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

Inoltre, sopra il profilo di monte della spalla si applicano le pressioni verticali derivanti dal peso del cassonetto di ballast, di larghezza circa 9.00 m, spessore 0.80 m e peso specifico 20 kN/m³.

Si valuta come carico permanente associato una pressione uniforme mediata sulla larghezza della spalla di 13,50 m, come di seguito esposto:

$$G_2 = (0.80 \cdot 20 \cdot 8.2) / (13.50) = 9.72 \text{ kPa}$$

Si ha pertanto una spinta a riposo distribuita sull'altezza libera fuori terra della spalla e di larghezza pari alle elevazioni spalle.

7.2.2 Velette (G_{2,2})

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

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

7.2.3 Arredi (G_{2,3})

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

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

7.2.4 Barriere antirumore (G_{2,4})

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	29

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

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

Per la valutazione della azione verticale agente sul muro d'ala si fa riferimento all'analisi dei carichi impalcato, che sono ricavate del modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m, in cui è stato considerato il peso proprio della barriera antirumore pari a 20 kN/m.

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	30

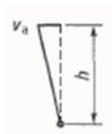
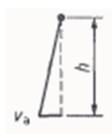
7.3 SPINTA DEL TERRENO (G_3)

I valori delle spinte vengono computate automaticamente dai software secondo le metodologie seguenti, per ulteriori approfondimenti si rimanda direttamente al manuale d'uso.

Nome	Tipo	γ_{G1} (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
TERRENO, FALDA	Permanente	EQU 0.90 / 1.10 (A1) 1.00 / 1.30 (A2) 1.00 / 1.00	-	-	-

Le condizioni di spinta sono assunte in base agli spostamenti delle pareti, ovvero del grado di mobilitazione necessario per innescare il regime di spinta, vedi a riguardo le indicazioni contenute nell'EC7.

Table C.1 — Ratios v_s/h

Kind of wall movement		v_s/h loose soil %	v_s/h dense soil %
a)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b)		0,2	0,05 to 0,1
c)		0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:
 v_s is the wall motion to mobilise active earth pressure
 h is the height of the wall

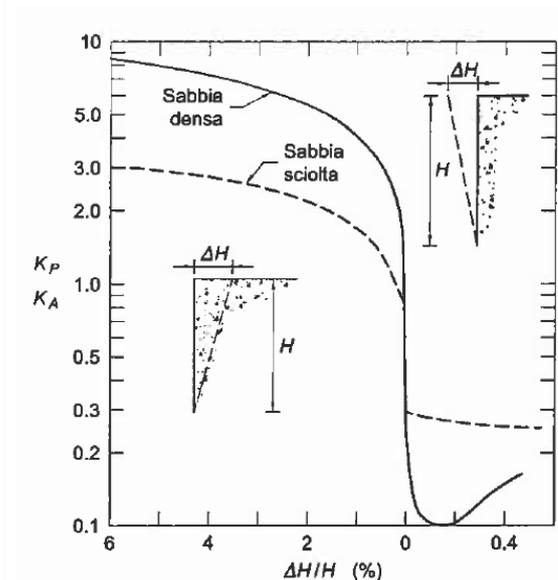


Figura 5 - Spostamenti relativi muro-terreno necessari per il raggiungimento di un regime di spinta attiva secondo EC7 Annex C e Lancillotta (1999)

7.3.1 Spinta a riposo

La spinta statica totale sulla parete S_{0h} si calcola secondo le seguenti relazioni:

$$S_{0h} = \int_0^H \sigma_h(z) dz$$

spinta a riposo statica totale sul muro

$$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) \cdot k_0$$

pressione orizzontale di spinta del terreno

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	31

Per piano campagna orizzontale si fa riferimento alla seguente correlazione (Jaky, 1944 e Schmidt, 1966):

$$k_o = 1 - \text{sen}(\varphi') \cdot \text{OCR}^\alpha$$

$$\text{OCR} = 1$$

grado di sovraconsolidazione

$$\alpha = 0.5$$

Per pendio inclinato (β) si può considerare che la spinta a riposo sia parallela al p.c. e che il coefficiente k_o valga:

$$k_o = (1 - \text{sen}(\varphi') \cdot \text{OCR}^\alpha) \cdot (1 + \text{sen} \beta)$$

$$\beta = 0$$

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

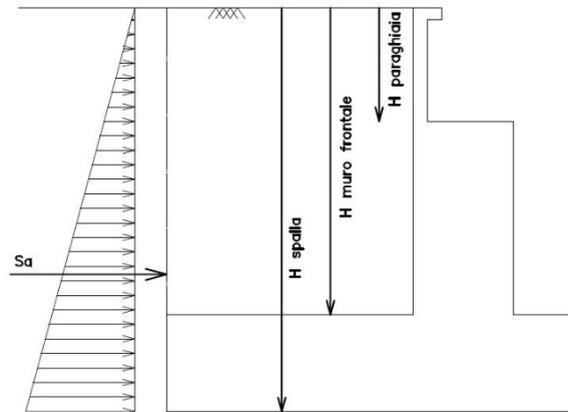


Figura 6: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

7.3.2 Spinta attiva

Il coefficiente di spinta attiva (K_a) viene valutato ricorrendo alla correlazione generale di Mueller-Breslau basata sulla teoria di Coulomb e riferita a superfici di rottura piane. In questo caso l'approssimazione (rispetto a quanto si sarebbe ottenuto considerando superfici di rottura di geometria complessa) risulta molto contenuta e a favore di sicurezza.

La spinta attiva statica totale sulla parete S_{ah} si calcola secondo le seguenti relazioni:

$$S_{ah} = \int_0^H \sigma_h(z) dz$$

spinta attiva statica totale sul muro

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left[1 + \frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \beta)}{\sqrt{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

coefficiente di spinta attiva

$$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

pressione orizzontale di spinta del terreno

$$\sigma_v(z)$$

pressione verticale del terreno

$$H$$

altezza della parete di spinta

$$\varphi$$

angolo attrito del terreno

$$\delta = 0$$

attrito tra terreno e parete

$$\psi = 90^\circ$$

angolo tra parete di spinta e piano orizzontale

$$\beta$$

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

$$c$$

coesione del terreno

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	32

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni, viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento:

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

γ_{sat}

γ_w

$$S_{\text{ah}} = \int_0^H \sigma'_h(z) dz + E_{\text{ws}} + E_{\text{wd}}$$

$$\sigma'_h(z) = \sigma'_h(z) \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$\sigma'_v(z)$

E_{ws}

E_{wd}

peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori)

peso di volume dell'acqua

spinta attiva statica totale efficace sul muro

pressione orizzontale di spinta efficace del terreno

pressione verticale efficace del terreno

spinta idrostatica

spinta idrodinamica

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	33

7.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

7.4.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

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

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

7.4.1.1 Modello di carico LM71

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

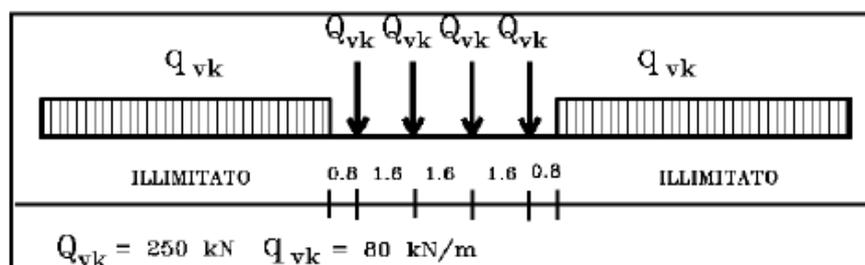


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

Figura 7 – Schema treno di carico LM71

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

7.4.1.2 Modello di carico SW

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	34

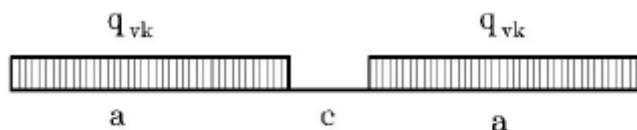


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

Tab. 5.2.I - Caratteristiche Modelli di Carico SW

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

Figura 8 – Schema treno di carico SW

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

7.4.1.3 Effetti dinamici

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

- per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza non superiore a 200 km/h, quando la frequenza propria della struttura ricade all'interno del fuso indicato nella figura seguente è sufficiente utilizzare i coefficienti dinamici Φ definiti in §5.2.2.2.3 D.M. 14/01/2008;
- 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.

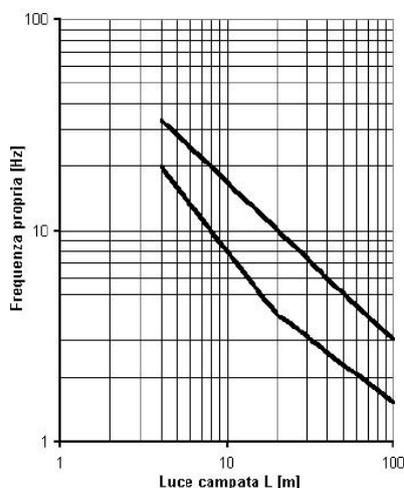


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_0 in Hz in funzione della luce della campata

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	35

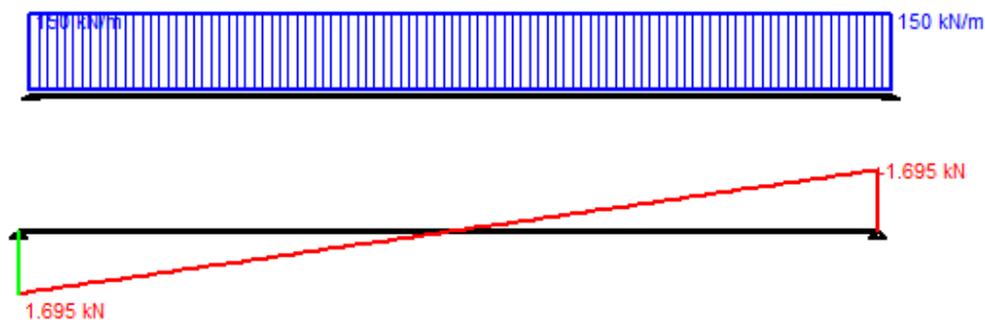
Nei casi di ponti ad arco o scatolari, con o senza solettone di fondo, aventi copertura h maggiore di 1.00 m, il coefficiente dinamico può essere ridotto nella seguente maniera:

$$\Phi_{rid} = \Phi - (h-1.00)/10 \geq 1.00$$

h altezza della copertura dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse (m)

Può assumersi $\Phi=1.00$ per strutture: con ricoprimento $h>2.50$ m, pile con snellezza $\lambda \leq 30$, spalle, fondazioni, muri di sostegno e spinte del terreno, oppure qualora debbano eseguirsi verifiche con treni reali dovranno essere associati coefficienti dinamici reali.

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



The screenshot displays the software interface for a beam analysis. It includes a schematic of a beam with a trapezoidal load, input fields for material properties (E = 31.400 MPa, J = 1.543E+08 cm⁴), and a table of results. The results table shows reaction forces (RA = 1.695 kN, RB = 1.695 kN) and moments (MA = 0, MB = 0). The interface also features a 'Diagrammi' section with 'Visualizza' and 'Stampa' buttons, and a 'Calcola' button at the bottom right.

N° Carichi dist. TRAPEZI				
N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	22,6

Risultati					
Reazioni vincolari					
MA	kNm	0	MB	0	
RA	kN	1.695	RB	1.695	
Φ_A	[rad]	0,001489	Φ_B	0,001489	
max M+		9,577	x max M+	11,3	
max M-		0	x max M-	0	
f max	m	0,01051	x f max	11,3	

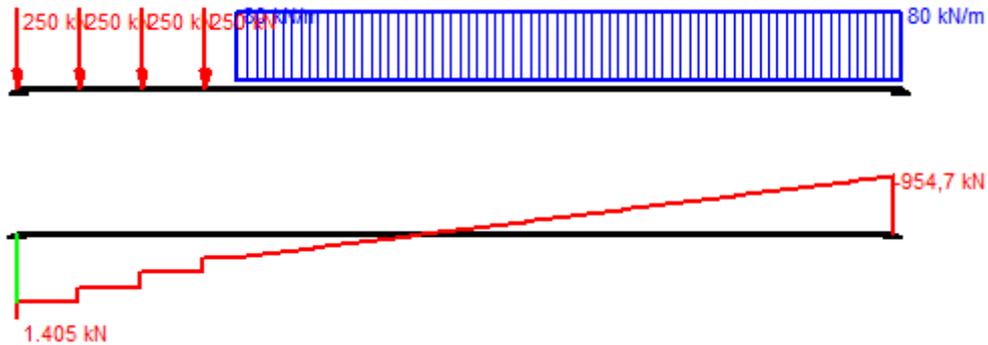
Risultati all'ascissa x			
x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	1.695	0

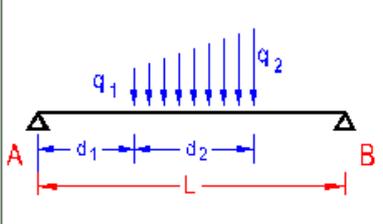
Figura 10 – Condizione di massimo taglio all'appoggio – Modello di carico SW/2

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	36

$V_{max} = 1695 \text{ kN}$
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1695 / (22.60/2) = 150.0 \text{ kN}$
 $Q_1 = \alpha * q'_v * L/2 = 1.00 * 150.0 * 22.60/2 = 1695.0 \text{ kN}$

(Q1_SW/2 B1)
 Carico equivalente tagliante
 Azione verticale applicata con e=+2.00 m





Vincoli

App. - App.

Inc. - Inc.

Inc. - App.

Mensola

Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	80	80	5,6	17

Luce m J cm⁴ Sezione

E MPa Distanze parziali

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N°	d
3	1,6
4	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="1.405"/>	RB	<input type="text" value="954,7"/>

φA	[rad]	<input type="text" value="0,0009308"/>	φB	<input type="text" value="0,0008806"/>
max M+		<input type="text" value="5,696"/>	x max M+	<input type="text" value="10,62"/>
max M-		<input type="text" value="-0,0001139"/>	x max M-	<input type="text" value="22,6"/>
f max	m	<input type="text" value="0,006334"/>	x f max	<input type="text" value="11,07"/>

Diagrammi

Visualizza M V C

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1.155"/>	<input type="text" value="0"/>

N° sezioni di calcolo

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

$V_{max} = 1405 \text{ kN}$
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$
 $Q_1 = \alpha * q'_v * L/2 = 1.10 * 124.3 * 22.60/2 = 1545.5 \text{ kN}$

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

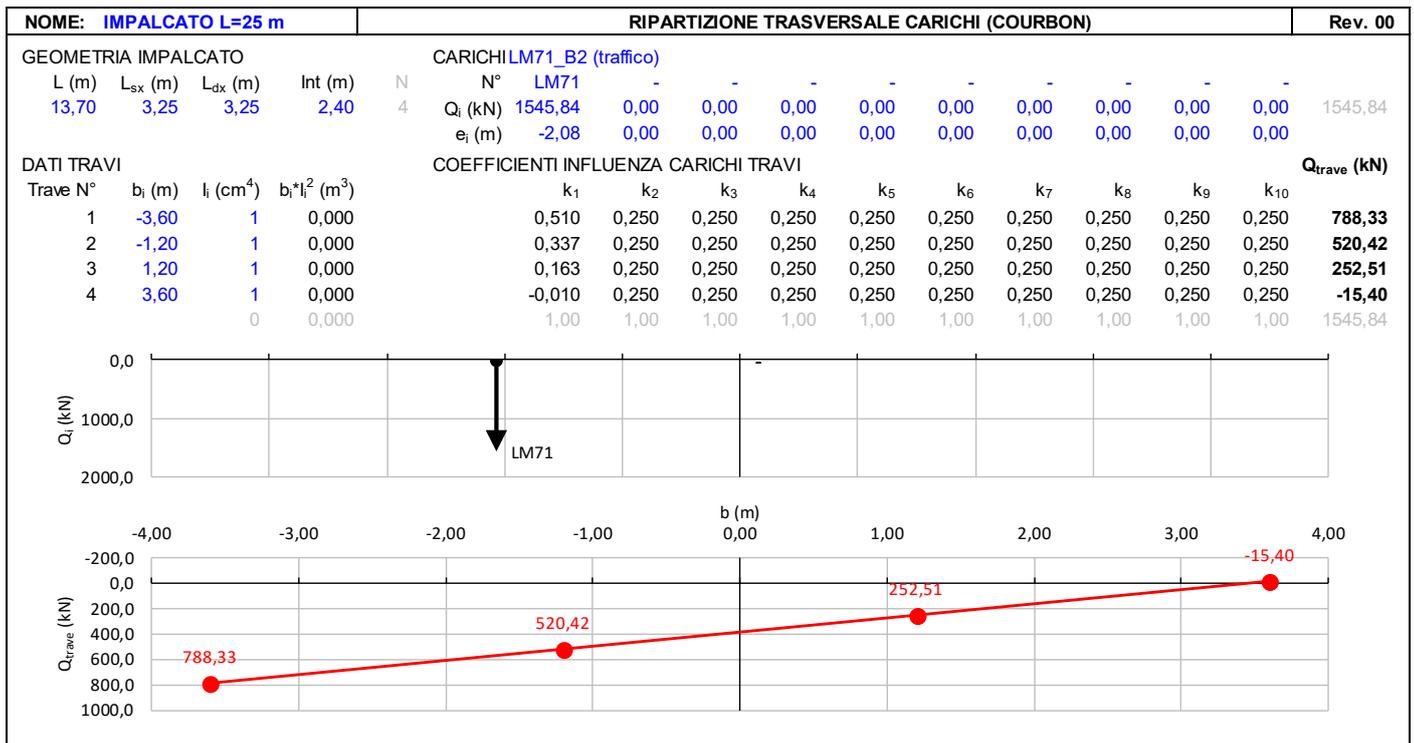
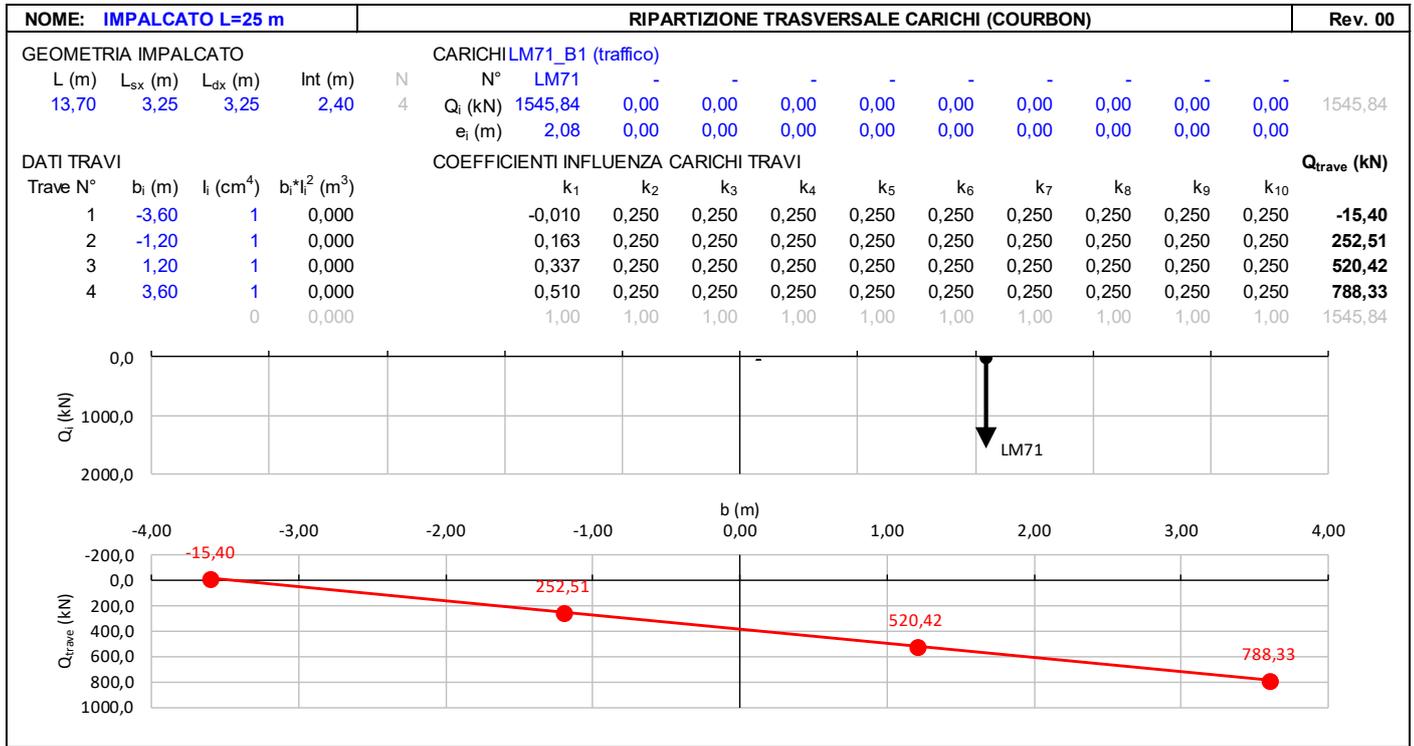
$V_{max} = 1405 \text{ kN}$
 $q'_v = V_{max} / (L/2) = 1405 / (22.60/2) = 124.3 \text{ kN}$
 $Q_1 = \alpha * q'_v * L/2 = 1.10 * 124.3 * 22.60/2 = 1545.5 \text{ kN}$

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	37

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**

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	38

NOME: IMPALCATO L=25 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00				
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI SW2_B1 (traffico)														
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	SW/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	1695,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1695,00
					e _i (m)	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI										Q_{trave} (kN)				
Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀					
1	-3,60	1	0,000	0,000	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,00				
2	-1,20	1	0,000	0,167	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	282,50				
3	1,20	1	0,000	0,333	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	565,00				
4	3,60	1	0,000	0,500	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	847,50				
				0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1695,00				

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	39

7.4.1.4 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, davanti alla spalla, in cui si massimizza il taglio all'appoggio.

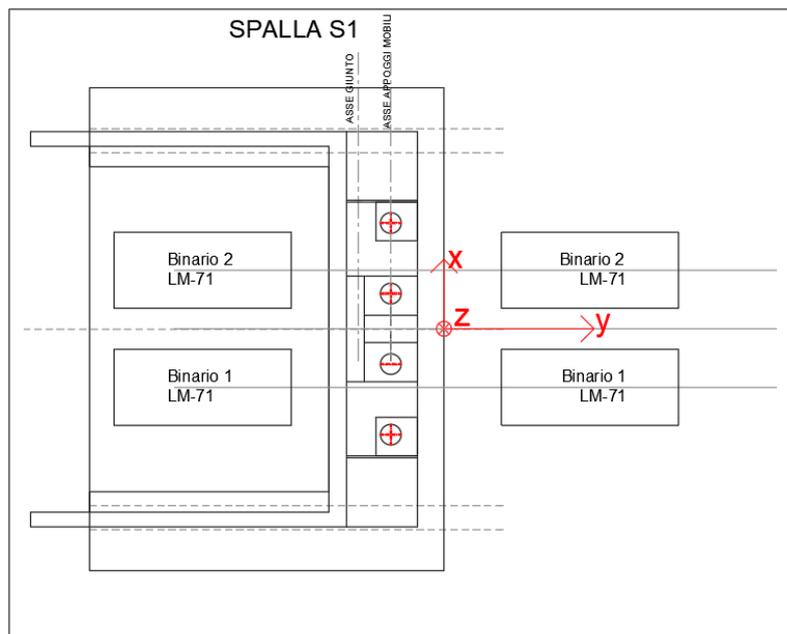
Dietro la spalla si è considerato un sovraccarico da traffico generato dalla presenza del treno di carico LM71 su entrambi i binari dietro la spalla, che si considera in contemporaneo alla presenza dei treni di carico in campata.

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

- Traffico-1: Due treni di carico in contemporaneo: LM71 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2.
- Traffico-2: Due treni di carico in contemporaneo: SW2 sul binario 1 "+" LM71 sul binario 2
- Traffico-3: Un treno di carico: SW2 sul binario 1.

Nella figura successiva vengono riportati gli schemi considerati:

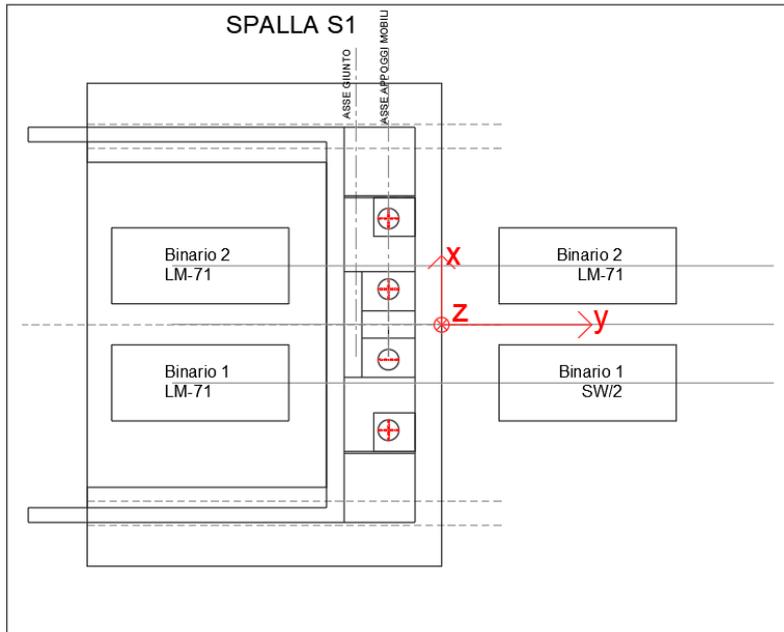
TRAFFICO-1



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	40

TRAFFICO-2



TRAFFICO-3

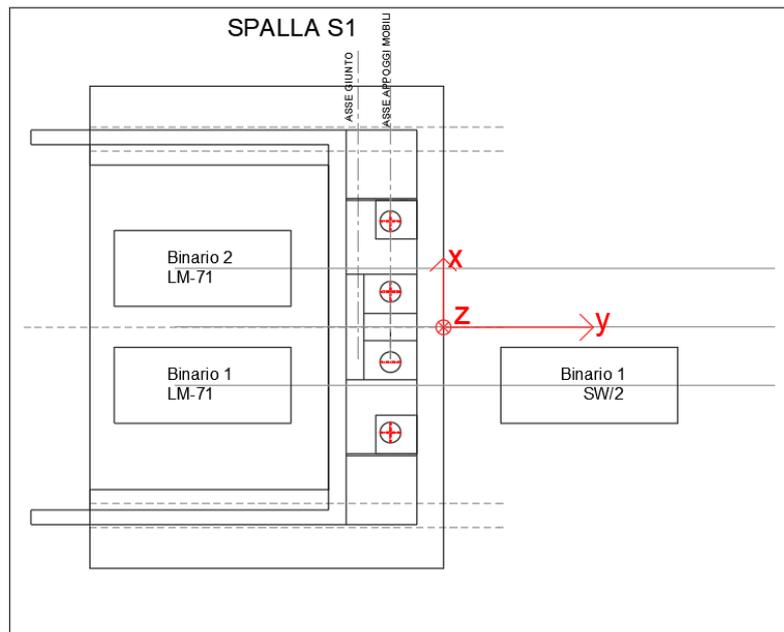


Figura 12 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	41

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

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

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

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Figura 13 – Carichi mobili da considerare nel caso di strutture a più 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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	42

7.5 AZIONI VARIABILI ORIZZONTALI (Q)

7.5.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

Sopra il profilo di monte della spalla si applicano le pressioni verticali derivanti dal transito ferroviario esterno. Come da normativa, si ipotizza come larghezza totale transitabile il tratto di profilo dove i carichi possono interagire con l'opera di sostegno, ovvero al di sopra della fondazione e all'interno del cuneo di spinta del terreno sulla parete.

Considerando caricati entrambi i binari, si valuta come carico accidentale associato una pressione uniforme media, come di seguito esposto:

$$q = \frac{1}{L_T \cdot L_L} \cdot \sum_1^n Q_i$$

pressione uniforme media sull'area caricata $L_T \cdot L_L$

$$L_L = 6.40 \text{ m}$$

lunghezza longitudinale interessata dai carichi
(lunghezza fondazione di monte spalla, comprensiva del cuneo di spinta del terreno)

$$L_T = 13.50 \text{ m}$$

larghezza trasversale transitabile (larghezza spalla)

Spalla S1

$$q = 1/(6.40 \cdot 13.50) \cdot (4 \cdot 250) \cdot 2 = 23.15 \text{ kPa}$$

Si ha pertanto una spinta a riposo distribuita sull'altezza libera fuori terra della spalla e di larghezza pari alle elevazioni spalle.

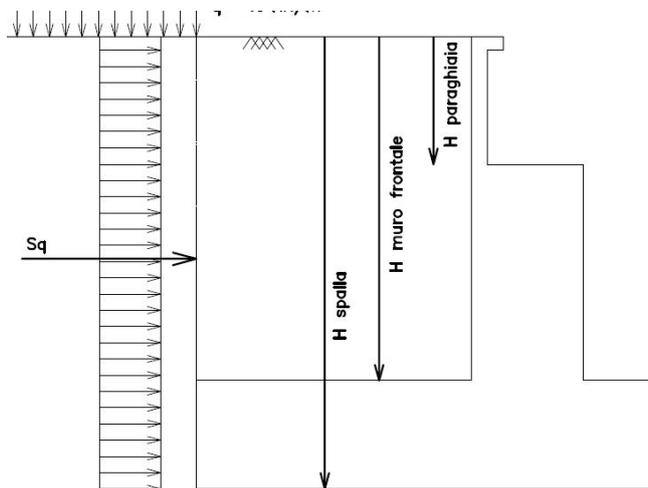


Figura 14: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	43

7.5.2 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

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	44

NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA CENTRIFUGA		Rev. 00
DATI DEL PROGETTO				
V (km/h)	200	Velocità di progetto	Distanza PF/appoggi (m)	3.30
R (m)	5000	Raggio di curvatura		
L _f (m)	12.50	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
Q _{vk} (kN)	1405.0	Q _{vk} (kN)	1695.0	Carichi verticali ferroviari caratteristico
Caso 1	Caso 2	Caso 1		
V (km/h)	200	120	V (km/h)	100
α (-)	1.00	1.10	α (-)	1.00
f (-)	0.758	1.000	f (-)	1.00
q _{tk} (kN/m)	67.08	35.05		
Q _{4,c} (kN)	67.1	Q _{4,c} (kN)	26.7	Forza centrifuga caratt. trasversale
M _{4,c} (kNm)	221.4	M _{4,c} (kNm)	88.1	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.

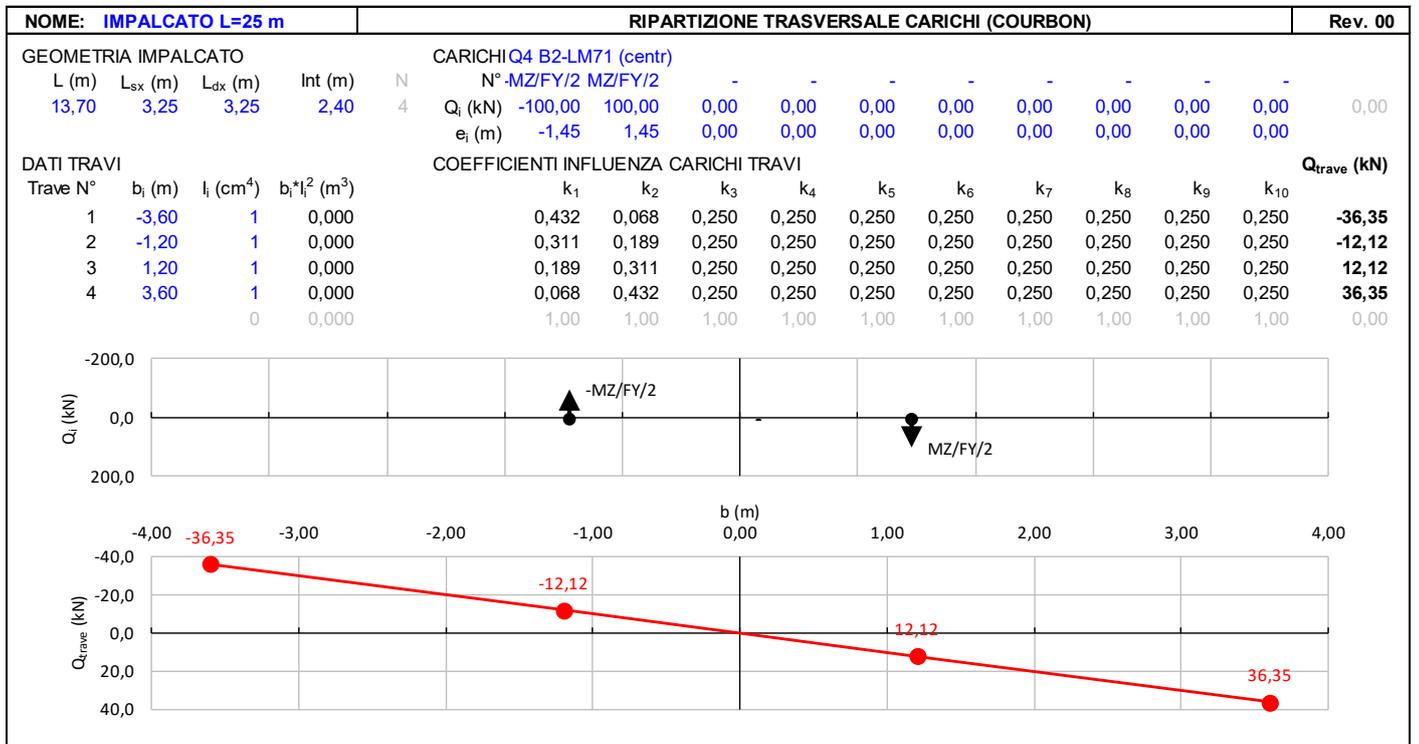
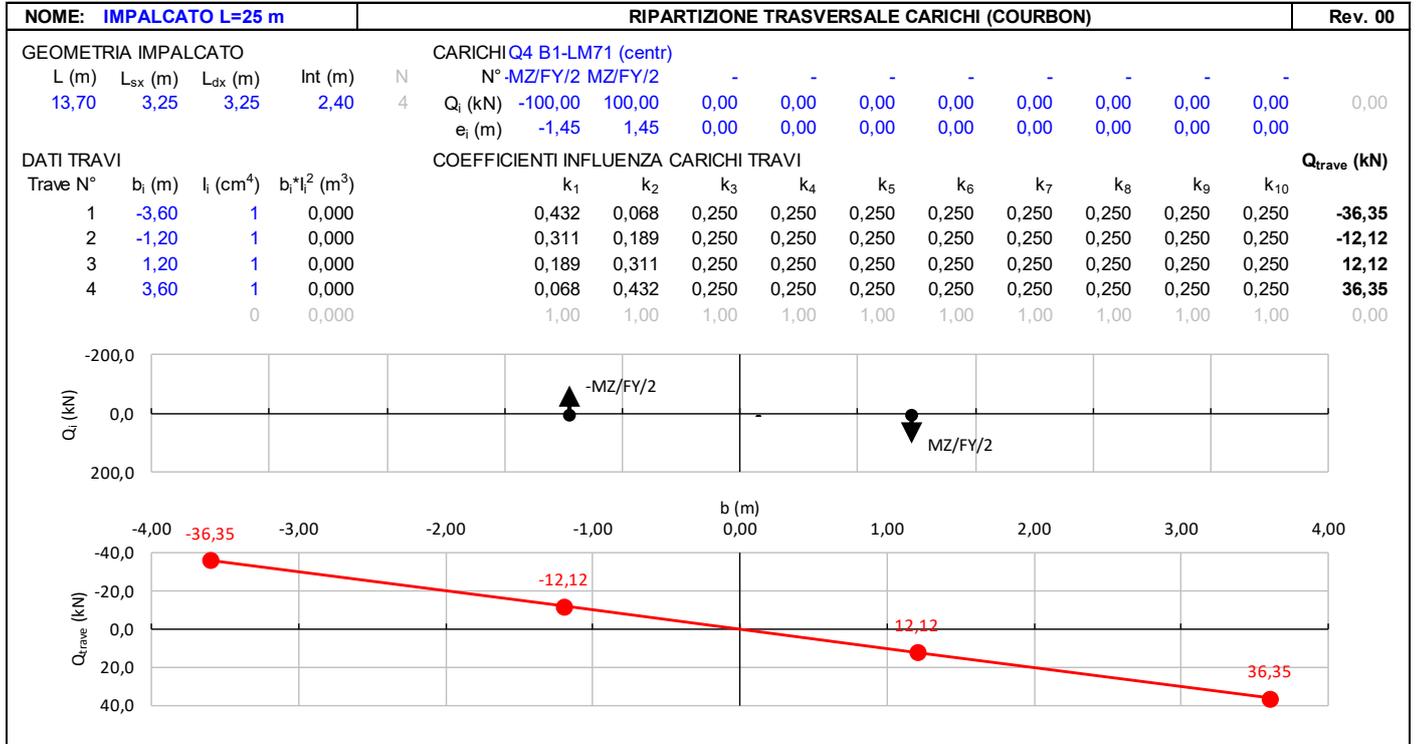
NOME: IMPALCATO L=25 m		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00							
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q4 B1-SW2 (centr)															
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	-100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
					e _i (m)	-0,45	0,45	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															
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	Q _{trave} (kN)					
1	-3,60	1	0,000	0,306	0,194	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-11,19					
2	-1,20	1	0,000	0,269	0,231	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-3,73					
3	1,20	1	0,000	0,231	0,269	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	3,73					
4	3,60	1	0,000	0,194	0,306	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	11,19					
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00					

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	45



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										
		VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	46

7.5.3 Azione laterale serpeggio (Q_5)

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

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

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

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

NOME: IMPALCATO L=25 m		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00						
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q_5 B1-SW2 (serp)														
L (m)	L_{sx} (m)	L_{dx} (m)	Int (m)	N	N° -MZ/FY/2	MZ/FY/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13,70	3,25	3,25	2,40	4	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	0,00
					e_i (m)	-1,65	1,65	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)	$b_i^3 I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}					
1	-3,60	1	0,000	0,456	0,044	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-41,25				
2	-1,20	1	0,000	0,319	0,181	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-13,75				
3	1,20	1	0,000	0,181	0,319	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	13,75				
4	3,60	1	0,000	0,044	0,456	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	41,25				
		0	0,000	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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	48

7.5.4 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	Y _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

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

Frenatura

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

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

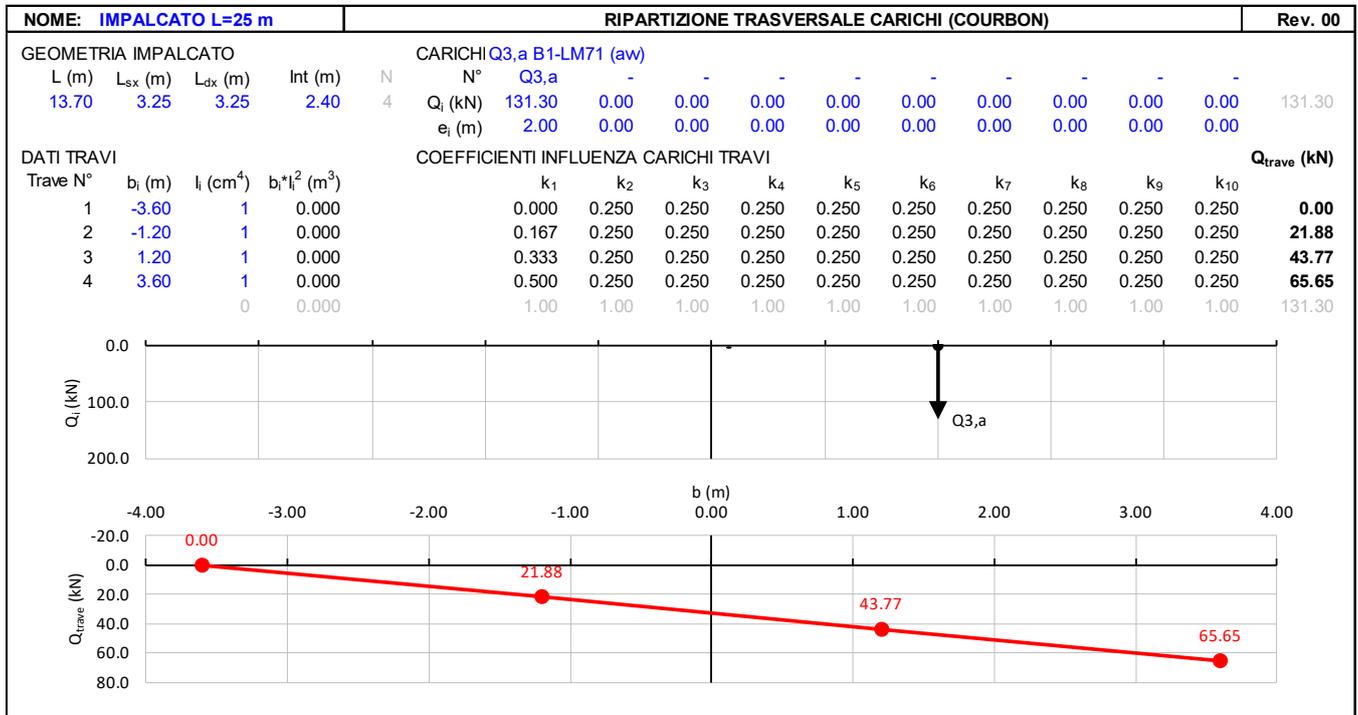
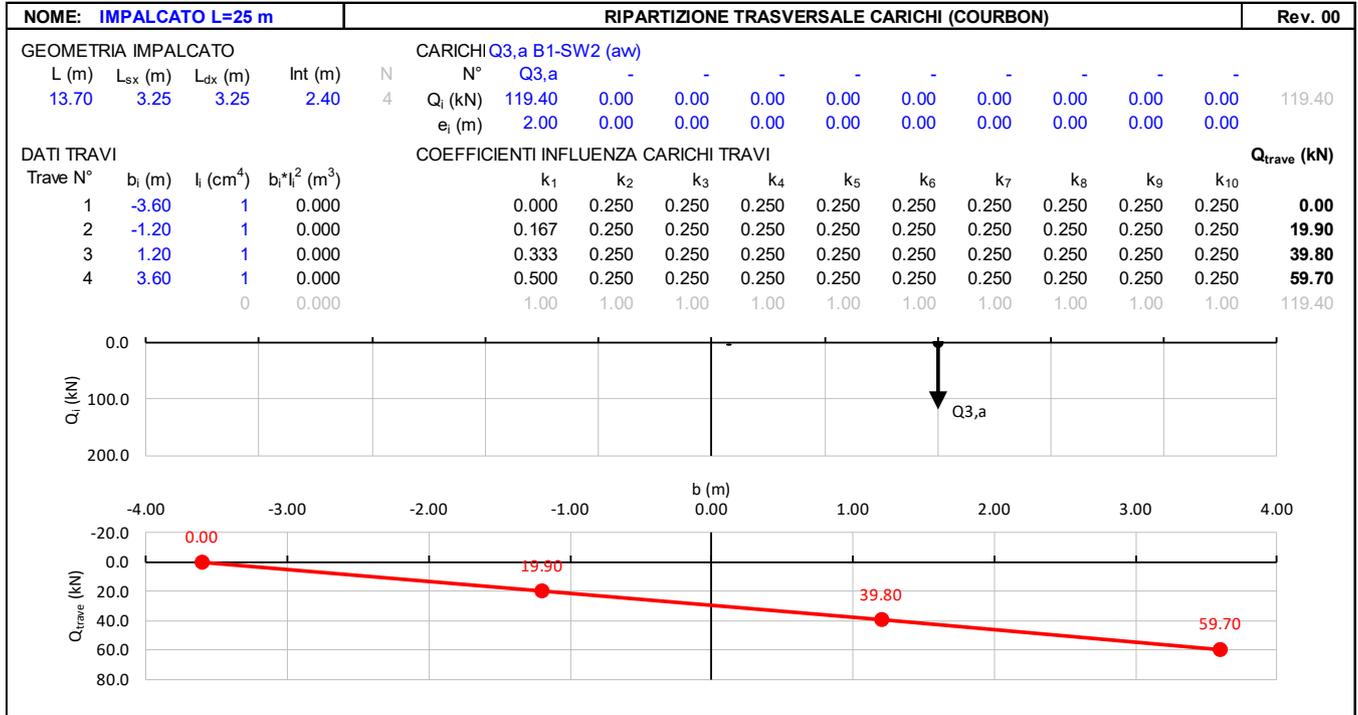
Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura, pertanto per ogni binario (B1 o B2) si può avere:

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

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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	49

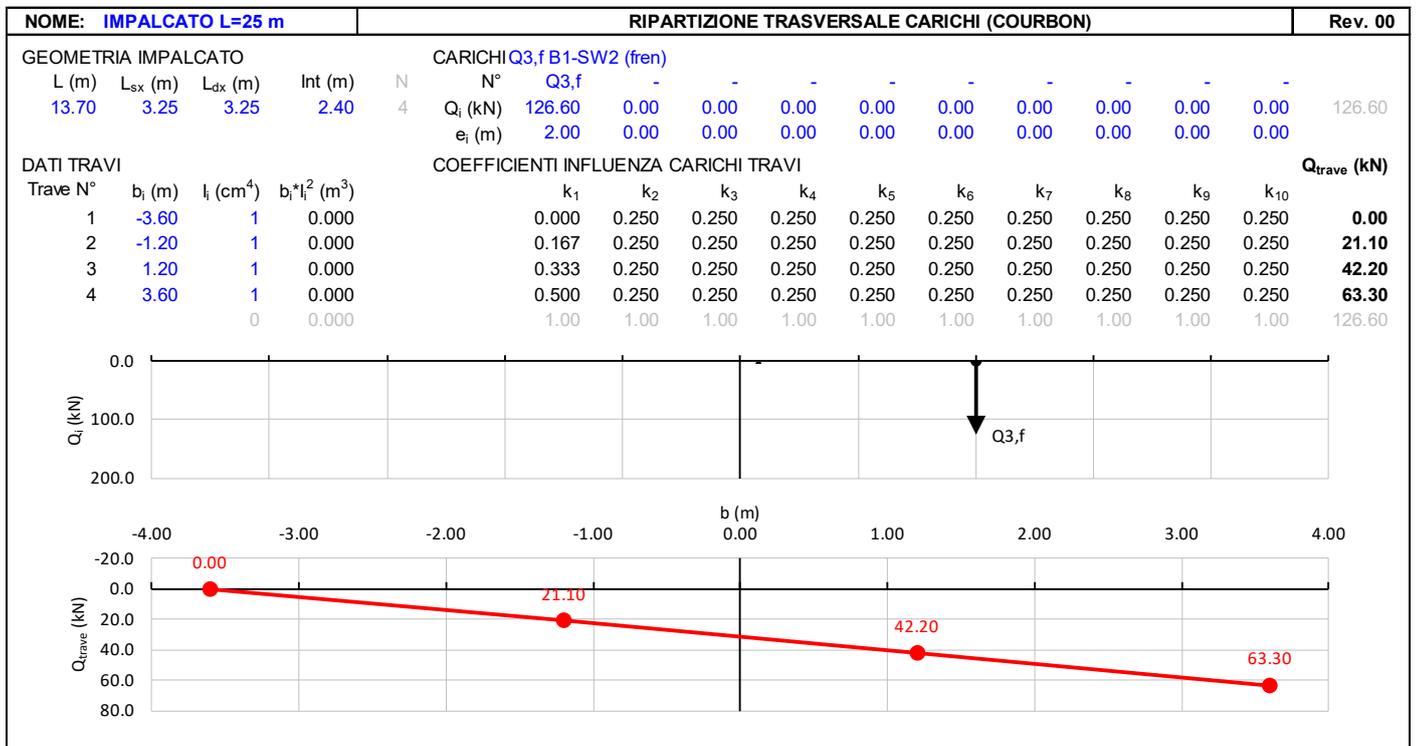
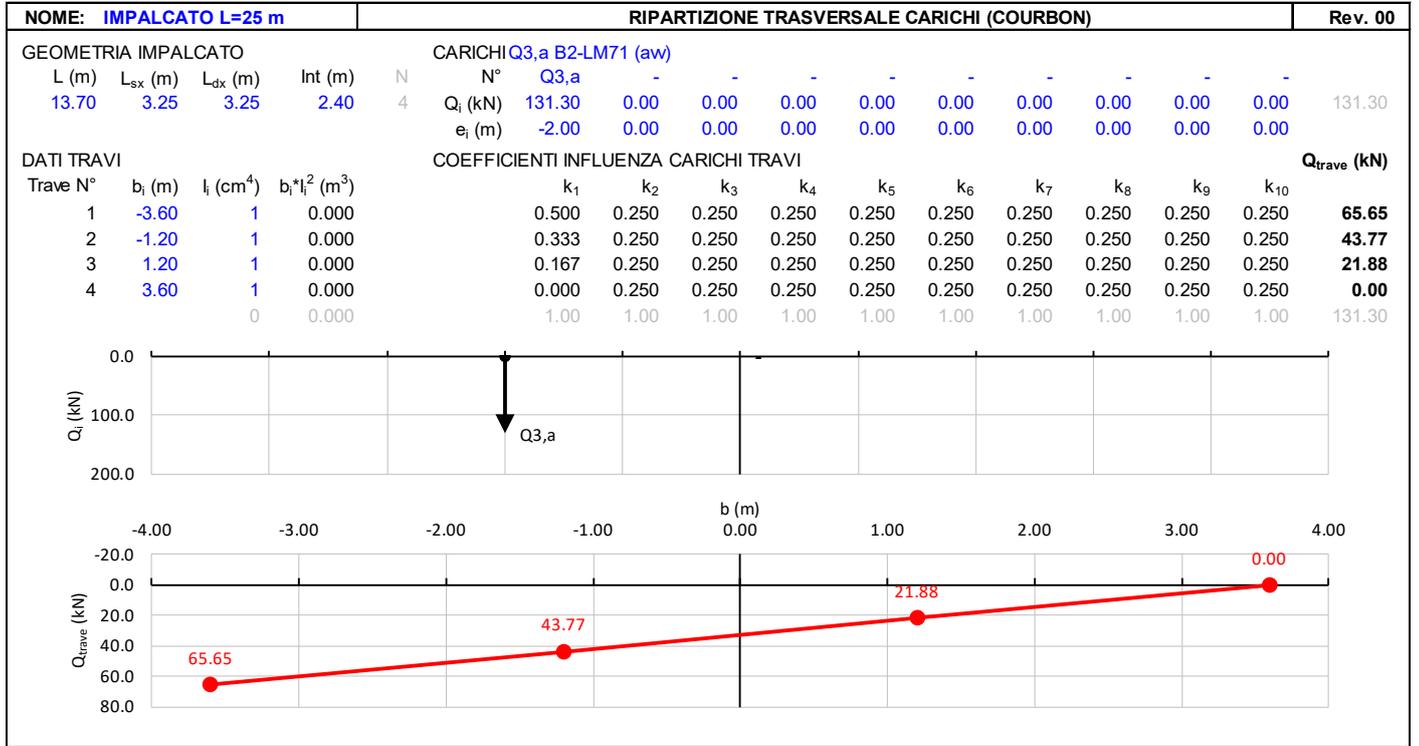


LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	50



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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	52

7.6 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

Nome	Tipo	γ _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
(Fav / Sfav)					
VENTO	Variabile	EQU 0.00 / 1.50	0.60	0.50	0.00
		(A1) 0.00 / 1.50			
		(A2) 0.00 / 1.30			

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

$q_b(z)$ pressione cinetica di riferimento
 $c_e(z)$ coefficiente di esposizione
 c_{pm} coefficiente di forma (o aerodinamico) complessivo

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

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

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

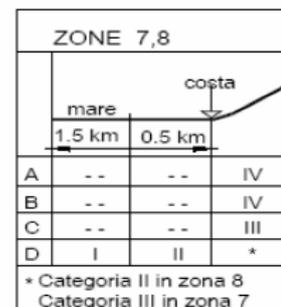
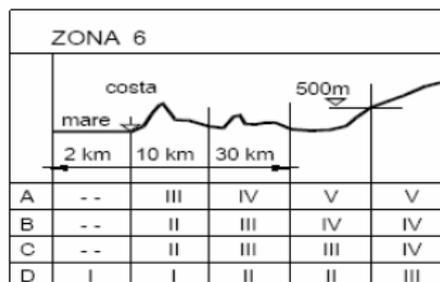
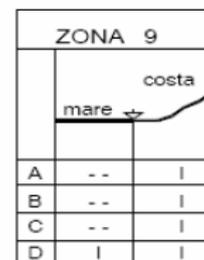
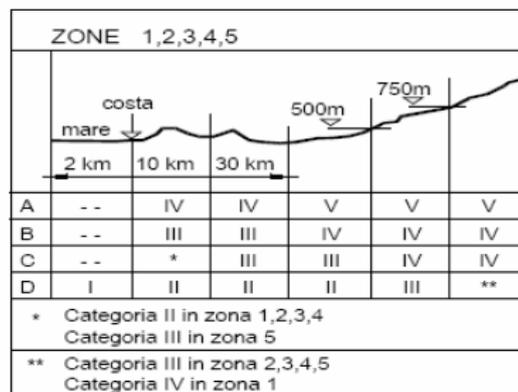


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	53

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

Categoria di esposizione del sito	K_r	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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	54

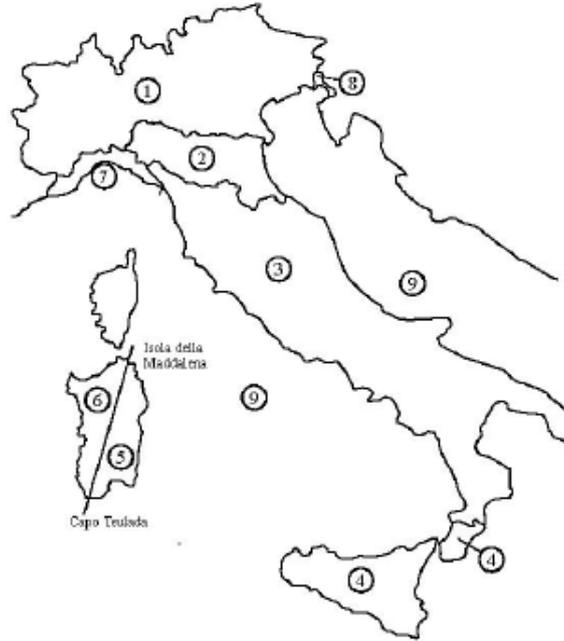


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Figura 15 - Zone caratterizzate da diversi valori della velocità di riferimento

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

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

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	55

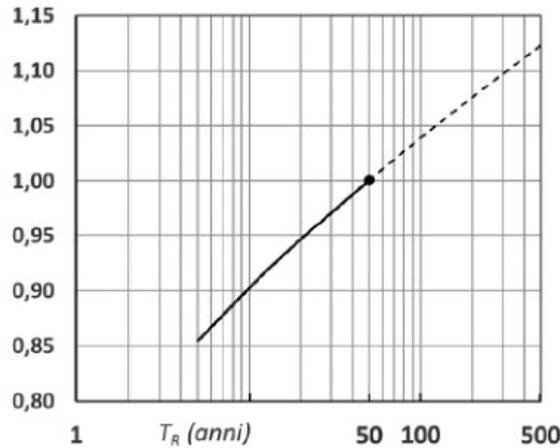


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 16 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_r in funzione del periodo di ritorno TR

7.6.1 Azione del vento impalcato

Gli effetti sui singoli impalcato 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.

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

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

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

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	56

NOME: IMPALCATO L=25 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)										Rev. 00		
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q ₆ (vento)												
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	FY	-	-	-	-	-	-	-	
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	-206,32	206,32	206,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	206,32
					e _i (m)	-1,56	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DATI TRAVI				COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI										Q _{trave} (kN)		
Trave N°	b _i (m)	I _i (cm ⁴)	b _i *I _i ² (m ³)	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₉	k ₁₀			
1	-3,60	1	0,000	0,446	0,054	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	-29,12		
2	-1,20	1	0,000	0,315	0,185	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	24,68		
3	1,20	1	0,000	0,185	0,315	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	78,48		
4	3,60	1	0,000	0,054	0,446	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	132,28		
				1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	206,32		

7.6.2 Azioni del vento muro d'ala

Per la valutazione delle azioni agenti sul muro d'ala, si considera la risultante dell'azione del vento su una barriera alta 5m. Inoltre, questa azione comprende le azioni aerodinamiche, per la cui si fa riferimento all'analisi dei carichi impalcato, che sono ricavate del modello locale usato per l'analisi della soletta, riportate sulla relazione di calcolo dell'impalcato in c.a.p. di luce L=25 m, in cui è stata considerata una pressione totale di 1.99 kN/m².

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	57

7.7 AZIONE SISMICA (E)

Nome	Tipo	γ_E (Fav / Sfav)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
SISMA	Sismiche	EQU 0.00 / 1.00 (A1) 0.00 / 1.00 (A2) 0.00 / 1.00	-	-	-

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

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

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

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

7.7.1 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 A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	58

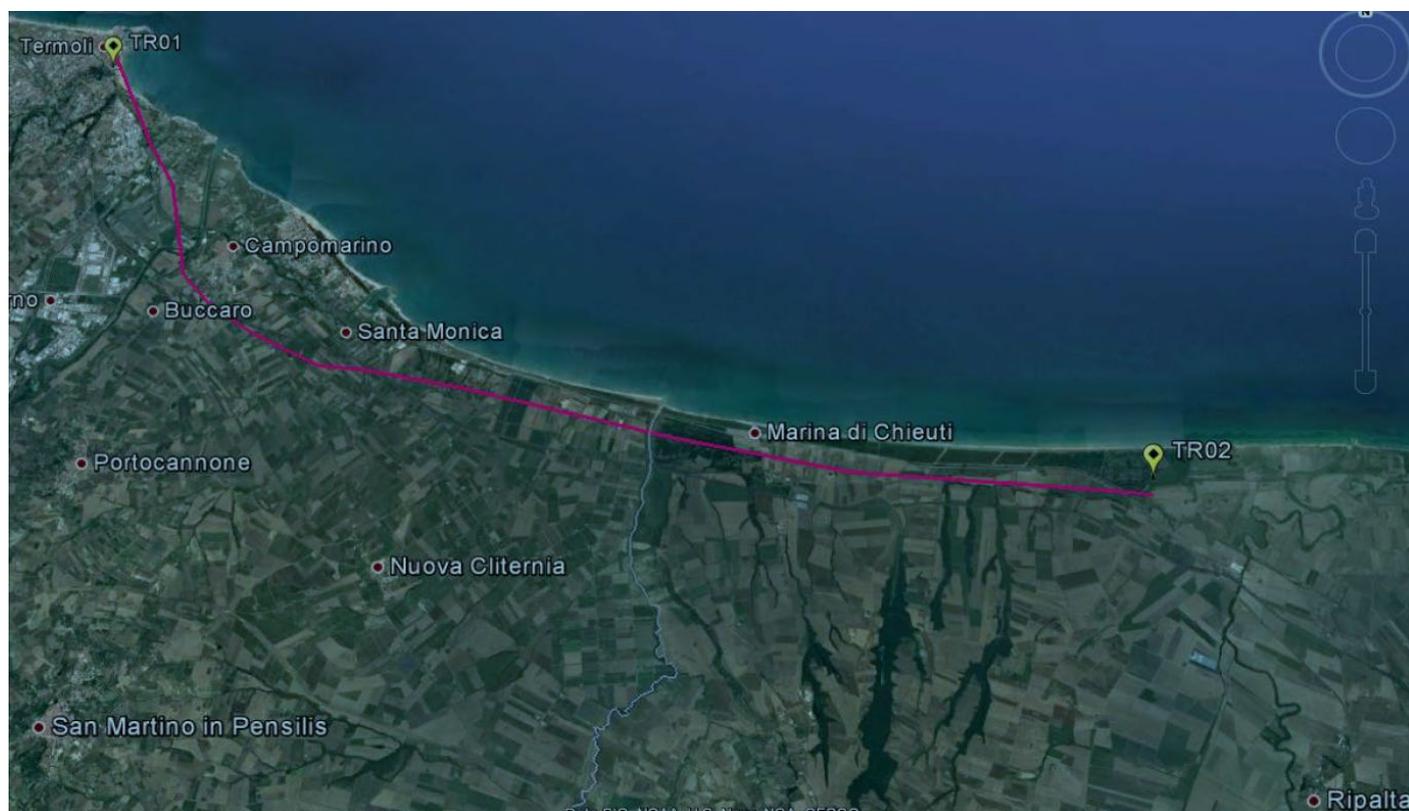


Figura 17- Configurazione planimetrica tracciato

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	59

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 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	60

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

Probabilità di superamento

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

Tempo di ritorno

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

7.7.2 Spettri di risposta

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

Categoria sottosuolo "C"

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

Categoria topografica "T1"

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

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

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

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

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

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

T periodo di vibrazione orizzontale [s]

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

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

S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)

S_T coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)

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

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

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	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	61

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

Tabella 16 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 17 - Coefficienti di amplificazione topografica

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

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

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

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

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

T periodo di vibrazione verticale [s]

$S_{ve}(T)$ accelerazione spettrale verticale [m/s²]

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

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

Categoria sottosuolo	S _s	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Tabella 18 - Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	62

$$q = q_0 \cdot K_R$$

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 $q = 1.00$.

7.7.2.0 Pile e spalle da ponte

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

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

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

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

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

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

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

$$\alpha = L/H$$

L distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo
H dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	63

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 $q_0 = 1.50$.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	64

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,195 g
F_a	2,532
T_C	0,375 s
S_S	1,404
C_C	1,451
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,404
η	1,000
T_B	0,181 s
T_C	0,544 s
T_D	2,380 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

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

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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	65

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

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

F_v	1,509
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

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

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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	66

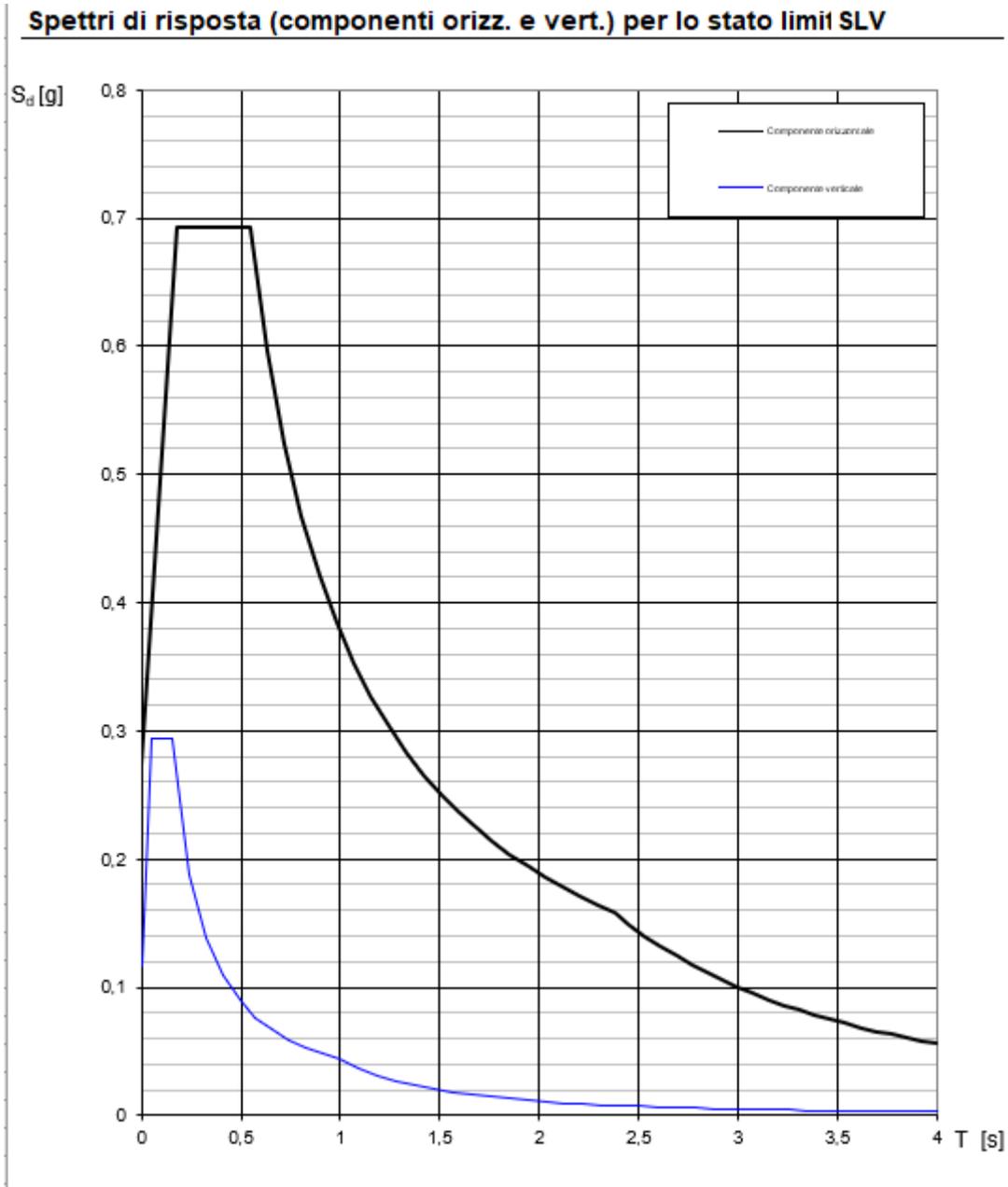


Figura 18 – Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	67

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

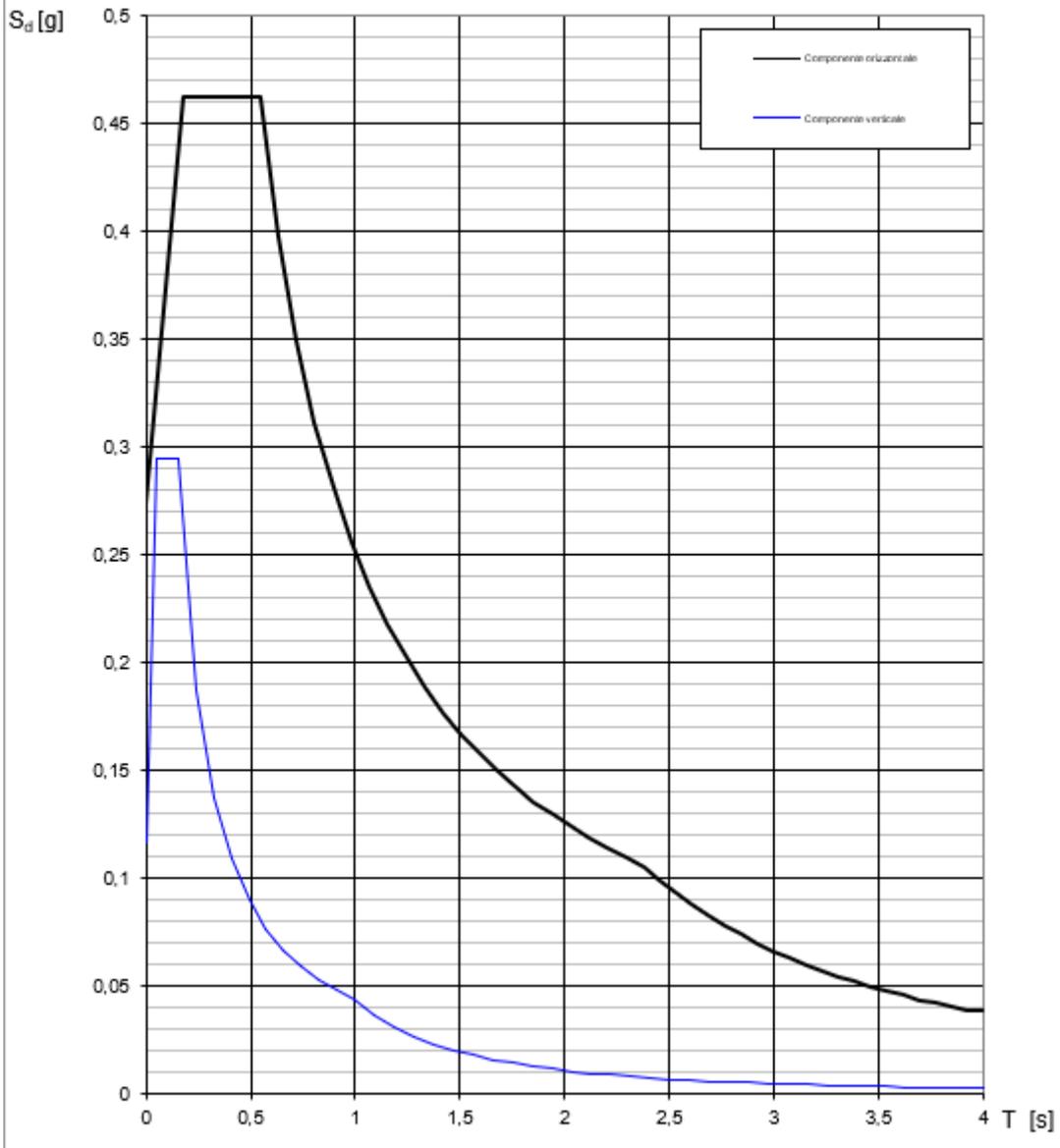


Figura 19 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	68

7.7.3 Amplificazione sismica di progetto

7.7.3.9 Metodo pseudostatico per muri

Con riferimento al § 7.11.6.2 delle NTC 2008 si esegue l'analisi con il metodo pseudostatico, dove l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

La deformabilità della parete viene tenuta in conto mediante dei coefficienti riduttivi correlati al massimo spostamento u_s che l'opera di altezza complessiva H , può ammettere senza riduzioni di resistenza ($u_{s,max}$) e tale per cui sia verificata l'ipotesi di riduzione dell'azione sismica per duttilità strutturale ($u_{s,min}$).

$k_v = \beta_m \cdot S_S \cdot S_T \cdot a_g / g$	coefficiente sismico orizzontale
$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$	coefficiente sismico verticale (di solito non considerato nelle paratie)
$S_S = 1.404$	coefficiente di amplificazione stratigrafica orizzontale
$S_T = 1.00$	coefficiente di amplificazione topografica
a_g	accelerazione massima attesa al sito per lo Stato Limite considerato
$g = 9.81 \text{ m/s}^2$	accelerazione di gravità
$\beta_m = 1.00$	(per muri non liberi di seguire spostamenti relativi rispetto al terreno)

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo §7.11.6.3.2.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli indicati, comunque non superiori all'unità.

7.7.3.1 Metodo dinamico per strutture generiche

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

$E_h = G_h \cdot S_e(T)$	azione inerziale orizzontale
$E_v = G_v \cdot S_{ve}(T)$	azione inerziale verticale
G_v, G_h	massa efficace orizzontale e verticale

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

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

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

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

7.7.3.2 Azioni inerziali masse

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

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

G	massa totale efficace
G_1	masse dei pesi propri strutturali

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	69

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)

7.7.4 Sovrappinte dinamiche del terreno

I valori delle spinte vengono computate automaticamente dai software secondo le metodologie seguenti, per ulteriori approfondimenti si rimanda direttamente al manuale d'uso.

7.7.4.0 Azioni inerziali masse

Le sovrappinte $\Delta S_{ah,E}$ sono calcolate in spinta attiva secondo il metodo di Mononome-Okabe:

$\Delta S_{ah,E} = S_{ah,E} - S_{ah}$
 $S_{ah} = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot H^{*2} \cdot K_a$ spinta attiva statica sulla parete del terreno
 $S_{G2,ah} = G2 \cdot H^* \cdot K_a$ spinta attiva statica sulla parete del sovraccarico
 $S_{ah,E} = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^{*2} \cdot K_{aE}$ spinta attiva sismica sulla parete del terreno
 $S_{G2,ah,E} = G2 \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^* \cdot K_{aE}$ spinta attiva sismica sulla parete del sovraccarico

$K_{aE} = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos\theta \cdot \text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\psi - \theta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$ coeff. spinta att. sismica (M-O)

K_a coefficiente di spinta attiva statico
 $H^* = H + \Delta H$ altezza della parete di spinta dal fondo scavo
 $\Delta H = 0$ incremento dell'altezza della parete di spinta dal fondo scavo
 $\gamma^*(z)$ peso specifico del terreno
 φ angolo attrito del terreno
 δ attrito tra terreno e parete
 $\psi = 90^\circ$ angolo tra parete di spinta e piano orizzontale
 β angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale
 k_h coefficiente di amplificazione orizzontale
 k_v coefficiente di amplificazione verticale
 $\Theta = \arctan(k_h / (1 \pm k_v))$ terreni sopra falda $\gamma^* = \gamma_{sat}$
 $\Theta = \arctan(k_h / (1 \pm k_v)) \cdot (\gamma_{sat} / (\gamma_{sat} - \gamma_w))$ terreni sotto falda $\gamma^* = \gamma'$

L'azione del terreno sulla parete è descritta da una spinta statica triangolare e una spinta sismica rettangolare. Nel caso delle spinte dovute al sovraccarico, le azioni vengono considerate come spinte rettangolari distribuite su tutta l'altezza H^* .

Restando a favore della sicurezza, la risultante $\Delta S_{ah,E}$ viene applicata su tutta l'altezza H^* come una pressione orizzontale distribuita $\Delta \sigma_{h,E}$ pari a:

$$\Delta \sigma_{h,E} = \Delta S_{ah,E} / H^*$$

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	70

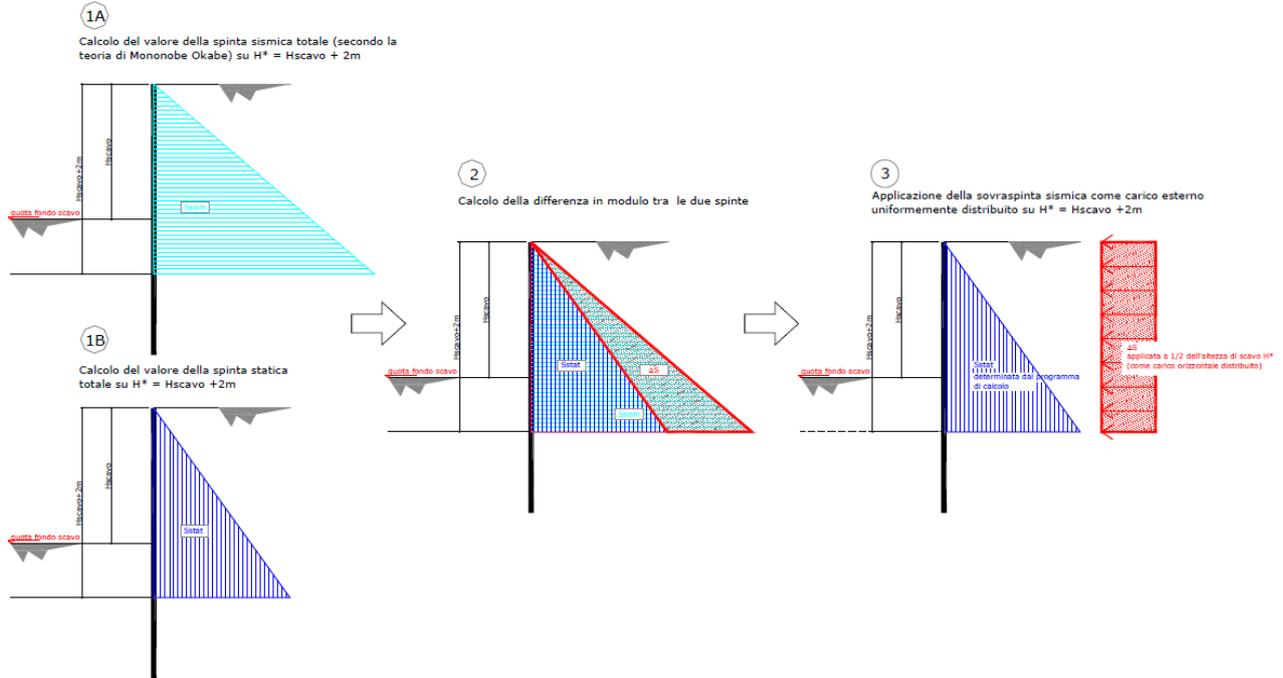


Figura 20 - Schema di calcolo sovraspinte dinamiche terreno

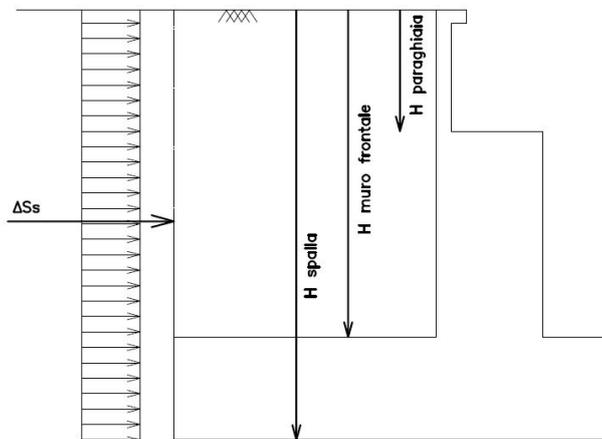


Figura 21: Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

7.7.4.1 Spinta attiva in Excel®

Si adotta la formulazione del metodo di Mononome-Okabe prima descritto.

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	71

7.8 VARIAZIONI TERMICHE (Q₇)

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

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

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

7.9 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 $f = 3\%$.

$$Q8 F_{a,G} = f \cdot (\sum V_{G,i})$$

$$Q8 F_{a,Q} = f \cdot (\sum V_{Q,i})$$

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	72

7.10 SCARICHI AGLI APPOGGI

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

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

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Scorrevoli											
	Appoggio 5 (M)			Appoggio 6 (UL)			Appoggio 7 (M)			Appoggio 8 (M)		
Perm. strutturali	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (atrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	0	0	20	0	0	40	0	0	60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	0	0	22	0	0	44	0	0	66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	66	0	0	44	0	0	22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	0	0	21	0	0	42	0	0	63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	0	0	13	0	0	27	0	0	40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	0	0	27	0	0	13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	0	27	-4	0	0	4	0	0	11
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	0	67	-9	0	0	9	0	0	28
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	0	67	-9	0	0	9	0	0	28
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	100	-14	0	0	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	110	-15	0	0	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (atrito)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	234	25	0	0	78	0	0	132

Tabella 21 – Scarichi caratteristici agli appoggi della spalla mobile

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	73

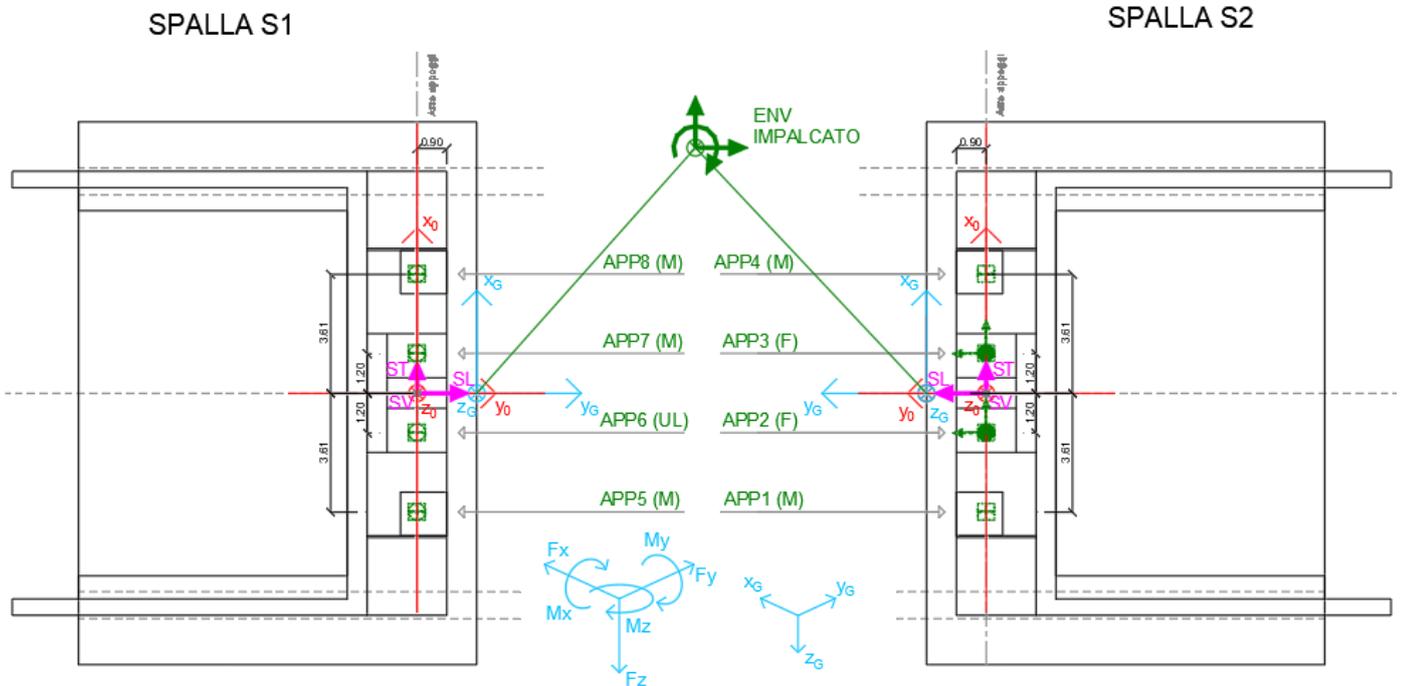


Figura 22- - Schema dei vincoli a terra impalcato

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	74

8. COMBINAZIONI DI CARICO

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
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.

Tabella 22 – Combinazioni di carico

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & A.S.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	75

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE

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

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

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

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

Nella figura successiva vengono esplicitate le tipologie di combinazioni utilizzate:

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

Figura 23 - Tipologie di combinazioni di carico

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	76

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Qk3a-Traffico 1	Qk3a-Traffico 2	Qk3a-Traffico 3	Qk3f-Traffico 1	Qk3f-Traffico 2	Qk3f-Traffico 3	Qk4-Traffico 1	Qk4-Traffico 2	Qk4-Traffico 3	Qk5-Traffico 1	Qk5-Traffico 2	Qk5-Traffico 3	Qk6 vento-Q6 (vento)	Qk1-Traffico 1	Qk1-Traffico 2	Qk1-Traffico 3	Qk2g attrito-Q8 Fa.G (attrito)	Qk2q attrito-Q8 Fa.Q (attrito)
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	3	7	SLU7	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	4	8	SLU8	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	5	13	SLU13	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	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	14	SLU14	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	1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	5	15	SLU15	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	16	SLU16	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	6	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	1,00	0,73
SLU	6	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	-1,00	-0,73
SLE RA	7	19	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	20	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	21	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	22	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	23	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	8	24	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	7	25	RA7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	26	RA8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	27	RA9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	28	RA10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	29	RA11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	8	30	RA12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	9	31	RA13	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	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	32	RA14	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	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	33	RA15	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	1,00	1,00
SLE QP	10	34	QP1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	11	35	QP2	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	-1,00	0,00
SLE QP	11	36	QP3	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	1,00	0,00

Tabella 23 – Combinazioni di carico Spalla (fondazione ed elevazione)

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	77

9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

9.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

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

$$E_d \leq R_d$$

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

$R_d = R(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

$Y_F \cdot F_k$ Azioni di progetto

X_k / Y_M Proprietà del materiale di progetto

a_d Geometria di progetto

Y_M Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

9.1.1.9 Verifica a presso/tenso flessione

Come previsto al §4.1.2.1.2.4 delle [12] con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

M_{Rd} Valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed}

N_{Ed} Valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale)

M_{Ed} Valore di calcolo della componente flettente dell'azione

9.1.1.10 Verifica a taglio

Secondo quanto previsto §4.1.2.1.3 delle [12], indicato con V_{Ed} il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica in generale che risulti:

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

Elementi senza armature resistenti a taglio

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

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

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

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

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

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max}) \quad \text{Resistenza di calcolo a taglio}$$

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							
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	78

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

Resistenza a taglio-trazione

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

Resistenza a taglio-compressione

$$\theta$$

$$\cot \theta \leq 2.5$$

Inclinazione puntoni di cls rispetto asse elemento ($1 \leq$

α

Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto asse elemento

A_{sw}

Area dell'armatura trasversale

s

Interasse tra due armature trasversali consecutive

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

Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α_c

Coefficienti maggiorativi pari a:

1 per membrature non compresse

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

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

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

9.1.1.11 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)

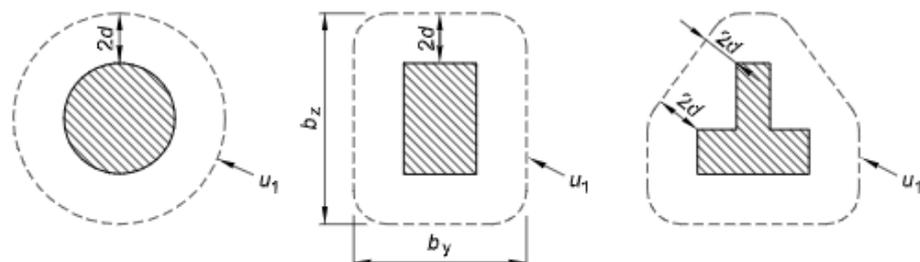
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

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



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	79

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

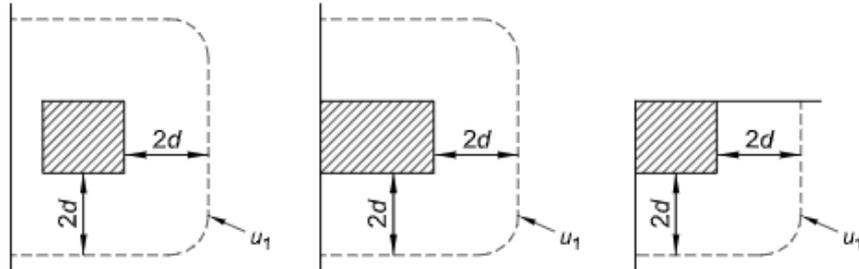


Figura 24 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

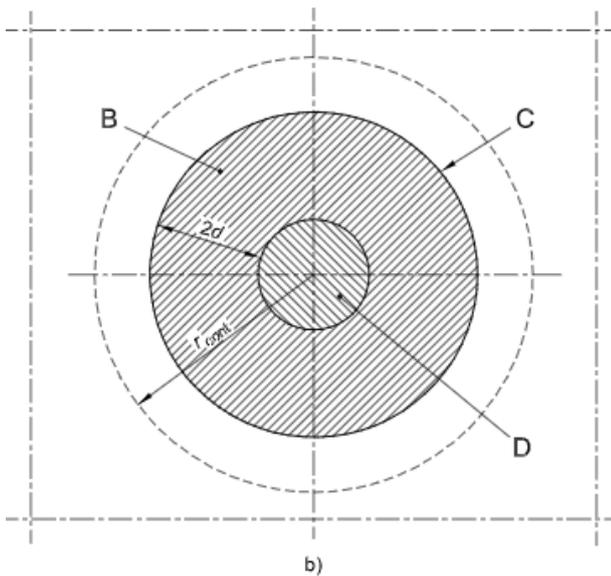
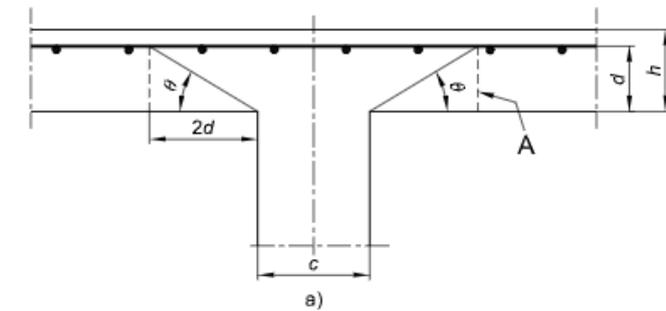


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

Legenda

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

Figura 25 – Modello di verifica a punzonamento SLU

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI HYpro S.p.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	80

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

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

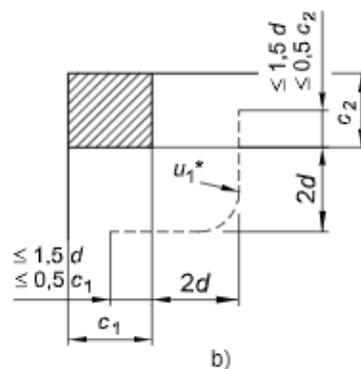
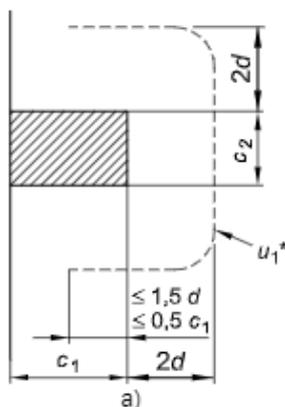


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente u_1 .
Legenda
a) Pilastro di bordo
b) Pilastro d'angolo

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

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	81

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

9.1.2.9 Limiti tensionali in esercizio

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

$$E_d \leq C_d$$

$E_d = E(Y_F \cdot F_k; X_k / Y_M; a_d)$ 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	$\sigma_s < 0.75 \cdot f_{yk}$

9.1.2.10 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

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

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

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 24 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	82

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

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

Tabella 25 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al §C4.1.2.2.4 del [15] prevede i seguenti passaggi:

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

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

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

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

Tabella 26 – Riepilogo stati limite di fessurazione di verifica

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	83

10. MODELLO DI CALCOLO

Per il dimensionamento delle strutture di spalla sono stati adottati i seguenti diversi modelli di calcolo:

- 1) modello generale della spalla, implementato in un foglio di calcolo Excel, specifico per ricavare le sollecitazioni globali sulle fondazioni partendo dagli scarichi appoggi dell'impalcato; sono considerati i pesi propri degli elementi strutturali, del terreno di riempimento della spalla, le spinte del terreno di rilevato e, in condizioni sismiche, le masse, secondo le ipotesi illustrate nell'analisi dei carichi; il solettone di fondazione viene considerato come una piastra rigida su pali;
 - a. modello locale del muro frontale, implementato in un foglio di calcolo Excel, considerando uno schema strutturale di mensola incastrata alla base;
 - b. modello locale del paraghiaia, implementato in un foglio di calcolo Excel, considerando uno schema strutturale di mensola incastrata alla base;
 - c. modello locale in direzione longitudinale della fondazione, implementato in un foglio di calcolo Excel, dove vengono calcolate le sollecitazioni del plinto in direzione longitudinale a partire dagli scarichi sui pali, desunti dalla relazione geotecnica;
 - d. modello locale dei muri laterali, implementato in un foglio di calcolo Excel, considerando uno schema strutturale di mensola incastrata alla base;

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

Parametri Geotecnici		
γ	φ'	c'
[kN/m ³]	[°]	[kPa]
20	38	0

Tabella 27 – Parametri geotecnici terreno di riempimento

Tutte le azioni e le combinazioni di carico considerate per le verifiche strutturali e geotecniche sono state sviluppate nell'ipotesi A1-M1.

10.1.1 Condizioni statiche

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta.

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno, pertanto la spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta in quiete k_0 .

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore equivalente pari ad entrambi i binari carichi con dei modelli di carico LM71, non amplificato per il coefficiente dinamico.

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	84

10.1.2 Condizioni sismiche

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica viene calcolata con la teoria di Mononome-Okabe con $\beta_m = 1.00$, in quanto si considera la spalla debolmente deformabile in condizione sismica.

In fase sismica si considerano inoltre le azioni orizzontali e verticali dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori.

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	85

11. ANALISI SPALLA MOBILE S1

11.1 AZIONI IMPALCATI

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

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

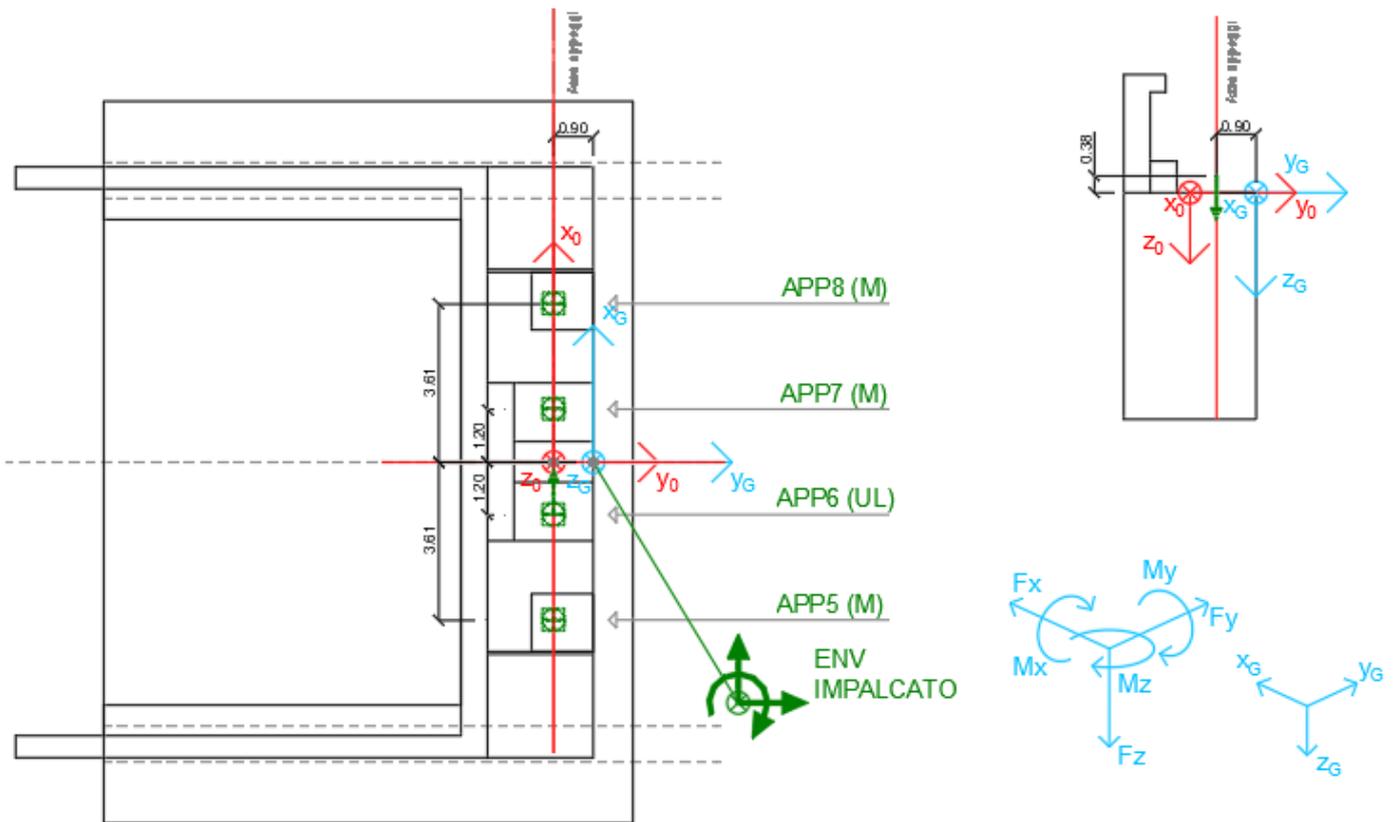


Figura 27 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni impalcato

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	86

NOME: SPALLA 1		CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO													
LATO APPOGGI SCORREVOLI (IMPALCATO CAP L=25m)															
APPOGGIO 5 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	-3,62	0,00	-0,60	0	3887	0	0	0	1075	-968	3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	-3,62	0,00	-0,60	0	1175	0	0	0	325	-293	1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	-3,62	0,00	-0,60	0	813	0	0	0	225	-203	813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	-3,62	0,00	-0,60	0	1536	0	0	0	425	-383	1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	-3,62	0,00	-0,60	0	2079	0	0	0	575	-518	2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	66	-3,62	0,00	-0,60	0	237	0	0	0	66	-59	237	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	40	-3,62	0,00	-0,60	0	144	0	0	0	40	-36	144	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	-3,62	0,00	-0,60	0	-40	0	0	0	-11	10	-40	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	-3,62	0,00	-0,60	0	-100	0	0	0	-28	25	-100	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	-3,62	0,00	-0,60	0	-100	0	0	0	-28	25	-100	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	-3,62	0,00	-0,60	0	-149	0	0	0	-41	37	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	-45	41	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	-3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	-45	41	-164	0
Q6 (vento)	0	0	-29	-3,62	0,00	-0,60	0	-106	0	0	0	-29	26	-106	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	-3,62	0,00	-0,60	0	-56	0	0	0	-15	14	-56	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	-3,62	0,00	-0,60	0	2850	0	0	0	788	-709	2850	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	-3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	-3,62	0,00	-0,60	47	0	-285	0	79	0	47	0	-285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	24	0	-3,62	0,00	-0,60	14	0	-85	0	24	0	14	0	-85
APPOGGIO 6 (UL)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	-1,21	0,00	-0,60	0	573	0	0	0	475	-428	573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	-1,21	0,00	-0,60	0	603	0	0	0	500	-450	603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	-1,21	0,00	-0,60	0	-166	0	0	0	-138	124	-166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	-1,21	0,00	-0,60	0	-271	0	0	0	-225	203	-271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	-1,21	0,00	-0,60	0	-392	0	0	0	-325	293	-392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	20	-1,21	0,00	-0,60	0	24	0	0	0	20	-18	24	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	22	-1,21	0,00	-0,60	0	26	0	0	0	22	-20	26	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	44	-1,21	0,00	-0,60	0	53	0	0	0	44	-39	53	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	21	-1,21	0,00	-0,60	0	25	0	0	0	21	-19	25	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	13	-1,21	0,00	-0,60	0	16	0	0	0	13	-12	16	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	27	-1,21	0,00	-0,60	0	32	0	0	0	27	-24	32	0
Q4 B1-SW2 (centr)	27	0	-4	-1,21	0,00	-0,60	0	-20	0	27	0	-4	3	-20	24
Q4 B1-LM71 (centr)	67	0	-9	-1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	67	0	-9	8	-51	60
Q4 B2-LM71 (centr)	67	0	-9	-1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	67	0	-9	8	-51	60
Q5 B1-SW2 (serp)	100	0	-14	-1,21	0,00	-0,60	0	-77	0	100	0	-14	12	-77	90
Q5 B1-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	0,00	-0,60	0	-84	0	110	0	-15	14	-84	99
Q5 B2-LM71 (serp)	110	0	-15	-1,21	0,00	-0,60	0	-84	0	110	0	-15	14	-84	99
Q6 (vento)	234	0	25	-1,21	0,00	-0,60	0	-111	0	234	0	25	-22	-111	211
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	253	-1,21	0,00	-0,60	0	304	0	0	0	253	-227	304	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	520	-1,21	0,00	-0,60	0	627	0	0	0	520	-468	627	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	283	-1,21	0,00	-0,60	0	340	0	0	0	283	-254	340	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	-1,21	0,00	-0,60	5	0	-10	0	9	0	5	0	-10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	16	0	-1,21	0,00	-0,60	9	0	-19	0	16	0	9	0	-19
APPOGGIO 7 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	475	1,21	0,00	-0,60	0	-573	0	0	0	475	-428	-573	0
G2,1 (ballast)	0	0	500	1,21	0,00	-0,60	0	-603	0	0	0	500	-450	-603	0
G2,2 (velette)	0	0	-138	1,21	0,00	-0,60	0	166	0	0	0	-138	124	166	0
G2,3 (arredi)	0	0	-225	1,21	0,00	-0,60	0	271	0	0	0	-225	203	271	0
G2,4 (barriere)	0	0	-325	1,21	0,00	-0,60	0	392	0	0	0	-325	293	392	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	40	1,21	0,00	-0,60	0	-48	0	0	0	40	-36	-48	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	44	1,21	0,00	-0,60	0	-53	0	0	0	44	-39	-53	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	22	1,21	0,00	-0,60	0	-26	0	0	0	22	-20	-26	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	42	1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	0	0	42	-38	-51	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	27	1,21	0,00	-0,60	0	-32	0	0	0	27	-24	-32	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	13	1,21	0,00	-0,60	0	-16	0	0	0	13	-12	-16	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	4	1,21	0,00	-0,60	0	-4	0	0	0	4	-3	-4	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	9	1,21	0,00	-0,60	0	-11	0	0	0	9	-8	-11	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	9	1,21	0,00	-0,60	0	-11	0	0	0	9	-8	-11	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	14	1,21	0,00	-0,60	0	-17	0	0	0	14	-12	-17	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	0,00	-0,60	0	-18	0	0	0	15	-14	-18	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	15	1,21	0,00	-0,60	0	-18	0	0	0	15	-14	-18	0
Q6 (vento)	0	0	78	1,21	0,00	-0,60	0	-95	0	0	0	78	-71	-95	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	520	1,21	0,00	-0,60	0	-627	0	0	0	520	-468	-627	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	253	1,21	0,00	-0,60	0	-304	0	0	0	253	-227	-304	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	565	1,21	0,00	-0,60	0	-681	0	0	0	565	-509	-681	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	9	0	1,21	0,00	-0,60	5	0	10	0	9	0	5	0	10
Q8 Fa,Q (attrito)	0	17	0	1,21	0,00	-0,60	10	0	20	0	17	0	10	0	20

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	87

APPOGGIO 8 (M)	F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)
G1 (peso proprio)	0	0	1075	3,62	0,00	-0,60	0	-3887	0	0	0	1075	-968	-3887	0
G2,1 (ballast)	0	0	325	3,62	0,00	-0,60	0	-1175	0	0	0	325	-293	-1175	0
G2,2 (velette)	0	0	225	3,62	0,00	-0,60	0	-813	0	0	0	225	-203	-813	0
G2,3 (arredi)	0	0	425	3,62	0,00	-0,60	0	-1536	0	0	0	425	-383	-1536	0
G2,4 (barriere)	0	0	575	3,62	0,00	-0,60	0	-2079	0	0	0	575	-518	-2079	0
Q3,a B1-SW2 (aw)	0	0	60	3,62	0,00	-0,60	0	-216	0	0	0	60	-54	-216	0
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	0	66	3,62	0,00	-0,60	0	-237	0	0	0	66	-59	-237	0
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	0	0	3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	63	3,62	0,00	-0,60	0	-229	0	0	0	63	-57	-229	0
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	40	3,62	0,00	-0,60	0	-144	0	0	0	40	-36	-144	0
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	0	3,62	0,00	-0,60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	11	3,62	0,00	-0,60	0	-40	0	0	0	11	-10	-40	0
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	28	3,62	0,00	-0,60	0	-100	0	0	0	28	-25	-100	0
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	28	3,62	0,00	-0,60	0	-100	0	0	0	28	-25	-100	0
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	41	3,62	0,00	-0,60	0	-149	0	0	0	41	-37	-149	0
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	45	-41	-164	0
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	45	3,62	0,00	-0,60	0	-164	0	0	0	45	-41	-164	0
Q6 (vento)	0	0	132	3,62	0,00	-0,60	0	-478	0	0	0	132	-119	-478	0
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	788	3,62	0,00	-0,60	0	-2850	0	0	0	788	-709	-2850	0
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	-15	3,62	0,00	-0,60	0	56	0	0	0	-15	14	56	0
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	848	3,62	0,00	-0,60	0	-3064	0	0	0	848	-763	-3064	0
Q8 Fa,G (attrito)	0	79	0	3,62	0,00	-0,60	47	0	285	0	79	0	47	0	285
Q8 Fa,Q (attrito)	0	25	0	3,62	0,00	-0,60	15	0	92	0	25	0	15	0	92

Tabella 28 - Riepilogo azioni elementari derivanti dagli scarichi degli impalcati

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	3101	-2791	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	1650	-1485	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	1075	-968	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	0	131	-118	-264	0
	Traffico 2	0	0	119	-107	-240	0
	Traffico 3	0	0	119	-107	-240	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	0	80	-72	160	0
	Traffico 2	0	0	80	-72	160	0
	Traffico 3	0	0	127	-114	-254	0
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	134	0	0	0	-525	121
	Traffico 2	94	0	0	0	-367	84
	Traffico 3	27	0	0	0	-104	24
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	-861	198
	Traffico 2	210	0	0	0	-822	189
	Traffico 3	100	0	0	0	-391	90
Qk6 vento	Q6 (vento)	234	0	206	-186	-789	211
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	3092	-2783	0	0
	Traffico 2	0	0	3241	-2917	-176	0
	Traffico 3	0	0	1695	-1526	-3404	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	175	0	105	0	0
Qk2q attrito	Q8 Fa,Q (attrito)	0	82	0	49	0	8

Tabella 29 - Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso muro frontale)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	88

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2v-Perm. non str. vari	Qk3a-Traffico 1	Qk3a-Traffico 2	Qk3a-Traffico 3	Qk3f-Traffico 1	Qk3f-Traffico 2	Qk3f-Traffico 3	Qk4-Traffico 1	Qk4-Traffico 2	Qk4-Traffico 3	Qk5-Traffico 1	Qk5-Traffico 2	Qk5-Traffico 3	Qk6 vento-Q6 (vento)	Qk1-Traffico 1	Qk1-Traffico 2	Qk1-Traffico 3	Qk2g attrito-Q8 Fa.G (attrito)	Qk2q attrito-Q8 Fa.Q (attrito)
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,35	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,35	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	1	3	SLU3	1,35	1,50	1,35	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	2	4	SLU4	1,35	1,50	1,35	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	1	5	SLU5	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	2	6	SLU6	1,35	1,50	1,35	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	3	7	SLU7	1,00	1,00	1,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	4	8	SLU8	1,00	1,00	1,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,90	1,45	0,00	0,00	1,35	1,45
SLU	3	9	SLU9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	4	10	SLU10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,90	0,00	1,45	0,00	1,35	1,45
SLU	3	11	SLU11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	4	12	SLU12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,73	0,90	0,00	0,00	1,45	1,35	1,45
SLU	5	13	SLU13	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	1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	14	SLU14	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	1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	5	15	SLU15	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
SLU	5	16	SLU16	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	-1,50	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLU	6	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	1,00	0,73
SLU	6	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	-1,00	-0,73
SLE RA	7	19	RA1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	20	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	21	RA3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	8	22	RA4	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
SLE RA	7	23	RA5	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	8	24	RA6	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	1,00	0,50
SLE RA	7	25	RA7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	26	RA8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,60	1,00	0,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	27	RA9	1,00	1,00	1,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	8	28	RA10	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,60	0,00	1,00	0,00	-1,00	-1,00
SLE RA	7	29	RA11	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	8	30	RA12	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,80	0,60	0,00	0,00	1,00	-1,00	-0,50
SLE RA	9	31	RA13	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	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	32	RA14	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	-1,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	0,00
SLE RA	9	33	RA15	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	1,00	1,00
SLE QP	10	34	QP1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	11	35	QP2	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	-1,00	0,00
SLE QP	11	36	QP3	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	1,00	0,00

Tabella 30 – Combinazioni di carico adottate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	89

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{long}	V _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Mx (kNm)	Fy (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU4	13286	431	-1943	354	-11745	399
N _{vert} Min	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
V _{trasv} Max	SLU7	10647	724	-2796	354	-9370	663
V _{trasv} Min	SLU16	5517	-351	1184	-175	-5070	-316
M _{long} Max	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
M _{long} Min	SLU5	10934	394	-6723	354	-9628	367
V _{long} Max	SLU12	8826	303	-6722	354	-7731	284
V _{long} Min	SLU18	5826	0	0	-234	-5384	-6
M _{trasv} Max	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
M _{trasv} Min	SLU4	13286	431	-1943	354	-11745	399
M _{torc} Max	SLU7	10647	724	-2796	354	-9370	663
M _{torc} Min	SLU16	5517	-351	1184	-175	-5070	-316

Tabella 31 – ENV SLU - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{long}	V _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Mx (kNm)	Fy (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA4	9390	384	-1680	256	-8297	353
N _{vert} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
V _{trasv} Max	RA1	9210	495	-1943	256	-8135	453
V _{trasv} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{long} Max	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{long} Min	RA11	7842	267	-4769	-216	-7187	236
V _{long} Max	RA15	5826	0	0	256	-5090	8
V _{long} Min	RA10	9390	384	-1680	-256	-8604	337
M _{trasv} Max	RA15	5826	0	0	256	-5090	8
M _{trasv} Min	RA10	9390	384	-1680	-256	-8604	337
M _{torc} Max	RA1	9210	495	-1943	256	-8135	453
M _{torc} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
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	5826	0	0	175	-5139	0
N _{vert} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
V _{trasv} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
V _{trasv} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
M _{long} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
M _{long} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0

LINEA PESCARA – BARI

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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	90

V _{long} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
V _{long} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
M _{trasv} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
M _{trasv} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0
M _{torc} Max	QP3	5826	0	0	175	-5139	0
M _{torc} Min	QP2	5826	0	0	-175	-5348	0

Tabella 32 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involucro

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	91

11.2 SOLLECITAZIONI ELEVAZIONE

In analogia con quanto svolto per gli scarichi di impalcato, sempre mediante foglio di calcolo, si sono valutate le singole azioni caratteristiche permanenti strutturali (G_{k1}), non strutturali (G_{k2}) e accidentali (Q_{ki}) applicate all'elevazione spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi, combinandole opportunamente con gli involuipi di azioni totali ricavate a testa elevazione.

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.

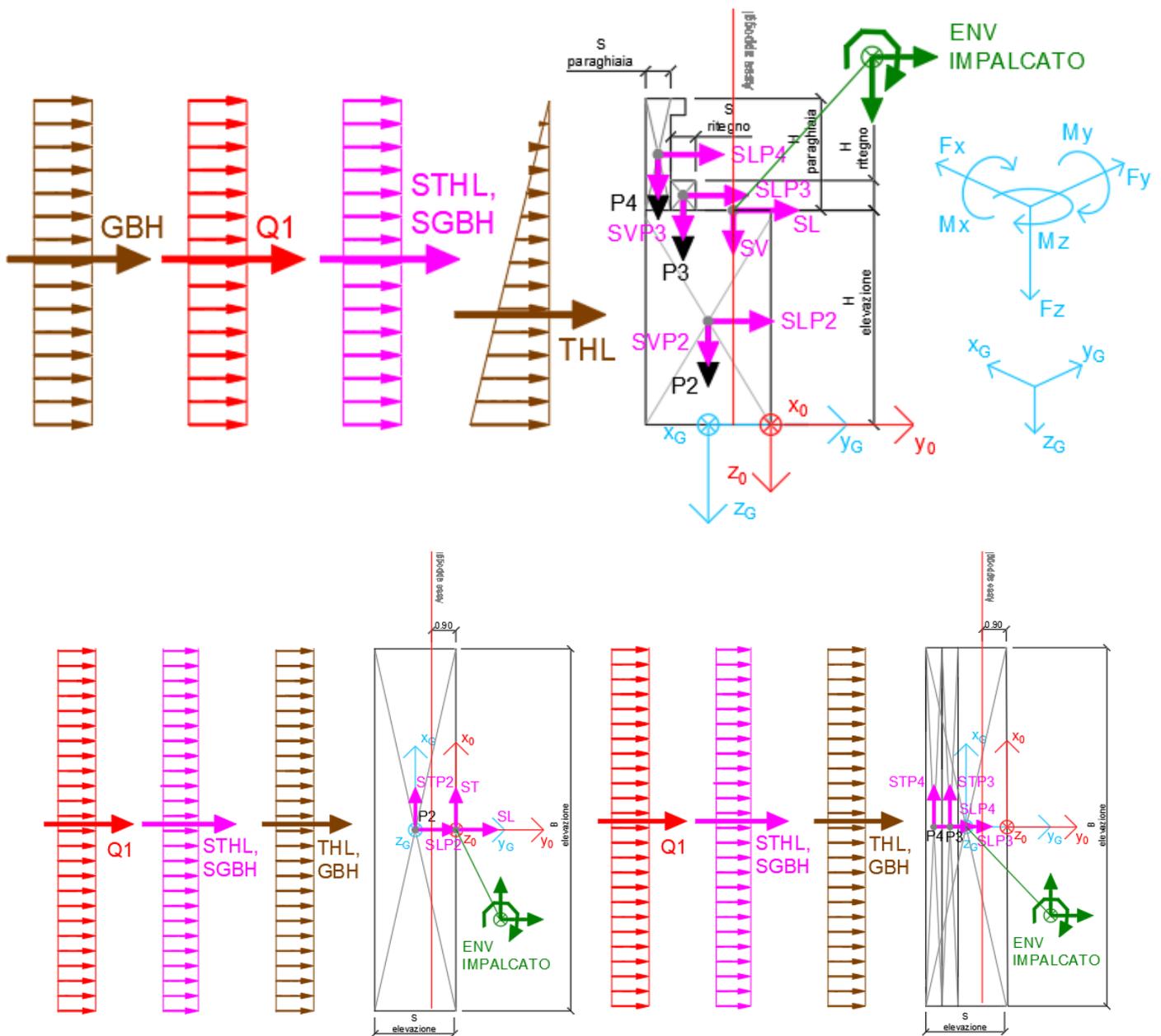


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	92

11.2.1 Analisi statica (SLU, SLE) e sismica (SLV)

Nel seguito vengono riportati i dettagli dei calcoli effettuati per la valutazione delle risultanti delle combinazioni statiche SLU / SLE e sismiche SLV, secondo le combinazioni di carico descritte nei capitoli precedenti.

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a _g (g)		0,195		Coeff. sismico orizz. k _h				0,2738				Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,3834	
Coeff. stratigrafico S _s		1,404		Coeff. sismico vert. k _v				0,1369									
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
		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 long	SLP2	0	1663	0	0,00	-1,50	-3,00	4990	0	0							
	SLP3	0	51	0	0,00	-2,10	-6,46	329	0	0							
	SLP4	0	172	0	0,00	-2,70	-7,55	1298	0	0							
		0	1886	0				6617	0	0	0	1886	0	0	6617	0	0
Sisma trasv	STP2	1663	0	0	0,00	-1,50	-3,00	0	-4990	2495							
	STP3	51	0	0	0,00	-2,10	-6,46	0	-329	107							
	STP4	172	0	0	0,00	-2,70	-7,55	0	-1298	464							
		1886	0	0				0	-6617	3066	1886	0	0	0	-6617	237	
Sisma vert	SVP2	0	0	832	0,00	-1,50	-3,00	-1247	0	0							
	SVP3	0	0	26	0,00	-2,10	-6,46	-54	0	0							
	SVP4	0	0	86	0,00	-2,70	-7,55	-232	0	0							
		0	0	943				-1533	0	0	0	0	0	943	-118	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	236	0	0,00	-3,00	-4,55	1076	0	0							
		0	236	0				1076	0	0	0	236	0	1076	0	0	
Sisma terreno long	STHL	0	2213	0	0,00	-3,00	-4,55	10071	0	0							
		0	2213	0				10071	0	0	0	2213	0	10071	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	0	0							
		0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	2482	0	0	0,00	0,00	-6,00	0	-14894	0							
		2482	0	0				0	-14894	0	2482	0	0	0	-14894	-3723	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1241	0,00	0,00	-6,00	0	0	0							
		0	0	1241				0	0	0	0	0	1241	1862	0	0	

Tabella 33 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	93

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE											
H paraghiaia (m)	3,10	H elevazione (m)	6,00	Peso terreno (kN/m ³)	20,00	Carico variab. Q LM71 (kPa)	23,15								
S paraghiaia (m)	0,60	S elevazione (m)	3,00	Angolo di attrito terreno (°)	38,00	X _G elevazione	0,00								
H ritegno (m)	0,92	B elevazione (m)	13,50	Coeff. spinta attiva statica k _a	0,2379	Y _G elevazione	-1,50								
S ritegno (m)	0,60	Carico perm. Gb ballast (kPa)	9,72	Coeff. spinta riposo statica k ₀	0,3843	Z _G elevazione	0,00								
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA											
	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	6075	0,00	-1,50	-3,00	-9113	0	0	0	0	6889	-865	0
	P3	0	0	186	0,00	-2,10	-6,46	-391	0	0	0	0	2088	0	0
	P4	0	0	628	0,00	-2,70	-7,55	-1695	0	0	0	0	2088	0	0
		0	0	6889	0,00	-3,00	-4,55	-11199	0	0	0	0	6889	-865	0
Ballast	GBH	0	459	0	0,00	-3,00	-4,55	2088	0	0	0	459	0	2088	0
		0	459	0	0,00	-3,00	-4,55	2088	0	0	0	459	0	2088	0
Spinta terreno	THL	0	4297	0	0,00	-3,00	-3,03	13033	0	0	0	4297	0	13033	0
		0	4297	0	0,00	-3,00	-3,03	13033	0	0	0	4297	0	13033	0
Sovaccarico long	Q1	0	1093	0	0,00	-3,00	-4,55	4973	0	0	0	1093	0	4973	0
		0	1093	0	0,00	-3,00	-4,55	4973	0	0	0	1093	0	4973	0
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 1				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	431	354	13286	0,00	0,00	-6,00	-11745	-1943	399	431	354	13286	10310	-4529
	Nvert Min	-351	175	5517	0,00	0,00	-6,00	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4464	3290
	Vtrasv Max	724	354	10647	0,00	0,00	-6,00	-9370	-2796	663	724	354	10647	8727	-7141
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	0,00	0,00	-6,00	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	2156	3290
	Mlong Max	-351	175	5517	0,00	0,00	-6,00	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4464	3290
	Mlong Min	431	354	13286	0,00	0,00	-6,00	-11745	-1943	399	431	354	13286	10310	-4529
	Vlong Max	303	354	8826	0,00	0,00	-6,00	-7731	-6722	284	303	354	8826	7634	-8537
	Vlong Min	0	-234	5826	0,00	0,00	-6,00	-5384	0	-6	0	-234	5826	1951	0
	Mtrasv Max	-351	175	5517	0,00	0,00	-6,00	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4464	3290
	Mtrasv Min	394	354	10934	0,00	0,00	-6,00	-9628	-6723	367	394	354	10934	8899	-9090
	Mtorc Max	724	354	10647	0,00	0,00	-6,00	-9370	-2796	663	724	354	10647	8727	-7141
	Mtorc Min	-351	-175	5517	0,00	0,00	-6,00	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	2156	3290
ENV SLE RA	Nvert Max	384	256	9390	0,00	0,00	-6,00	-8297	-1680	353	384	256	9390	7326	-3981
	Nvert Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-6,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2218	2194
	Vtrasv Max	495	256	9210	0,00	0,00	-6,00	-8135	-1943	453	495	256	9210	7218	-4911
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-6,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2218	2194
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	0,00	0,00	-6,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2218	2194
	Mtrasv Min	267	-216	7842	0,00	0,00	-6,00	-17187	-4769	236	267	-216	7842	3282	-6372
	Vlong Max	0	256	5826	0,00	0,00	-6,00	-5090	0	8	0	256	5826	5188	0
	Vlong Min	384	-256	9390	0,00	0,00	-6,00	-8604	-1680	337	384	-256	9390	3941	-3981
	Mlong Max	0	256	5826	0,00	0,00	-6,00	-5090	0	8	0	256	5826	5188	0
	Mlong Min	384	-256	9390	0,00	0,00	-6,00	-8604	-1680	337	384	-256	9390	3941	-3981
	Mtorc Max	495	256	9210	0,00	0,00	-6,00	-8135	-1943	453	495	256	9210	7218	-4911
	Mtorc Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-6,00	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2218	2194
ENV SLE QP	Nvert Max	0	175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5139	0	0	0	175	5826	4649	0
	Nvert Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5348	0	0	0	-175	5826	2342	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5139	0	0	0	175	5826	4649	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5348	0	0	0	-175	5826	2342	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5139	0	0	0	175	5826	4649	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5348	0	0	0	-175	5826	2342	0
	Vlong Max	0	175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5139	0	0	0	175	5826	4649	0
	Vlong Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5348	0	0	0	-175	5826	2342	0
	Mlong Max	0	175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5139	0	0	0	175	5826	4649	0
	Mlong Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5348	0	0	0	-175	5826	2342	0
	Mtorc Max	0	175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5139	0	0	0	175	5826	4649	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-6,00	-5348	0	0	0	-175	5826	2342	0

Tabella 34 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	94

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} Fx [kN]	V _{long} Fy [kN]	N _{vert} Fz [kN]	M _{long} Mx [kNm]	M _{trasv} My [kNm]	M _{torc} Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	6889	-865	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	459	0	2088	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	4297	0	13033	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	431	354	13286	10310	-4529	-247
	Nvert Min	-351	175	5517	4464	3290	211
	Vtrasv Max	724	354	10647	8727	-7141	-423
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	2156	3290	211
	Mtrasv Max	-351	175	5517	4464	3290	211
	Mtrasv Min	431	354	13286	10310	-4529	-247
	Vlong Max	303	354	8826	7634	-8537	-170
	Vlong Min	0	-234	5826	1951	0	-6
	Mlong Max	-351	175	5517	4464	3290	211
	Mlong Min	394	354	10934	8899	-9090	-225
	Mtorc Max	724	354	10647	8727	-7141	-423
	Mtorc Min	-351	-175	5517	2156	3290	211
SLE RA Impalcato	Nvert Max	384	256	9390	7326	-3981	-222
	Nvert Min	-234	-175	5620	2218	2194	140
	Vtrasv Max	495	256	9210	7218	-4911	-289
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	2218	2194	140
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	2218	2194	140
	Mtrasv Min	267	-216	7842	3282	-6372	-164
	Vlong Max	0	256	5826	5188	0	8
	Vlong Min	384	-256	9390	3941	-3981	-238
	Mlong Max	0	256	5826	5188	0	8
	Mlong Min	384	-256	9390	3941	-3981	-238
	Mtorc Max	495	256	9210	7218	-4911	-289
	Mtorc Min	-234	-175	5620	2218	2194	140
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	5826	4649	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	2342	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	4649	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	2342	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	4649	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	2342	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	4649	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	2342	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	4649	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	2342	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	4649	0	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	2342	0	0

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	95

Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1093	0	4973	0	0
E Sisma	Sisma long	0	4336	0	17763	0	0
	Sisma trasv	4368	0	0	0	-21511	-3487
	Sisma vert	0	0	2184	1743	0	0

Tabella 35 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso fondazione)

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	97

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	SLU6	22586	431	-4529	9072	39035	-247
N _{vert} Min	SLU24	12406	-351	3290	6166	23623	211
V _{trasv} Max	SLU3	19948	724	-7141	9072	37452	-423
V _{trasv} Min	SLU24	12406	-351	3290	6166	23623	211
M _{trasv} Max	SLU2	14817	-351	3290	8893	33188	211
M _{trasv} Min	SLU22	17823	394	-9090	6695	30366	-225
V _{long} Max	SLU11	19948	724	-7141	9072	37452	-423
V _{long} Min	SLU20	12715	0	0	6106	23418	-6
M _{long} Max	SLU6	22586	431	-4529	9072	39035	-247
M _{long} Min	SLU20	12715	0	0	6106	23418	-6
M _{torc} Max	SLU2	14817	-351	3290	8893	33188	211
M _{torc} Min	SLU15	17537	724	-7141	6695	30194	-423
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	14899	4368	-21511	6231	25977	-3487
N _{vert} Min	SLV6	10531	4368	-21511	6231	22491	-3487
V _{trasv} Max	SLV5	14899	4368	-21511	6231	25977	-3487
V _{trasv} Min	SLV2	12060	1311	-6453	9266	36145	-1046
M _{trasv} Max	SLV1	13370	1311	-6453	9266	37191	-1046
M _{trasv} Min	SLV6	10531	4368	-21511	6231	22491	-3487
V _{long} Max	SLV1	13370	1311	-6453	9266	37191	-1046
V _{long} Min	SLV6	10531	4368	-21511	6231	22491	-3487
M _{long} Max	SLV1	13370	1311	-6453	9266	37191	-1046
M _{long} Min	SLV6	10531	4368	-21511	6231	22491	-3487
M _{torc} Max	SLV1	13370	1311	-6453	9266	37191	-1046
M _{torc} Min	SLV6	10531	4368	-21511	6231	22491	-3487

Tabella 37 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	98

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	16279	384	-3981	6105	26555	-222
N _{vert} Min	RA12	12509	-234	2194	5674	21447	140
V _{trasv} Max	RA3	16099	495	-4911	6105	26447	-289
V _{trasv} Min	RA12	12509	-234	2194	5674	21447	140
M _{trasv} Max	RA12	12509	-234	2194	5674	21447	140
M _{trasv} Min	RA6	14731	267	-6372	5633	22511	-164
V _{long} Max	RA11	16099	495	-4911	6105	26447	-289
V _{long} Min	RA8	16279	384	-3981	5592	23170	-238
M _{long} Max	RA1	16279	384	-3981	6105	26555	-222
M _{long} Min	RA12	12509	-234	2194	5674	21447	140
M _{torc} Max	RA12	12509	-234	2194	5674	21447	140
M _{torc} Min	RA3	16099	495	-4911	6105	26447	-289
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	12715	0	0	4930	18905	0
N _{vert} Min	QP12	12715	0	0	4581	16598	0
V _{trasv} Max	QP1	12715	0	0	4930	18905	0
V _{trasv} Min	QP12	12715	0	0	4581	16598	0
M _{trasv} Max	QP1	12715	0	0	4930	18905	0
M _{trasv} Min	QP12	12715	0	0	4581	16598	0
V _{long} Max	QP1	12715	0	0	4930	18905	0
V _{long} Min	QP12	12715	0	0	4581	16598	0
M _{long} Max	QP1	12715	0	0	4930	18905	0
M _{long} Min	QP12	12715	0	0	4581	16598	0
M _{torc} Max	QP1	12715	0	0	4930	18905	0
M _{torc} Min	QP12	12715	0	0	4581	16598	0

Tabella 38 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	100

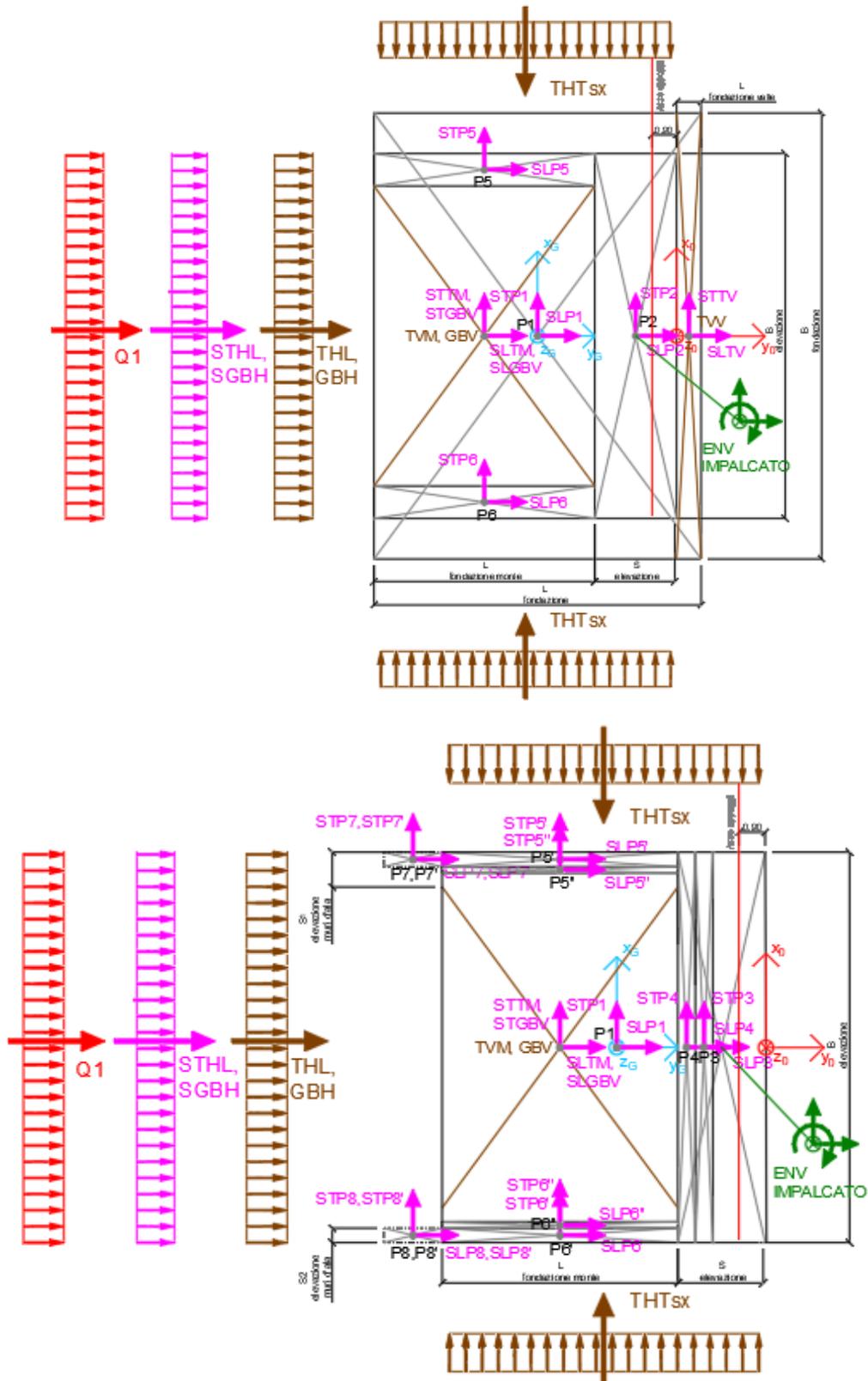


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	101

11.3.1 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.

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	102

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1			CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO														
PGA orizzontale a _g (g)		0,195	Coeff. sismico orizz. k _h				0,2738	Coeff. spinta attiva sismica k _{AE}					0,3834				
Coeff. stratigrafico SS		1,404	Coeff. sismico vert. k _v				0,1369										
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1			CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA														
		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 long	SLP1	0	3388	0	0,00	-6,00	-1,25	4235	0	0							
	SLP2	0	1663	0	0,00	-2,40	-5,50	9148	0	0							
	SLP3	0	51	0	0,00	-3,00	-8,96	457	0	0							
	SLP4	0	172	0	0,00	-3,60	-10,05	1727	0	0							
	SLP5	0	399	0	6,15	-7,95	-5,50	2195	0	2455							
	SLP5*	0	92	0	6,50	-7,95	-10,16	935	0	598							
	SLP5**	0	7	0	6,36	-7,95	-11,55	77	0	43							
	SLP6	0	399	0	-6,15	-7,95	-5,50	2195	0	-2455							
	SLP6*	0	92	0	-6,50	-7,95	-10,16	935	0	-598							
	SLP6**	0	7	0	-6,36	-7,95	-11,55	77	0	-43							
	SLP7	0	3	0	6,50	-13,00	-11,57	40	0	22							
	SLP7*	0	5	0	6,50	-12,67	-10,85	52	0	31							
	SLP8	0	3	0	-6,50	-13,00	-11,57	40	0	-22							
SLP8*	0	5	0	-6,50	-12,67	-10,85	52	0	-31								
		0	6286	0				22166	0	0		6286	0	22166	0	0	
Sisma trasv	STP1	3388	0	0	0,00	-6,00	-1,25	0	-4235	20328							
	STP2	1663	0	0	0,00	-2,40	-5,50	0	-9148	3992							
	STP3	51	0	0	0,00	-3,00	-8,96	0	-457	153							
	STP4	172	0	0	0,00	-3,60	-10,05	0	-1727	619							
	STP5	399	0	0	6,15	-7,95	-5,50	0	-2195	3173							
	STP5*	92	0	0	6,50	-7,95	-10,16	0	-935	732							
	STP5**	7	0	0	6,36	-7,95	-11,55	0	-77	53							
	STP6	399	0	0	-6,15	-7,95	-5,50	0	-2195	3173							
	STP6*	92	0	0	-6,50	-7,95	-10,16	0	-935	732							
	STP6**	7	0	0	-6,36	-7,95	-11,55	0	-77	53							
	STP7	3	0	0	6,50	-13,00	-11,57	0	-40	44							
	STP7*	5	0	0	6,50	-12,67	-10,85	0	-52	61							
	STP8	3	0	0	-6,50	-13,00	-11,57	0	-40	44							
STP8*	5	0	0	-6,50	-12,67	-10,85	0	-52	61								
		6286	0	0				0	-22166	33219	6286	0	0	0	-22166	-4499	
Sisma vert	SVP1	0	0	1694	0,00	-6,00	-1,25	-10164	0	0							
	SVP2	0	0	832	0,00	-2,40	-5,50	-1996	0	0							
	SVP3	0	0	26	0,00	-3,00	-8,96	-77	0	0							
	SVP4	0	0	86	0,00	-3,60	-10,05	-309	0	0							
	SVP5	0	0	200	6,15	-7,95	-5,50	-1587	-1227	0							
	SVP5*	0	0	46	6,50	-7,95	-10,16	-366	-299	0							
	SVP5**	0	0	3	6,36	-7,95	-11,55	-27	-21	0							
	SVP6	0	0	200	-6,15	-7,95	-5,50	-1587	1227	0							
	SVP6*	0	0	46	-6,50	-7,95	-10,16	-366	299	0							
	SVP6**	0	0	3	-6,36	-7,95	-11,55	-27	21	0							
	SVP7	0	0	2	6,50	-13,00	-11,57	-22	-11	0							
	SVP7*	0	0	2	6,50	-12,67	-10,85	-30	-16	0							
	SVP8	0	0	2	-6,50	-13,00	-11,57	-22	11	0							
SVP8*	0	0	2	-6,50	-12,67	-10,85	-30	16	0								
		0	0	3143				-16609	0	0	0	0	3143	2250	0	0	
Sisma ballast long	SLGBV	0	291	0	0,00	-7,95	-11,82	3439	0	0							
	SCGBH	0	301	0	0,00	-12,00	-5,80	1748	0	0							
		0	592	0				5187	0	0	0	592	0	5187	0	0	
Sisma ballast trasv	STGBV	291	0	0	0,00	-7,95	-11,82	0	-3439	2313							
		291	0	0				0	-3439	2313	291	0	0	0	-3439	567	
Sisma ballast vert	SVGBV	0	0	145	0,00	-7,95	-11,82	-1157	0	0							
		0	0	145				-1157	0	0	0	0	145	-284	0	0	
Sisma terreno long	SLVM	0	4480	0	0,00	-7,95	-7,05	31584	0	0							
	SLVV	0	81	0	0,00	-0,45	-3,00	244	0	0							
	SSTHL	0	3596	0	0,00	-12,00	-3,87	13906	0	0							
		0	8158	0				45735	0	0	0	8158	0	45735	0	0	
Sisma terreno trasv	STTM	4480	0	0	0,00	-7,95	-7,05	0	-31584	35616							
	STTV	81	0	0	0,00	-0,45	-3,00	0	-244	37							
		4561	0	0				0	-31828	35653	4561	0	0	0	-31828	8285	
Sisma terreno vert	SVTM	0	0	2240	0,00	-7,95	-7,05	-17808	0	0							
	SVTV	0	0	41	0,00	-0,45	-3,00	-18	0	0							
		0	0	2281				-17826	0	0	0	0	2281	-4142	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	0	0	0,00	-0,90	-8,50	0	0	0							
		0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	2482	0	0	0,00	-0,90	-8,50	0	-21100	2234							
		2482	0	0				0	-21100	2234	2482	0	0	0	-21100	-12660	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1241	0,00	-0,90	-8,50	-1117	0	0							
		0	0	1241				-1117	0	0	0	0	1241	6330	0	0	

Tabella 39 – Riepilogo azioni elementari statiche

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	103

NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		PARAMETRI DI CALCOLO FONDAZIONE															
H paraghiaia (m)	3,10	S fondazione (m)	2,50	S2 elevazione muri d'ala (m)	0,50	H elev. testa muro d'ala (m)	0,55	Carico variabile (kPa)	23,15								
S paraghiaia (m)	0,60	L fondazione monte (m)	8,10	H1 elev. muro d'ala sx (m)	6,00	H1 orecchia (m)	1,40	Carico ballast (kPa)	9,72								
H ritegno (m)	0,92	L fondazione valle (m)	0,90	H1 elev. muro d'ala dx (m)	6,00	H2 orecchia (m)	0,50										
S ritegno (m)	0,60	L fondazione (m)	12,00	H reintero muro d'ala sx (m)	9,32	S orecchia (m)	2,00										
H elevazione (m)	6,00	B fondazione (m)	16,50	H reintero muro d'ala dx (m)	9,32	Peso terreno (kN/m ²)	20,00	X _G fondazione	0,00								
S elevazione (m)	3,00	H reintero fondaz. valle (m)	1,00	H2 elev. muro d'ala (m)	3,32	Coeff. spinta attiva statica k _a	0,2379	Y _G fondazione	-6,00								
B elevazione (m)	13,50	S1 elevazione muri d'ala (m)	1,20	S elev. testa muri d'ala (m)	0,22	Coeff. spinta riposo statica k ₀	0,3843	Z _G fondazione	0,00								
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA															
		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	12375	0,00	-6,00	-1,25	-74250	0	0	0	0	0	22961	16434	0	0
	P2	0	0	6075	0,00	-2,40	-5,50	-14580	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	186	0,00	-3,00	-8,96	-559	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	628	0,00	-3,60	-10,05	-2260	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5	0	0	1458	6,15	-7,95	-5,50	-11591	-8967	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5*	0	0	336	6,50	-7,95	-10,16	-2672	-2185	0	0	0	0	0	0	0	0
	P5**	0	0	25	6,36	-7,95	-11,55	-195	-156	0	0	0	0	0	0	0	0
	P6	0	0	1458	-6,15	-7,95	-5,50	-11591	8967	0	0	0	0	0	0	0	0
	P6*	0	0	336	-6,50	-7,95	-10,16	-2672	2185	0	0	0	0	0	0	0	0
	P6**	0	0	25	-6,36	-7,95	-11,55	-195	156	0	0	0	0	0	0	0	0
	P7	0	0	13	6,50	-13,00	-11,57	-163	-81	0	0	0	0	0	0	0	0
	P7*	0	0	18	6,50	-12,67	-10,85	-222	-114	0	0	0	0	0	0	0	0
	P8	0	0	13	-6,50	-13,00	-11,57	-163	81	0	0	0	0	0	0	0	0
	P8*	0	0	18	-6,50	-12,67	-10,85	-222	114	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	22961	0,00	-12,00	-5,80	-121334	0	0	0	0	0	22961	16434	0	0
Ballast	GBV	0	0	1063	0,00	-7,95	-11,82	-8449	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GBH	0	585	0	0,00	-12,00	-5,80	3393	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	585	1063	0,00	-12,00	-5,80	-5056	0	0	0	585	1063	1320	0	0	0
Spinta terreno	THL	0	6982	0	0,00	-12,00	-3,87	26996	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	THTsx	5960	0	0	6,75	-6,45	-3,94	0	-23484	38444	0	0	0	0	0	0	0
	THTdx	-5960	0	0	-6,75	-6,45	-3,94	0	23484	-38444	0	0	0	0	0	0	0
	TVM	0	0	16364	0,00	-7,95	-7,05	-130091	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TVV	0	0	297	0,00	-0,45	-3,00	-134	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	6982	16661	0,00	-12,00	-5,80	-103228	0	0	0	6982	16661	-3265	0	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	1393	0	0,00	-12,00	-5,80	8081	0	0	0	0	1393	0	8081	0	0
		0	1393	0	0,00	-12,00	-5,80	8081	0	0	0	0	1393	0	8081	0	0
NOME: FONDAZIONE SPALLA 1		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	431	354	13286	0,00	-0,90	-8,50	-11745	-1943	399	431	354	13286	59026	-5606	-1798	
	Nvert Min	-351	175	5517	0,00	-0,90	-8,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	24760	4168	1475	
	Vtrasv Max	724	354	10647	0,00	-0,90	-8,50	-9370	-2796	663	724	354	10647	47944	-8952	-3030	
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	0,00	-0,90	-8,50	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	21579	4168	1475	
	Mlong Max	-351	175	5517	0,00	-0,90	-8,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	24760	4168	1475	
	Mlong Min	431	354	13286	0,00	-0,90	-8,50	-11745	-1943	399	431	354	13286	59026	-5606	-1798	
	Vlong Max	303	354	8826	0,00	-0,90	-8,50	-7731	-6722	284	303	354	8826	40294	-9294	-1259	
	Vlong Min	0	-234	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5384	0	-6	0	-234	5826	22340	0	-6	
	Mtrasv Max	-351	175	5517	0,00	-0,90	-8,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	24760	4168	1475	
	Mtrasv Min	394	354	10934	0,00	-0,90	-8,50	-9628	-6723	367	394	354	10934	49149	-10076	-1645	
	Mtorc Max	724	354	10647	0,00	-0,90	-8,50	-9370	-2796	663	724	354	10647	47944	-8952	-3030	
	Mtorc Min	-351	-175	5517	0,00	-0,90	-8,50	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	21579	4168	1475	
ENV SLE RA		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
	Nvert Max	384	256	9390	0,00	-0,90	-8,50	-8297	-1680	353	384	256	9390	41770	-4940	-1603	
	Nvert Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22012	2779	983	
	Vtrasv Max	495	256	9210	0,00	-0,90	-8,50	-8135	-1943	453	495	256	9210	41016	-6147	-2070	
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22012	2779	983	
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22012	2779	983	
	Mtrasv Min	267	-216	7842	0,00	-0,90	-8,50	-7187	-4769	236	267	-216	7842	30973	-7039	-1126	
	Vlong Max	0	256	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5090	0	8	0	256	5826	26803	0	8	
	Vlong Min	384	-256	9390	0,00	-0,90	-8,50	-8604	-1680	337	384	-256	9390	37103	-4940	-1619	
	Mlong Max	0	256	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5090	0	8	0	256	5826	26803	0	8	
	Mlong Min	384	-256	9390	0,00	-0,90	-8,50	-8604	-1680	337	384	-256	9390	37103	-4940	-1619	
	Mtorc Max	495	256	9210	0,00	-0,90	-8,50	-8135	-1943	453	495	256	9210	41016	-6147	-2070	
	Mtorc Min	-234	-175	5620	0,00	-0,90	-8,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	22012	2779	983	
ENV SLE QP		F _{x0} (kN)	F _{y0} (kN)	F _{z0} (kN)	x ₀ (m)	y ₀ (m)	z ₀ (m)	M _{x0} (kNm)	M _{y0} (kNm)	M _{z0} (kNm)	F _{xG} (m)	F _{yG} (m)	F _{zG} (m)	M _{xG} (kNm)	M _{yG} (kNm)	M _{zG} (kNm)	
	Nvert Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5139	0	0	0	175	5826	26060	0	0	
	Nvert Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5348	0	0	0	-175	5826	22879	0	0	
	Vtrasv Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5139	0	0	0	175	5826	26060	0	0	
	Vtrasv Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5348	0	0	0	-175	5826	22879	0	0	
	Mtrasv Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5139	0	0	0	175	5826	26060	0	0	
	Mtrasv Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5348	0	0	0	-175	5826	22879	0	0	
	Vlong Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5139	0	0	0	175	5826	26060	0	0	
	Vlong Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5348	0	0	0	-175	5826	22879	0	0	
	Mlong Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5139	0	0	0	175	5826	26060	0	0	
	Mlong Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5348	0	0	0	-175	5826	22879	0	0	
	Mtorc Max	0	175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5139	0	0	0	175	5826	26060	0	0	
	Mtorc Min	0	-175	5826	0,00	-0,90	-8,50	-5348									

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	104

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	22961	16434	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	585	1063	1320	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	6982	16661	-3265	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	431	354	13286	59026	-5606	-1798
	Nvert Min	-351	175	5517	24760	4168	1475
	Vtrasv Max	724	354	10647	47944	-8952	-3030
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	21579	4168	1475
	Mtrasv Max	-351	175	5517	24760	4168	1475
	Mtrasv Min	431	354	13286	59026	-5606	-1798
	Vlong Max	303	354	8826	40294	-9294	-1259
	Vlong Min	0	-234	5826	22340	0	-6
	Mlong Max	-351	175	5517	24760	4168	1475
	Mlong Min	394	354	10934	49149	-10076	-1645
	Mtorc Max	724	354	10647	47944	-8952	-3030
	Mtorc Min	-351	-175	5517	21579	4168	1475
SLE RA Impalcato	Nvert Max	384	256	9390	41770	-4940	-1603
	Nvert Min	-234	-175	5620	22012	2779	983
	Vtrasv Max	495	256	9210	41016	-6147	-2070
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	22012	2779	983
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	22012	2779	983
	Mtrasv Min	267	-216	7842	30973	-7039	-1126
	Vlong Max	0	256	5826	26803	0	8
	Vlong Min	384	-256	9390	37103	-4940	-1619
	Mlong Max	0	256	5826	26803	0	8
	Mlong Min	384	-256	9390	37103	-4940	-1619
	Mtorc Max	495	256	9210	41016	-6147	-2070
	Mtorc Min	-234	-175	5620	22012	2779	983
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	5826	26060	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	22879	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	26060	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	22879	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	26060	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	22879	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	26060	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	22879	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	26060	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	22879	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	26060	0	0

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	105

	Mtorc Min	0	-175	5826	22879	0	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1393	0	8081	0	0
E	Sisma long	0	15036	0	73087	0	0
Sisma	Sisma trasv	13621	0	0	0	-78533	-8307
	Sisma vert	0	0	6810	4154	0	0

Tabella 41 – Risultanti azioni elementari al centro della palificata G (quota testa palo)

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	107

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trav}	M _{long}	V _{long}	M _{trav}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Mx (kNm)	Fy (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	SLU6	70869	431	-5606	13725	90013	-1798
N _{vert} Min	SLU24	46201	-351	4168	9412	47786	1475
V _{trav} Max	SLU3	68230	724	-8952	13725	78931	-3030
V _{trav} Min	SLU24	46201	-351	4168	9412	47786	1475
M _{long} Max	SLU6	63099	-351	4168	13545	55747	1475
M _{long} Min	SLU24	51619	394	-10076	9941	75356	-1645
V _{long} Max	SLU11	68230	724	-8952	13725	78931	-3030
V _{long} Min	SLU20	46511	0	0	9353	48547	-6
M _{trav} Max	SLU2	70869	431	-5606	13725	90013	-1798
M _{trav} Min	SLU22	46201	-351	4168	9412	47786	1475
M _{torc} Max	SLU2	63099	-351	4168	13545	55747	1475
M _{torc} Min	SLU15	51332	724	-8952	9941	74151	-3030
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trav}	M _{trav}	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	53321	4086	-23560	12252	66630	-2492
N _{vert} Min	SLV6	39700	4086	-23560	12252	58322	-2492
V _{trav} Max	SLV3	48554	13621	-78533	12252	63722	-8307
V _{trav} Min	SLV6	39700	4086	-23560	12252	58322	-2492
M _{trav} Max	SLV1	48554	4086	-23560	22778	114883	-2492
M _{trav} Min	SLV6	44468	13621	-78533	12252	61230	-8307
V _{long} Max	SLV1	48554	4086	-23560	22778	114883	-2492
V _{long} Min	SLV6	39700	4086	-23560	12252	58322	-2492
M _{long} Max	SLV1	48554	4086	-23560	22778	114883	-2492
M _{long} Min	SLV4	39700	4086	-23560	12252	58322	-2492
M _{torc} Max	SLV5	53321	4086	-23560	12252	66630	-2492
M _{torc} Min	SLV4	44468	13621	-78533	12252	61230	-8307

Tabella 43 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	108

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{long}	V _{long}	M _{trasv}	M _{torc}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Mx (kNm)	Fy (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
N _{vert} Max	RA1	50074	384	-4940	9216	64340	-1603
N _{vert} Min	RA12	46304	-234	2779	8785	44583	983
V _{trasv} Max	RA3	49895	495	-6147	9216	63587	-2070
V _{trasv} Min	RA12	46304	-234	2779	8785	44583	983
M _{trasv} Max	RA1	46304	-234	2779	8785	44583	983
M _{trasv} Min	RA12	48526	267	-7039	8744	53543	-1126
V _{long} Max	RA11	49895	495	-6147	9216	63587	-2070
V _{long} Min	RA8	50074	384	-4940	8703	59674	-1619
M _{long} Max	RA12	50074	384	-4940	9216	64340	-1603
M _{long} Min	RA6	46304	-234	2779	8785	44583	983
M _{torc} Max	RA12	46304	-234	2779	8785	44583	983
M _{torc} Min	RA3	49895	495	-6147	9216	63587	-2070
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	46511	0	0	7741	40550	0
N _{vert} Min	QP12	46511	0	0	7392	37369	0
V _{trasv} Max	QP1	46511	0	0	7741	40550	0
V _{trasv} Min	QP12	46511	0	0	7392	37369	0
M _{trasv} Max	QP1	46511	0	0	7741	40550	0
M _{trasv} Min	QP12	46511	0	0	7392	37369	0
V _{long} Max	QP1	46511	0	0	7741	40550	0
V _{long} Min	QP12	46511	0	0	7392	37369	0
M _{long} Max	QP1	46511	0	0	7741	40550	0
M _{long} Min	QP12	46511	0	0	7392	37369	0
M _{torc} Max	QP1	46511	0	0	7741	40550	0
M _{torc} Min	QP12	46511	0	0	7392	37369	0

Tabella 44 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	109

11.4 SOLLECITAZIONI MURO PARAGHIAIA

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 al muro paraghiaia della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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 del muro paraghiaia a quota estradosso elevazione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

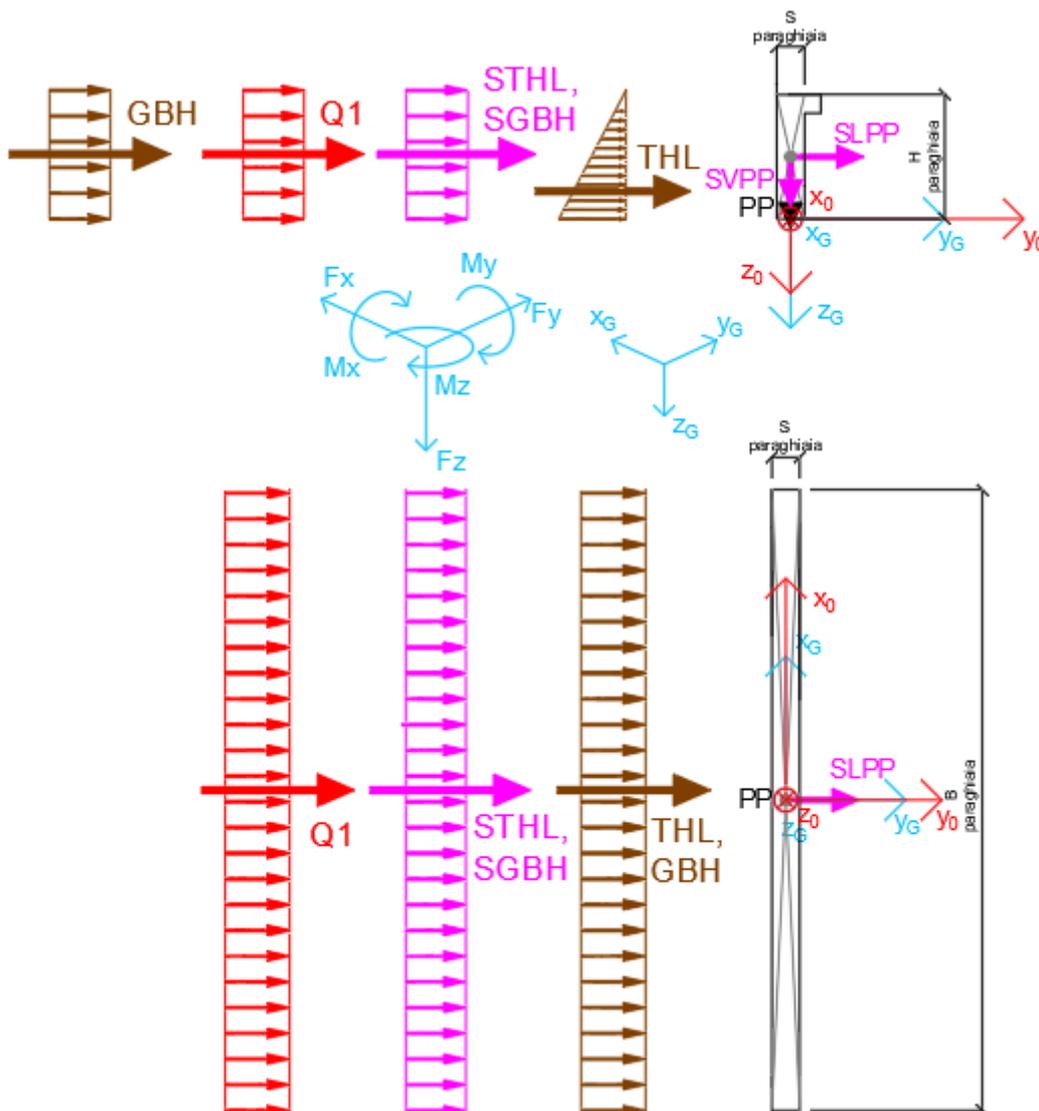


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	110

11.4.1 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.

NOME: MURO PARAGHIAIA		CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO														
PGA orizzontale a_g (g)	0,195	Coeff. sismico orizz. k_h						0,2738	Coeff. spinta attiva sismica k_{aE}						0,3834	
Coeff. stratigrafico S_s	1,404	Coeff. sismico vert. k_v						0,1369								
NOME: MURO PARAGHIAIA		CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA														
		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 long	SLPP	0	172	0	0,00	0,00	-1,55	266	0	0	0	172	0	266	0	0
Sisma vert	SVPP	0	0	86	0,00	0,00	-1,55	0	0	0	0	0	86	0	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	81	0	0,00	-0,30	-1,55	125	0	0	0	81	0	125	0	0
Sisma terreno long	STHL	0	0	0	0,00	-0,30	-1,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 45 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: MURO PARAGHIAIA		PARAMETRI DI CALCOLO MURO PARAGHIAIA														
H paraghiaia (m)	3,10	Carico perm. Gb ballast (kPa)				9,72	Angolo di attrito terreno ($^\circ$)				38,00	XG elevazione				0,00
S paraghiaia (m)	0,60	Carico variab. Q LM71 (kPa)				56,18	Coeff. spinta attiva statica k_a				0,2379	YG elevazione				0,00
B paraghiaia (m)	13,50	Peso terreno (kN/m ³)				20,00	Coeff. spinta riposo statica k_0				0,3843	ZG elevazione				0,00
NOME: MURO PARAGHIAIA		CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA														
		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	PP	0	0	628	0,00	0,00	-1,55	0	0	0	0	0	628	0	0	0
Ballast	GBH	0	156	0	0,00	-0,30	-1,55	242	0	0	0	156	0	242	0	0
Spinta terreno	THL	0	0	0	0,00	-0,30	-1,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sovraccarico long	Q1	0	904	0	0,00	-0,30	-1,55	1401	0	0	0	904	0	1401	0	0

Tabella 46 – Riepilogo azioni elementari statiche

Tipo azione	Descrizione azione	V_{trasv} Fx [kN]	V_{long} Fy [kN]	N_{vert} Fz [kN]	M_{long} Mx [kNm]	M_{trasv} My [kNm]	M_{torc} Mz [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	628	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	156	0	242	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	0	0	0	0	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	0	904	0	1401	0	0
E Sisma	Sisma long	0	252	0	391	0	0
	Sisma vert	0	0	86	0	0	0
	-Sisma vert	0	0	-86	0	0	0

Tabella 47 – Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso fondazione)

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	111

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,2 (terreno)	Qk1-Q (acc. Traffico)	E-Sisma long	E-Sisma vert	E--Sisma vert
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00
SLU	3	3	SLU3	1,00	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	4	SLU4	1,00	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00
SLU	5	5	SLU5	1,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00
SLV	6	6	SLV1	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	6	7	SLV2	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	6	8	SLV3	1,00	1,00	1,00	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	6	9	SLV4	1,00	1,00	1,00	0,00	0,30	0,00	1,00
SLE RA	7	10	RA1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	8	11	RA2	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	8	12	QP1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	13	QP2	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 48 – Combinazioni di carico adottate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	112

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLU2	847	1545	2394
N _{vert} Min	SLU5	628	1310	2031
V _{long} Max	SLU2	847	1545	2394
V _{long} Min	SLU3	628	234	363
M _{long} Max	SLU2	847	1545	2394
M _{long} Min	SLU3	628	234	363
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLV3	714	232	360
N _{vert} Min	SLV4	542	232	360
V _{long} Max	SLV1	654	409	633
V _{long} Min	SLV4	542	232	360
M _{long} Max	SLV1	654	409	633
M _{long} Min	SLV4	542	232	360

Tabella 49 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	RA1	628	1060	1643
N _{vert} Min	RA2	628	156	242
V _{long} Max	RA1	628	1060	1643
V _{long} Min	RA2	628	156	242
M _{long} Max	RA1	628	1060	1643
M _{long} Min	RA2	628	156	242
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	QP1	628	156	242
N _{vert} Min	QP2	628	0	0
V _{long} Max	QP1	628	156	242
V _{long} Min	QP2	628	0	0
M _{long} Max	QP1	628	156	242
M _{long} Min	QP2	628	0	0

Tabella 50 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	113

11.5 SOLLECITAZIONI MURO D'ALA

11.5.1 Sezione superiore muro d'ala

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 al muro laterale della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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 baricentro del muro d'ala alla quota del ringrosso della sezione, e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

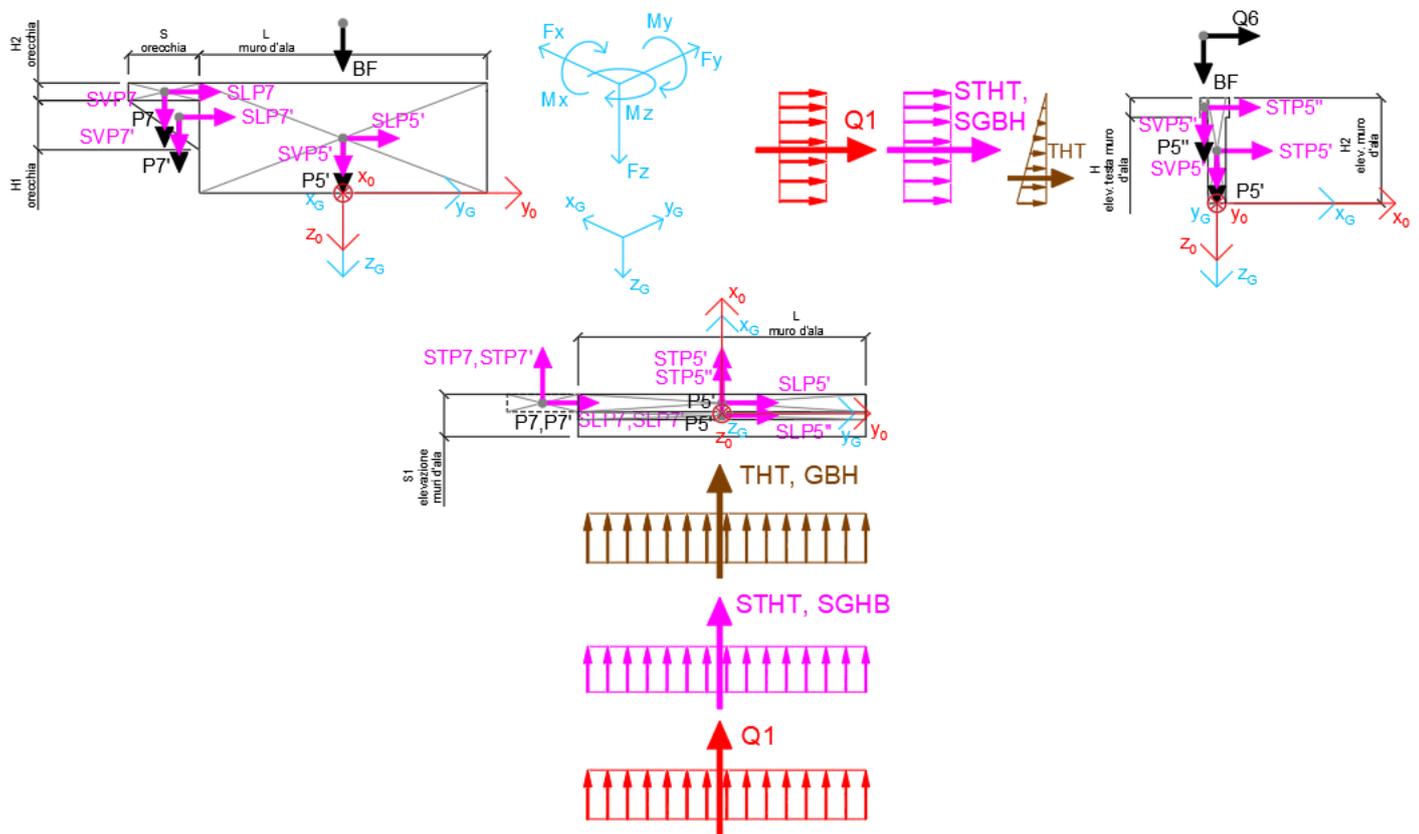


Figura 28 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	114

11.5.1.9 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.

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a _g (g)		0,195		Coeff. sismico orizz. k _h				0,2738				Coeff. spinta attiva sismica k _{aE}				0,3834	
Coeff. stratigrafico SS		1,404		Coeff. sismico vert. k _v				0,1369									
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
		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 trasv	STP5'	92	0	0	0,00	0,00	-1,66	0	-153	0							
	STP5"	7	0	0	0,49	0,00	-3,05	0	-20	0							
	STP7	3	0	0	0,00	-5,05	-3,07	0	-11	17							
	STP7'	5	0	0	0,00	-4,72	-2,35	0	-11	23							
		107	0	0				0	-195	40	107	0	0	0	-195	40	
Sisma vert	SVP5'	0	0	46	0,00	0,00	-1,66	0	0	0							
	SVP5"	0	0	3	0,49	0,00	-3,05	0	-2	0							
	SVP7	0	0	2	0,00	-5,05	-3,07	-9	0	0							
	SVP7'	0	0	2	0,00	-4,72	-2,35	-11	0	0							
		0	0	53				-20	-2	0	0	0	53	-20	-2	0	
Sisma ballast trasv	SGBH	52	0	0	-0,25	0,00	-1,66	0	-86	0							
		52	0	0				0	-86	0	52	0	0	0	-86	0	
Sisma terreno trasv	STHT	177	0	0	-0,25	0,00	-1,11	0	-196	0							
		177	0	0				0	-196	0	177	0	0	0	-196	0	

Tabella 51 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA													
S1 elevazione muri d'ala (m)		1,20		L muro d'ala (m)		8,10		S orecchia (m)		2,00		Carico variab. Q LM71 (kPa)				23,15	
S2 elevazione muri d'ala (m)		0,50		S elev. testa muri d'ala (m)		0,22		Peso terreno (kN/m ³)		20,00		Carico ballast (kPa)				9,72	
H1 elev. muro d'ala sx (m)		6,00		H elev. testa muro d'ala (m)		0,55		Coeff. spinta attiva statica k _a		0,2379		X _G muro sx				0,00	
H2 elev. muro d'ala (m)		3,32		H1 orecchia (m)		1,40		Coeff. spinta riposo statica k ₀		0,3843		Y _G muro sx				0,00	
H reinterro muro d'ala sx (m)		9,32		H2 orecchia (m)		0,50						Z _G muro sx				0,00	
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA													
		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	P5'	0	0	336	0,00	0,00	-1,66	0	0	0							
	P5"	0	0	25	0,49	0,00	-3,05	0	-12	0							
	P7	0	0	13	0,00	-5,05	-3,07	-63	0	0							
	P7'	0	0	18	0,00	-4,72	-2,35	-83	0	0							
			0	0	391				-146	-12	0	0	0	391	-146	-12	0
Barriera fonoassorbente	BF	0	0	162	-0,35	0,00	-5,82	0	57	0							
		0	0	162				0	57	0	0	0	162	0	57	0	
Ballast	GBH	100	0	0	-0,25	0,00	-1,66	0	-167	0							
		100	0	0				0	-167	0	100	0	0	0	-167	0	
Spinta terreno	THT	343	0	0	-0,25	0,00	-1,11	0	-380	0							
		343	0	0				0	-380	0	343	0	0	0	-380	0	
Sovraccarico traffico	Q1	239	0	0	-0,25	0,00	-1,66	0	-397	0							
		239	0	0				0	-397	0	239	0	0	0	-397	0	
Vento	Q6	81	0	0	-0,35	0,00	-5,82	0	-469	0							
		81	0	0				0	-469	0	81	0	0	0	-469	0	

Tabella 52 – Riepilogo azioni elementari statiche

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	115

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trav} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	391	-146	-12	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	100	0	0	0	-167	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	162	0	57	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	343	0	0	0	-380	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	239	0	0	0	-397	0
Qk6	Vento MAX	81	0	0	0	-469	0
Vento	Vento MIN	-81	0	0	0	469	0
E	Sisma trasv	335	0	0	0	-476	40
Sisma	-Sisma trasv	-335	0	0	0	476	-40
	Sisma vert	0	0	53	-20	-2	0
	-Sisma vert	0	0	-53	20	2	0

Tabella 53 – Risultanti azioni elementari al centro del muro d'ala G (quota ringrosso sezione)

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,2 (barriera)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,3 (terreno)	Qk1-Q (ecc. Traffico)	Qk6-Vento MAX	Qk6-Vento MIN	E-Sisma trasv	E-Sisma trasv	E-Sisma vert	E-Sisma vert
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	3	SLU3	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	3	4	SLU4	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	5	SLU5	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLV	5	6	SLV1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	7	SLV2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	8	SLV3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	9	SLV4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	10	SLV5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	11	SLV6	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	12	SLV7	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	13	SLV8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	14	SLV9	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	15	SLV10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	16	SLV11	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	17	SLV12	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	18	SLV13	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	19	SLV14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	20	SLV15	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	0,00	1,00
SLV	5	21	SLV16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00
SLE RA	6	22	RA1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	6	23	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	24	RA3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	25	RA4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	8	26	QP1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	27	QP2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	28	QP3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 54 – Combinazioni di carico adottate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	116

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU3	770	940	-905
N _{vert} Min	SLU5	770	1012	-1327
V _{trasv} Max	SLU2	770	1085	-1749
V _{trasv} Min	SLU4	770	786	-1454
M _{trasv} Max	SLU5	770	940	-905
M _{trasv} Min	SLU4	770	1085	-1749
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	606	303	-126
N _{vert} Min	SLV15	499	383	-592
V _{trasv} Max	SLV3	537	819	-1212
V _{trasv} Min	SLV10	569	68	209
M _{trasv} Max	SLV12	537	68	210
M _{trasv} Min	SLV1	569	819	-1213

Tabella 55 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	553	554	-350
N _{vert} Min	RA3	553	716	-1289
V _{trasv} Max	RA1	553	731	-1180
V _{trasv} Min	RA4	553	554	-350
M _{trasv} Max	RA4	553	554	-350
M _{trasv} Min	RA3	553	716	-1289
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	553	403	-267
N _{vert} Min	QP2	553	484	-736
V _{trasv} Max	QP2	553	484	-736
V _{trasv} Min	QP3	553	403	-267
M _{trasv} Max	QP3	553	403	-267
M _{trasv} Min	QP2	553	484	-736

Tabella 56 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	117

11.5.2 Sezione base muro d'ala

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 al muro laterale della spalla, secondo le azioni descritte nei capitoli precedenti di analisi dei carichi.

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 baricentro del muro d'ala a quota estradosso plinto., e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.

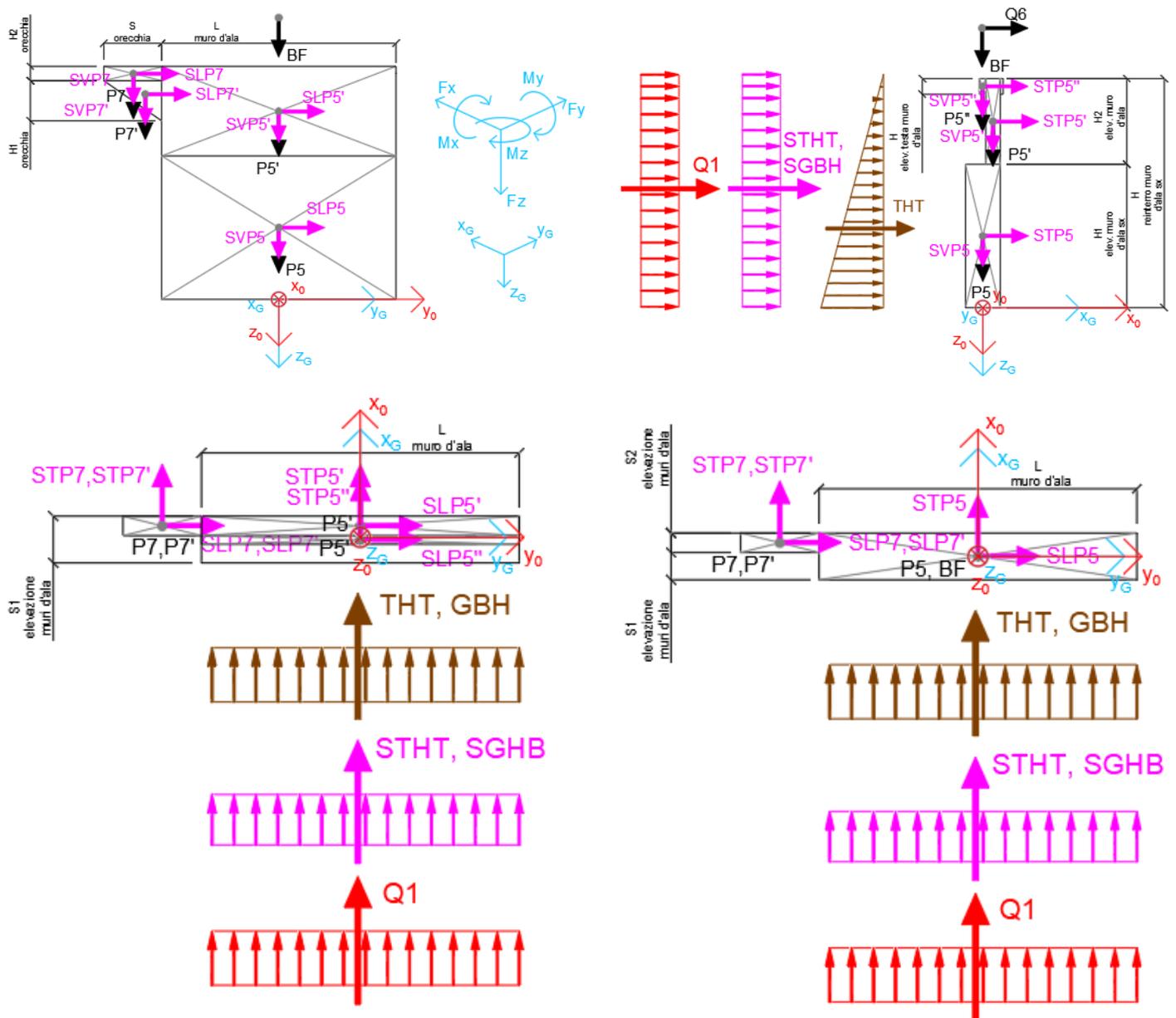


Figura 29 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	118

11.5.2.9 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.

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO SPETTRO SISMICO DI PROGETTO													
PGA orizzontale a_g (g)		0,195		Coeff. sismico orizz. k_h				0,2738				Coeff. spinta attiva sismica k_{aE}				0,3834	
Coeff. stratigrafico SS		1,404		Coeff. sismico vert. k_v				0,1369									
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI SISMICHE CORPO SPALLA													
		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 trasv	STP5	399	0	0	0,00	0,00	-3,00	0	-1198	0							
	STP5'	92	0	0	0,35	0,00	-7,66	0	-705	0							
	STP5''	7	0	0	-0,01	0,00	-9,05	0	-61	0							
	STP7	3	0	0	0,35	-5,05	-9,07	0	-31	17							
	STP7'	5	0	0	0,35	-4,72	-8,35	0	-40	23							
		506	0	0				0	-2034	40	506	0	0	0	-2034	40	
Sisma vert	SVP5	0	0	200	0,00	0,00	-3,00	0	0	0							
	SVP5'	0	0	46	0,35	0,00	-7,66	0	-16	0							
	SVP5''	0	0	3	-0,01	0,00	-9,05	0	0	0							
	SVP7	0	0	2	0,35	-5,05	-9,07	-9	-1	0							
	SVP7'	0	0	2	0,35	-4,72	-8,35	-11	-1	0							
		0	0	253				-20	-18	0	0	0	253	-20	-18	0	
Sisma ballast trasv	SGBH	145	0	0	-0,60	0,00	-4,66	0	-677	0							
		145	0	0				0	-677	0	145	0	0	0	-677	0	
Sisma terreno trasv	STHT	1393	0	0	-0,60	0,00	-3,11	0	-4328	0							
		1393	0	0				0	-4328	0	1393	0	0	0	-4328	0	

Tabella 57 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				PARAMETRI DI CALCOLO MURO D'ALA													
S1 elevazione muri d'ala (m)		1,20		L muro d'ala (m)		8,10		S orecchia (m)		2,00		Carico variab. Q LM71 (kPa)				23,15	
S2 elevazione muri d'ala (m)		0,50		S elev. testa muri d'ala (m)		0,22		Peso terreno (kN/m ³)		20,00		Carico ballast (kPa)				9,72	
H1 elev. muro d'ala sx (m)		6,00		H elev. testa muro d'ala (m)		0,55		Coeff. spinta attiva statica k_a		0,2379		X_G muro sx				0,00	
H2 elev. muro d'ala (m)		3,32		H1 orecchia (m)		1,40		Coeff. spinta riposo statica k_0		0,3843		Y_G muro sx				0,00	
H reinterro muro d'ala sx (m)		9,32		H2 orecchia (m)		0,50						Z_G muro sx				0,00	
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 1				CALCOLO AZIONI CORPO SPALLA													
		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	P5	0	0	1458	0,00	0,00	-3,00	0	0	0							
	P5'	0	0	336	0,35	0,00	-7,66	0	-118	0							
	P5''	0	0	25	-0,01	0,00	-9,05	0	0	0							
	P7	0	0	13	0,35	-5,05	-9,07	-63	-4	0							
	P7'	0	0	18	0,35	-4,72	-8,35	-83	-6	0							
		0	0	1849				-146	-128	0	0	0	1849	-146	-128	0	
Barriera fonoaassorbente	BF	0	0	162	0,00	0,00	-11,82	0	0	0							
		0	0	162				0	0	0	0	0	162	0	0	0	
Ballast	GBH	282	0	0	-0,60	0,00	-4,66	0	-1314	0							
		282	0	0				0	-1314	0	282	0	0	0	-1314	0	
Spinta terreno	THT	2704	0	0	-0,60	0,00	-3,11	0	-8401	0							
		2704	0	0				0	-8401	0	2704	0	0	0	-8401	0	
Sovraccarico traffico	Q1	672	0	0	-0,60	0,00	-4,66	0	-3130	0							
		672	0	0				0	-3130	0	672	0	0	0	-3130	0	
Vento	Q6	81	0	0	0,00	0,00	-11,82	0	-953	0							
		81	0	0				0	-953	0	81	0	0	0	-953	0	

Tabella 58 – Riepilogo azioni elementari statiche

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	119

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trav} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trav} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	1849	-146	-128	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	282	0	0	0	-1314	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	162	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	2704	0	0	0	-8401	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	672	0	0	0	-3130	0
Qk6	Vento MAX	81	0	0	0	-953	0
Vento	Vento MIN	-81	0	0	0	953	0
E Sisma	Sisma trav	2044	0	0	0	-7039	40
	-Sisma trav	-2044	0	0	0	7039	-40
	Sisma vert	0	0	253	-20	-18	0
	-Sisma vert	0	0	-253	20	18	0

Tabella 59 – Risultanti azioni elementari al centro del muro d'ala G (quota estradosso fondazione)

NomeEnv:	TipoComb:	NumComb:	Comb:	Gk1 Perm. Str.-G1 (peso proprio)	Gk2b Ballast-G2,1 (ballast)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,2 (barriera)	Gk2 Perm. Non Str.-G2,3 (terreno)	Qk1-Q (ecc. Traffico)	Qk6-Vento MAX	Qk6-Vento MIN	E-Sisma trav	E-Sisma trav	E-Sisma vert	E-Sisma vert
SLU	1	1	SLU1	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	2	SLU2	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	2	3	SLU3	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	3	4	SLU4	1,35	1,50	1,50	1,50	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLU	4	5	SLU5	1,35	1,50	1,50	1,50	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLV	5	6	SLV1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	7	SLV2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,30	0,00
SLV	5	8	SLV3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	9	SLV4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,30
SLV	5	10	SLV5	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	11	SLV6	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	1,00	0,00
SLV	5	12	SLV7	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	13	SLV8	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,00	0,00	1,00
SLV	5	14	SLV9	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	15	SLV10	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,30	0,00
SLV	5	16	SLV11	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	17	SLV12	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,30
SLV	5	18	SLV13	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	19	SLV14	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	1,00	0,00
SLV	5	20	SLV15	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,30	0,00	1,00
SLV	5	21	SLV16	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30	0,00	1,00
SLE RA	6	22	RA1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	6	23	RA2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	24	RA3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE RA	7	25	RA4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	8	26	QP1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	27	QP2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SLE QP	9	28	QP3	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 60 – Combinazioni di carico adottate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	120

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU4	2739	4600	-16174
N _{vert} Min	SLU5	2739	5453	-19283
V _{trasv} Max	SLU2	2739	5526	-20141
V _{trasv} Min	SLU4	2739	4600	-16174
M _{trasv} Max	SLU5	2739	4600	-16174
M _{trasv} Min	SLU5	2739	5526	-20141
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	2264	2333	-7272
N _{vert} Min	SLV15	1758	2413	-8190
V _{trasv} Max	SLV3	1935	5071	-17353
V _{trasv} Min	SLV10	2087	901	-2333
M _{trasv} Max	SLV12	1935	901	-2323
M _{trasv} Min	SLV1	2087	5071	-17363

Tabella 61 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	RA4	2011	3443	-11394
N _{vert} Min	RA3	2011	3604	-13299
V _{trasv} Max	RA1	2011	3706	-13544
V _{trasv} Min	RA4	2011	3443	-11394
M _{trasv} Max	RA4	2011	3443	-11394
M _{trasv} Min	RA1	2011	3706	-13544
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	2011	2946	-9366
N _{vert} Min	QP2	2011	3026	-10319
V _{trasv} Max	QP2	2011	3026	-10319
V _{trasv} Min	QP3	2011	2946	-9366
M _{trasv} Max	QP3	2011	2946	-9366
M _{trasv} Min	QP2	2011	3026	-10319

Tabella 62 – ENV SLE RA, SLE QP - 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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	121

11.6 VERIFICHE MURO FRONTALE

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni a quota estradosso plinto di fondazione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.6.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato tesso di $\Phi 26/20$ e nel lato compresso di $\Phi 20/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 132 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

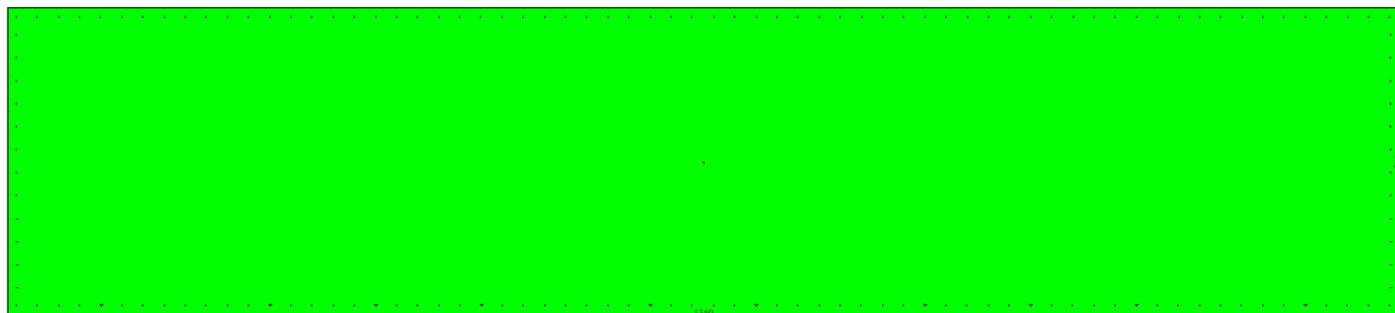


Figura 30 – Sezione trasversale spalla 1 e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SPALLA S1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 1350,0 [cm]
 Altezza: 300,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 405000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 61509375000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 3037500000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 675,00$ [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]
 d Diametro ferro espresso in [mm]
 ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	1341,00	291,00	20	3,14
2	1320,51	291,00	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	122

3	1300,02	291,00	20	3,14
4	1279,52	291,00	20	3,14
5	1259,03	291,00	20	3,14
6	1238,54	291,00	20	3,14
7	1218,05	291,00	20	3,14
8	1197,55	291,00	20	3,14
9	1177,06	291,00	20	3,14
10	1156,57	291,00	20	3,14
11	1136,08	291,00	20	3,14
12	1115,58	291,00	20	3,14
13	1095,09	291,00	20	3,14
14	1074,60	291,00	20	3,14
15	1054,11	291,00	20	3,14
16	1033,62	291,00	20	3,14
17	1013,12	291,00	20	3,14
18	992,63	291,00	20	3,14
19	972,14	291,00	20	3,14
20	951,65	291,00	20	3,14
21	931,15	291,00	20	3,14
22	910,66	291,00	20	3,14
23	890,17	291,00	20	3,14
24	869,68	291,00	20	3,14
25	849,18	291,00	20	3,14
26	828,69	291,00	20	3,14
27	808,20	291,00	20	3,14
28	787,71	291,00	20	3,14
29	767,22	291,00	20	3,14
30	746,72	291,00	20	3,14
31	726,23	291,00	20	3,14
32	705,74	291,00	20	3,14
33	685,25	291,00	20	3,14
34	664,75	291,00	20	3,14
35	644,26	291,00	20	3,14
36	623,77	291,00	20	3,14
37	603,28	291,00	20	3,14
38	582,78	291,00	20	3,14
39	562,29	291,00	20	3,14
40	541,80	291,00	20	3,14
41	521,31	291,00	20	3,14
42	500,82	291,00	20	3,14
43	480,32	291,00	20	3,14
44	459,83	291,00	20	3,14
45	439,34	291,00	20	3,14
46	418,85	291,00	20	3,14
47	398,35	291,00	20	3,14
48	377,86	291,00	20	3,14
49	357,37	291,00	20	3,14
50	336,88	291,00	20	3,14
51	316,38	291,00	20	3,14
52	295,89	291,00	20	3,14
53	275,40	291,00	20	3,14
54	254,91	291,00	20	3,14
55	234,42	291,00	20	3,14
56	213,92	291,00	20	3,14
57	193,43	291,00	20	3,14
58	172,94	291,00	20	3,14
59	152,45	291,00	20	3,14
60	131,95	291,00	20	3,14
61	111,46	291,00	20	3,14
62	90,97	291,00	20	3,14
63	70,48	291,00	20	3,14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	123

64	49,98	291,00	20	3,14
65	29,49	291,00	20	3,14
66	9,00	291,00	20	3,14
67	9,30	9,30	26	5,31
68	29,78	9,30	26	5,31
69	50,27	9,30	26	5,31
70	70,75	9,30	26	5,31
71	91,23	9,30	26	5,31
72	111,72	9,30	26	5,31
73	132,20	9,30	26	5,31
74	152,68	9,30	26	5,31
75	173,16	9,30	26	5,31
76	193,65	9,30	26	5,31
77	214,13	9,30	26	5,31
78	234,61	9,30	26	5,31
79	255,10	9,30	26	5,31
80	275,58	9,30	26	5,31
81	296,06	9,30	26	5,31
82	316,55	9,30	26	5,31
83	337,03	9,30	26	5,31
84	357,51	9,30	26	5,31
85	378,00	9,30	26	5,31
86	398,48	9,30	26	5,31
87	418,96	9,30	26	5,31
88	439,44	9,30	26	5,31
89	459,93	9,30	26	5,31
90	480,41	9,30	26	5,31
91	500,89	9,30	26	5,31
92	521,38	9,30	26	5,31
93	541,86	9,30	26	5,31
94	562,34	9,30	26	5,31
95	582,83	9,30	26	5,31
96	603,31	9,30	26	5,31
97	623,79	9,30	26	5,31
98	644,28	9,30	26	5,31
99	664,76	9,30	26	5,31
100	685,24	9,30	26	5,31
101	705,72	9,30	26	5,31
102	726,21	9,30	26	5,31
103	746,69	9,30	26	5,31
104	767,17	9,30	26	5,31
105	787,66	9,30	26	5,31
106	808,14	9,30	26	5,31
107	828,62	9,30	26	5,31
108	849,11	9,30	26	5,31
109	869,59	9,30	26	5,31
110	890,07	9,30	26	5,31
111	910,56	9,30	26	5,31
112	931,04	9,30	26	5,31
113	951,52	9,30	26	5,31
114	972,00	9,30	26	5,31
115	992,49	9,30	26	5,31
116	1012,97	9,30	26	5,31
117	1033,45	9,30	26	5,31
118	1053,94	9,30	26	5,31
119	1074,42	9,30	26	5,31
120	1094,90	9,30	26	5,31
121	1115,39	9,30	26	5,31
122	1135,87	9,30	26	5,31
123	1156,35	9,30	26	5,31
124	1176,84	9,30	26	5,31

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	124

125	1197,32	9,30	26	5,31
126	1217,80	9,30	26	5,31
127	1238,28	9,30	26	5,31
128	1258,77	9,30	26	5,31
129	1279,25	9,30	26	5,31
130	1299,73	9,30	26	5,31
131	1320,22	9,30	26	5,31
132	1340,70	9,30	26	5,31
133	1342,00	26,46	20	3,14
134	1342,00	48,92	20	3,14
135	1342,00	71,38	20	3,14
136	1342,00	93,85	20	3,14
137	1342,00	116,31	20	3,14
138	1342,00	138,77	20	3,14
139	1342,00	161,23	20	3,14
140	1342,00	183,69	20	3,14
141	1342,00	206,15	20	3,14
142	1342,00	228,62	20	3,14
143	1342,00	251,08	20	3,14
144	1342,00	273,54	20	3,14
145	9,00	273,54	20	3,14
146	9,00	251,08	20	3,14
147	9,00	228,62	20	3,14
148	9,00	206,15	20	3,14
149	9,00	183,69	20	3,14
150	9,00	161,23	20	3,14
151	9,00	138,77	20	3,14
152	9,00	116,31	20	3,14
153	9,00	93,85	20	3,14
154	9,00	71,38	20	3,14
155	9,00	48,92	20	3,14
156	9,00	26,46	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	125

1	22586,2100	39034,6800	-4528,6600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	12405,6800	23623,2100	3290,4000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	14816,8400	33188,0500	3290,4000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	17823,3800	30365,9400	-9089,6700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	22586,2100	39034,6800	-4528,6600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	12715,0500	23418,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	14899,2500	-21510,6400	25977,2900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	10530,8500	-21510,6400	22490,6500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	13370,3100	-6453,1900	37190,9800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	10530,8500	-21510,6400	22490,6500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	13370,3100	-6453,1900	37190,9800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	10530,8500	-21510,6400	22490,6500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	16278,6400	-3981,3800	26555,0500	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	12508,8000	2193,6000	21447,2400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	12508,8000	2193,6000	21447,2400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	14730,6000	-6371,5700	22510,9200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	16278,6400	-3981,3800	26555,0500	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	12508,8000	2193,6000	21447,2400	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	12715,0500	0,0000	18905,1100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	12715,0500	0,0000	16598,0100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	12715,0500	0,0000	18905,1100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	12715,0500	0,0000	16598,0100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	12715,0500	0,0000	18905,1100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	12715,0500	0,0000	16598,0100	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	669,41	19,19	(1350,00; 708,82)	(-686,05; 0,00)
14	808,35	-25,45	(-531,38; 300,00)	(1350,00; -595,20)
15	808,35	-25,45	(-531,38; 300,00)	(1350,00; -595,20)
16	438,87	10,40	(1350,00; 446,21)	(-1080,89; 0,00)
17	669,41	19,19	(1350,00; 708,82)	(-686,05; 0,00)
18	808,35	-25,45	(-531,38; 300,00)	(1350,00; -595,20)
19	1708,51	-84,50	(-366,42; 300,00)	(1350,00; -17524,21)
20	1850,08	-83,74	(-511,17; 300,00)	(1350,00; -16668,79)
21	1708,51	-84,50	(-366,42; 300,00)	(1350,00; -17524,21)
22	1850,08	-83,74	(-511,17; 300,00)	(1350,00; -16668,79)
23	1708,51	-84,50	(-366,42; 300,00)	(1350,00; -17524,21)
24	1850,08	-83,74	(-511,17; 300,00)	(1350,00; -16668,79)

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	0,857	0,000	0,000	12,628	-0,889

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	126

14	0,638	0,000	0,000	9,429	-0,357
15	0,638	0,000	0,000	9,429	-0,357
16	0,904	0,000	0,000	13,232	-2,765
17	0,857	0,000	0,000	12,628	-0,889
18	0,638	0,000	0,000	9,429	-0,357
19	0,513	0,000	0,000	7,647	1,558
20	0,488	0,000	0,000	7,283	1,922
21	0,513	0,000	0,000	7,647	1,558
22	0,488	0,000	0,000	7,283	1,922
23	0,513	0,000	0,000	7,647	1,558
24	0,488	0,000	0,000	7,283	1,922

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>93526,3986</u>	<u>-18752,5601</u>	<u>161637,2575</u>	4,14
<u>741292,9029</u>	<u>-148633,3262</u>	<u>39034,6800</u>	32,82
<u>93660,5346</u>	<u>-4528,6600</u>	<u>161869,0783</u>	4,15
<u>748269,3565</u>	<u>-4528,6600</u>	<u>39034,6800</u>	33,13
<u>22586,2100</u>	<u>-282448,1435</u>	<u>39034,6800</u>	62,37
<u>22586,2100</u>	<u>-8576,5124</u>	<u>73925,0500</u>	1,89
<u>22586,2100</u>	<u>-4528,6600</u>	<u>73934,7615</u>	1,89

Combinazione n° 2

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>71390,7262</u>	<u>18935,2011</u>	<u>135944,0286</u>	5,75
<u>743560,3620</u>	<u>197217,0018</u>	<u>23623,2100</u>	59,94
<u>71508,8144</u>	<u>3290,4000</u>	<u>136168,8952</u>	5,76
<u>761629,1481</u>	<u>3290,4000</u>	<u>23623,2100</u>	61,39
<u>12405,6800</u>	<u>229246,3355</u>	<u>23623,2100</u>	69,67
<u>12405,6800</u>	<u>8383,1527</u>	<u>60186,2924</u>	2,55
<u>12405,6800</u>	<u>3290,4000</u>	<u>60196,5849</u>	2,55

Combinazione n° 3

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>47520,9515</u>	<u>10553,0558</u>	<u>106441,5701</u>	3,21
<u>743779,2462</u>	<u>165172,2791</u>	<u>33188,0500</u>	50,20
<u>47545,5503</u>	<u>3290,4000</u>	<u>106496,6687</u>	3,21
<u>753401,3184</u>	<u>3290,4000</u>	<u>33188,0500</u>	50,85
<u>14816,8400</u>	<u>239640,0734</u>	<u>33188,0500</u>	72,83
<u>14816,8400</u>	<u>6292,6506</u>	<u>63469,7310</u>	1,91
<u>14816,8400</u>	<u>3290,4000</u>	<u>63475,3931</u>	1,91

Combinazione n° 4

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>96723,6728</u>	<u>-49327,6958</u>	<u>164789,4645</u>	5,43
<u>708732,4120</u>	<u>-361443,4380</u>	<u>30365,9400</u>	39,76
<u>97420,7178</u>	<u>-9089,6700</u>	<u>165977,0296</u>	5,47
<u>755767,6636</u>	<u>-9089,6700</u>	<u>30365,9400</u>	42,40
<u>17823,3800</u>	<u>-259043,9750</u>	<u>30365,9400</u>	28,50

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	127

17823,3800	-20201,7371	67488,1197	2,22
17823,3800	-9089,6700	67529,6340	2,22

Combinazione n° 5

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>93526,3986</u>	<u>-18752,5601</u>	<u>161637,2575</u>	4,14
<u>741292,9029</u>	<u>-148633,3262</u>	39034,6800	32,82
<u>93660,5346</u>	-4528,6600	<u>161869,0783</u>	4,15
<u>748269,3565</u>	-4528,6600	39034,6800	33,13
22586,2100	<u>-282448,1435</u>	39034,6800	62,37
22586,2100	<u>-8576,5124</u>	<u>73925,0500</u>	1,89
22586,2100	-4528,6600	<u>73934,7615</u>	1,89

Combinazione n° 6

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>78376,4957</u>	0,0000	<u>144351,4931</u>	6,16
<u>761838,1596</u>	0,0000	23418,2000	59,92
12715,0500	0,0000	<u>60622,2939</u>	2,59

Combinazione n° 7

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>116903,8661</u>	<u>203825,4027</u>	<u>-168778,7625</u>	7,85
<u>566215,7487</u>	<u>987214,1689</u>	-21510,6400	38,00
<u>131355,4339</u>	25977,2900	<u>-189643,0660</u>	8,82
<u>775758,6087</u>	25977,2900	-21510,6400	52,07
14899,2500	<u>238089,9629</u>	-21510,6400	9,17
14899,2500	<u>57717,5542</u>	<u>-47793,3429</u>	2,22
14899,2500	25977,2900	<u>-48063,6489</u>	2,23

Combinazione n° 8

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>39339,5266</u>	<u>84017,1044</u>	<u>-80356,1340</u>	3,74
<u>522415,8985</u>	<u>1115719,3510</u>	-21510,6400	49,61
<u>40240,3258</u>	22490,6500	<u>-82196,1344</u>	3,82
<u>775856,4616</u>	22490,6500	-21510,6400	73,67
10530,8500	<u>211233,0877</u>	-21510,6400	9,39
10530,8500	<u>43800,6638</u>	<u>-41892,0890</u>	1,95
10530,8500	22490,6500	<u>-42040,8116</u>	1,95

Combinazione n° 9

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>346846,5378</u>	<u>964791,5906</u>	<u>-167405,7377</u>	25,94
<u>454224,6511</u>	<u>1263475,5600</u>	-6453,1900	33,97
<u>531196,3226</u>	37190,9800	<u>-256382,2976</u>	39,73
<u>780343,8222</u>	37190,9800	-6453,1900	58,36
13370,3100	<u>235680,6728</u>	-6453,1900	6,34
13370,3100	<u>207953,5368</u>	<u>-36083,0417</u>	5,59
13370,3100	37190,9800	<u>-45880,7169</u>	7,11

Combinazione n° 10

<u>N_u</u>	<u>M_{xu}</u>	<u>M_{yu}</u>	<u>FS</u>
<u>39339,5266</u>	<u>84017,1044</u>	<u>-80356,1340</u>	3,74
<u>522415,8985</u>	<u>1115719,3510</u>	-21510,6400	49,61
<u>40240,3258</u>	22490,6500	<u>-82196,1344</u>	3,82
<u>775856,4616</u>	22490,6500	-21510,6400	73,67

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	128

10530,8500	<u>211233,0877</u>	-21510,6400	9,39
10530,8500	<u>43800,6638</u>	<u>-41892,0890</u>	1,95
10530,8500	22490,6500	<u>-42040,8116</u>	1,95

Combinazione n° 11

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>346846,5378</u>	<u>964791,5906</u>	<u>-167405,7377</u>	25,94
<u>454224,6511</u>	<u>1263475,5600</u>	-6453,1900	33,97
<u>531196,3226</u>	37190,9800	<u>-256382,2976</u>	39,73
<u>780343,8222</u>	37190,9800	-6453,1900	58,36
13370,3100	<u>235680,6728</u>	-6453,1900	6,34
13370,3100	<u>207953,5368</u>	<u>-36083,0417</u>	5,59
13370,3100	37190,9800	<u>-45880,7169</u>	7,11

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>39339,5266</u>	<u>84017,1044</u>	<u>-80356,1340</u>	3,74
<u>522415,8985</u>	<u>1115719,3510</u>	-21510,6400	49,61
<u>40240,3258</u>	22490,6500	<u>-82196,1344</u>	3,82
<u>775856,4616</u>	22490,6500	-21510,6400	73,67
10530,8500	<u>211233,0877</u>	-21510,6400	9,39
10530,8500	<u>43800,6638</u>	<u>-41892,0890</u>	1,95
10530,8500	22490,6500	<u>-42040,8116</u>	1,95

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	146177,2518	-21916,2527	-336,317	-22,867	119560,35	0,0000	0	0,0000
14	161289,9471	16496,5575	-381,875	-25,828	144775,25	0,0000	0	0,0000
15	161289,9471	16496,5575	-381,875	-25,828	144775,25	0,0000	0	0,0000
16	106452,0303	-30130,5572	-329,624	-22,601	106249,40	0,0000	0	0,0000
17	146177,2518	-21916,2527	-336,317	-22,867	119560,35	0,0000	0	0,0000
18	161289,9471	16496,5575	-381,875	-25,828	144775,25	0,0000	0	0,0000
19	233670,1135	0,0000	-628,772	-42,314	162559,48	0,0000	0	0,0000
20	233668,8595	0,0000	-628,767	-42,313	162559,48	0,0000	0	0,0000
21	233670,1135	0,0000	-628,772	-42,314	162559,48	0,0000	0	0,0000
22	233668,8595	0,0000	-628,767	-42,313	162559,48	0,0000	0	0,0000
23	233670,1135	0,0000	-628,772	-42,314	162559,48	0,0000	0	0,0000
24	233668,8595	0,0000	-628,767	-42,313	162559,48	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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	129

Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S1

N	Mx	My	N	Mx,u	My,u	FS	Comb.
14816,84	3290,40	33188,05	47520,95	10553,06	106441,57	3,207	3
22586,21	-4528,66	39034,68	741292,90	-148633,33	39034,68	32,821	1
12715,05	0,00	23418,20	12715,05	0,00	60622,29	2,589	6
22586,21	-4528,66	39034,68	748269,36	-4528,66	39034,68	33,129	1
13370,31	37190,98	-6453,19	13370,31	235680,67	-6453,19	6,337	9
22586,21	-4528,66	39034,68	22586,21	-8576,51	73925,05	1,894	1
22586,21	-4528,66	39034,68	22586,21	-4528,66	73934,76	1,894	1

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 - SEZIONE SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,513	14,940	0,101	3,099	1,558	7,647	450,000	19
SLER	0,904	18,260	-0,206	3,099	-2,765	13,232	337,500	16

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 - SEZIONE SPALLA S1

TC	sf	sc	Aeff	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-628,772	-42,314	15941,893	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-336,317	-22,867	11725,051	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

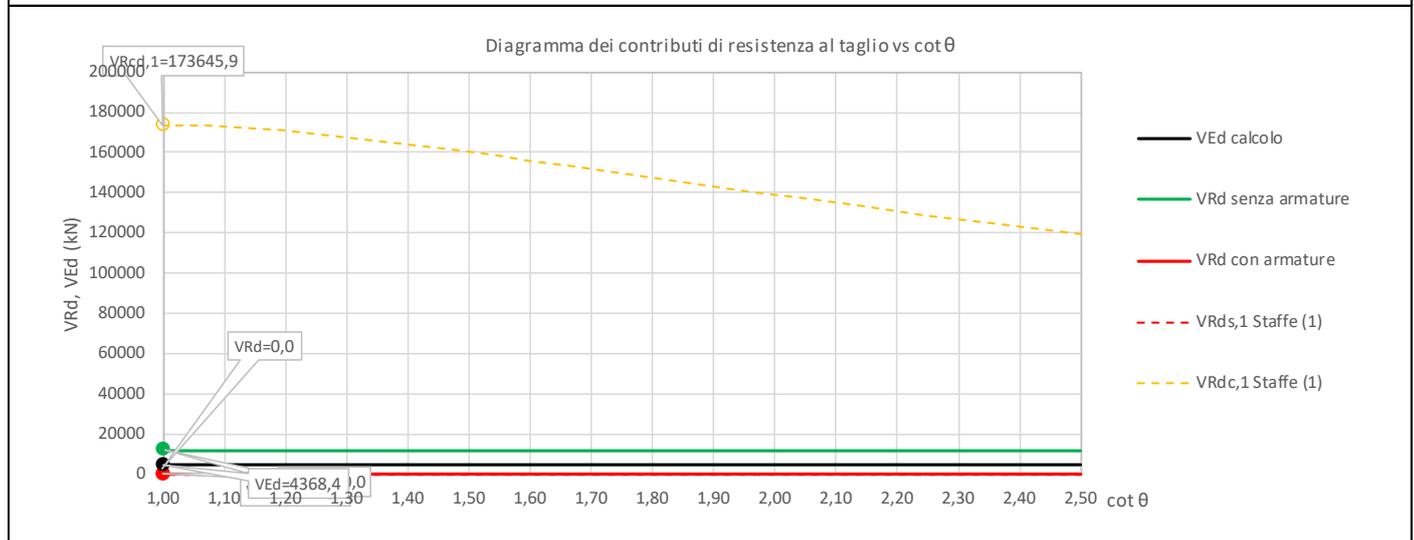
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	130

11.6.2 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. Si verifica che non viene necessaria una armatura trasversale per la sezione.

NOME: SLV 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)			
3,00	13,41	45,00	1,00	-14899,3	4368,4	25977,3	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	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	14	20	3,14	43,98						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	43,98	0,15	1,12	0,01%	0,24	0,37	1,02	11878,7	36,8%	VERIFICA OK	



LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	131

NOME: SLV LONG	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)	Rev. 10.1						
DATI SEZIONE		AZIONI CALCOLO	CALCESTRUZZO					
b_w (m)	d (m)	θ cotg θ (°)	N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)	f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c
13,50	2,91	30,00 1,73	-13370,3	9266,1	6453,2	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} (MPa)	n	\varnothing (mm)	$A_{s1,\varnothing}$ (cm ²)	A_{s1} (cm ²)				
Barre B450C 391,3	66	26	5,31	350,41				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)								
A_{s1} (cm ²)	k_1	k	ρ_l (%) (%)	v_{min} (MPa)	σ_{cp} (MPa)	α_c	V_{Rd} (kN)	V_{Ed}/V_{Rd}
350,41	0,15	1,26	0,09%	0,29	0,34	1,02	13229,8	70,0% VERIFICA OK

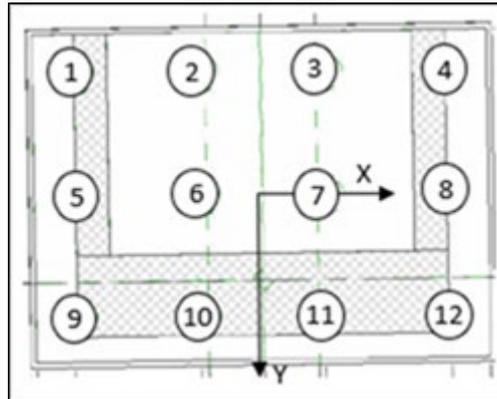


**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	132

11.7 VERIFICHE PLINTO FONDAZIONE

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



Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata												Hmax, singolo palo	Mmax, singolo palo
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	N [kN]	[kNm]
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]		
Nvert Max	SLU6	3281	3364	3447	3530	5781	5864	5947	6030	8282	8365	8448	8531	1144	3771
Nvert Min	SLU24	2615	2554	2492	2430	3943	3881	3819	3757	5270	5208	5147	5085	785	2582
Vtrasv Max	SLU3	3294	3427	3560	3692	5487	5620	5752	5885	7679	7812	7945	8077	1145	3775
Vtrasv Min	SLU16	2615	2554	2492	2430	3943	3881	3819	3757	5270	5208	5147	5085	785	2582
Mlong Max	SLU2	3802	3741	3679	3617	5351	5289	5227	5166	6899	6838	6776	6714	1129	3771
Mlong Min	SLU19	1984	2134	2283	2432	4078	4227	4376	4525	6171	6320	6469	6619	829	2582
Vlong Max	SLU11	3294	3427	3560	3692	5487	5620	5752	5885	7679	7812	7945	8077	1145	3775
Vlong Min	SLU20	2527	2527	2527	2527	3876	3876	3876	3876	5224	5224	5224	5224	779	2561
Mtrasv Max	SLU6	3281	3364	3447	3530	5781	5864	5947	6030	8282	8365	8448	8531	1144	3715
Mtrasv Min	SLU16	2615	2554	2492	2430	3943	3881	3819	3757	5270	5208	5147	5085	785	2734
Mtorc Max	SLU2	3802	3741	3679	3617	5351	5289	5227	5166	6899	6838	6776	6714	1129	3715
Mtorc Min	SLU15	2019	2152	2284	2417	4079	4211	4344	4477	6138	6271	6404	6536	831	2739
Nvert Max	SLV5	2069	2418	2767	3116	3920	4269	4618	4967	5771	6120	6469	6818	1076	3546
Nvert Min	SLV6	1165	1514	1863	2212	2785	3134	3483	3832	4405	4754	5103	5452	1076	3546
Vtrasv Max	SLV3	531	1694	2858	4021	2301	3464	4628	5791	4071	5234	6398	7561	1527	5080
Vtrasv Min	SLV6	1165	1514	1863	2212	2785	3134	3483	3832	4405	4754	5103	5452	1076	3546
Mtrasv Max	SLV1	331	680	1029	1379	3523	3872	4221	4570	6714	7063	7412	7761	1928	6347
Mtrasv Min	SLV4	260	1423	2587	3750	1960	3124	4287	5451	3661	4825	5988	7152	1527	3546
Vlong Max	SLV1	331	680	1029	1379	3523	3872	4221	4570	6714	7063	7412	7761	1928	6347
Vlong Min	SLV6	1165	1514	1863	2212	2785	3134	3483	3832	4405	4754	5103	5452	1076	3546
Mlong Max	SLV1	331	680	1029	1379	3523	3872	4221	4570	6714	7063	7412	7761	1928	6347
Mlong Min	SLV6	1165	1514	1863	2212	2785	3134	3483	3832	4405	4754	5103	5452	1076	5060
Mtorc Max	SLV5	2069	2418	2767	3116	3920	4269	4618	4967	5771	6120	6469	6818	1076	3546
Mtorc Min	SLV4	260	1423	2587	3750	1960	3124	4287	5451	3661	4825	5988	7152	1527	5060

SLU	3741	3679		5864	5947		1145
SLV	2418	2858		4269	4628		1928

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	133

Azioni		Ripartizione degli sforzi normali sui pali della palificata												Hmax, singolo palo	Mmax, singolo palo
Combo		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	N [kN]	[kNm]
		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]		
Nvert Max	RA1	2276	2349	2422	2495	4063	4136	4209	4283	5850	5923	5997	6070	769	2534
Nvert Min	RA12	2682	2641	2600	2559	3920	3879	3838	3797	5159	5118	5077	5035	732	2409
Vtrasv Max	RA3	2255	2346	2437	2528	4021	4112	4203	4295	5788	5879	5970	6061	769	2535
Vtrasv Min	RA12	2682	2641	2600	2559	3920	3879	3838	3797	5159	5118	5077	5035	732	2409
Mtrasv Max	RA12	2682	2641	2600	2559	3920	3879	3838	3797	5159	5118	5077	5035	732	2534
Mtrasv Min	RA10	2400	2504	2609	2713	3887	3992	4096	4200	5375	5479	5583	5688	729	2409
Vlong Max	RA7	2255	2346	2437	2528	4021	4112	4203	4295	5788	5879	5970	6061	769	2535
Vlong Min	RA12	2405	2479	2552	2625	4063	4136	4209	4283	5721	5794	5867	5940	726	2384
Mlong Max	RA6	2276	2349	2422	2495	4063	4136	4209	4283	5850	5923	5997	6070	769	2409
Mlong Min	RA12	2682	2641	2600	2559	3920	3879	3838	3797	5159	5118	5077	5035	732	2396
Mtorc Max	RA7	2682	2641	2600	2559	3920	3879	3838	3797	5159	5118	5077	5035	732	2409
Mtorc Min	RA3	2255	2346	2437	2528	4021	4112	4203	4295	5788	5879	5970	6061	769	2535
Nvert Max	QP12	2750	2750	2750	2750	3876	3876	3876	3876	5002	5002	5002	5002	645	2122
Nvert Min	QP11	2838	2838	2838	2838	3876	3876	3876	3876	4914	4914	4914	4914	616	2027
Vtrasv Max	QP12	2750	2750	2750	2750	3876	3876	3876	3876	5002	5002	5002	5002	645	2122
Vtrasv Min	QP1	2838	2838	2838	2838	3876	3876	3876	3876	4914	4914	4914	4914	616	2027
Mtrasv Max	QP12	2750	2750	2750	2750	3876	3876	3876	3876	5002	5002	5002	5002	645	2122
Mtrasv Min	QP1	2838	2838	2838	2838	3876	3876	3876	3876	4914	4914	4914	4914	616	2027
Vlong Max	QP12	2750	2750	2750	2750	3876	3876	3876	3876	5002	5002	5002	5002	645	2122
Vlong Min	QP1	2838	2838	2838	2838	3876	3876	3876	3876	4914	4914	4914	4914	616	2027
Mlong Max	QP12	2750	2750	2750	2750	3876	3876	3876	3876	5002	5002	5002	5002	645	2122
Mlong Min	QP1	2838	2838	2838	2838	3876	3876	3876	3876	4914	4914	4914	4914	616	2027
Mtorc Max	QP12	2750	2750	2750	2750	3876	3876	3876	3876	5002	5002	5002	5002	645	2122
Mtorc Min	QP1	2838	2838	2838	2838	3876	3876	3876	3876	4914	4914	4914	4914	616	2027

SLE RA	2641	2609	4136	4209	769
SLE QP	2838	2838	3876	3876	645

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	134

11.7.1 Verifiche a flessione (SLU, SLV, SLE)

Per valutare lo stato di sollecitazione del plinto di fondazione, si considera uno schema di trave a mensola incastrata con luce libera L che va dal filo esterno del fusto pila fino al bordo libero della fondazione, applicato alla coppia dei pali più sollecitati all'interno della fondazione, con larghezza di collaborazione B determinata dall'interasse tra i pali. La mensola è sollecitata da due azioni verticali N_{Ed1} , N_{Ed2} e da una massima orizzontale H_{Ed} applicate ad una distanza x_1 , x_2 dall'incastro, e stabilizzate dall'azione distribuita del peso proprio strutturale PP e del peso del terreno PT di reinterro del plinto (valutati a favore di sicurezza sempre con coefficiente 1.00).

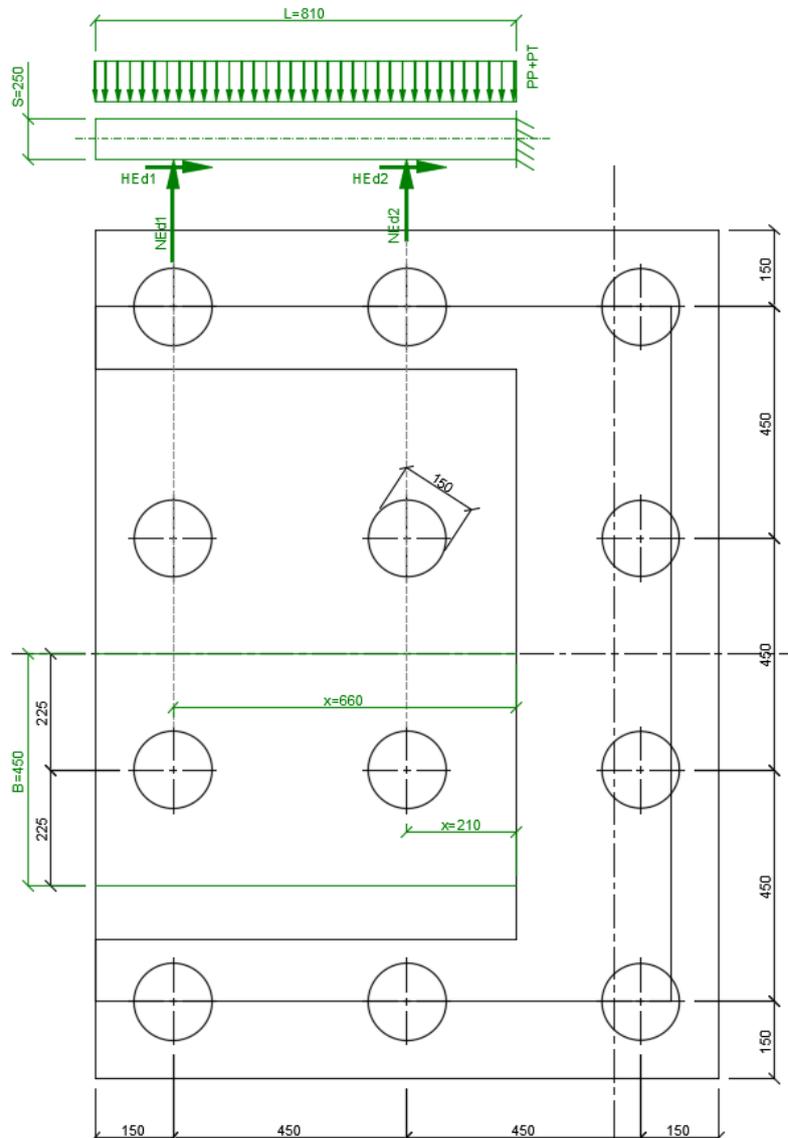
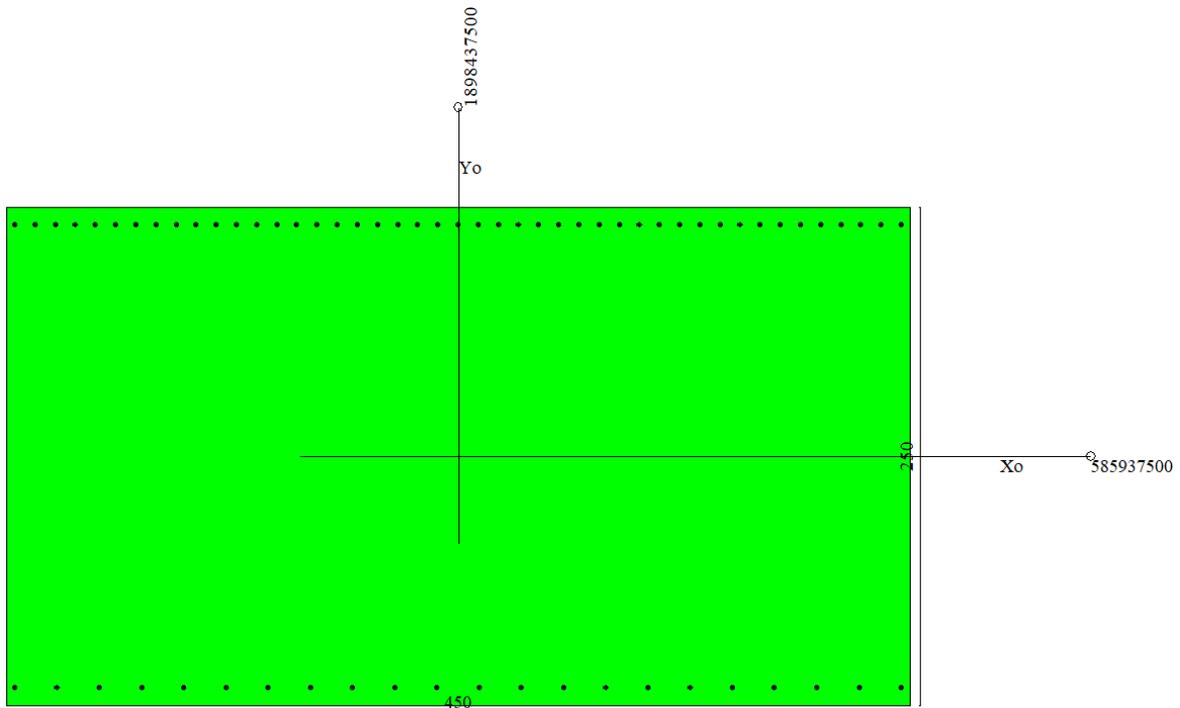


Figura 31 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	135

NOME: PALO 2-6, 3-7			CALCOLO MOMENTI PLINTO			
HT (m)	B (m)	S (m)	PP (kN/m)	PT (kN/m)	L (m)	
9,32	4,50	2,50	281,3	838,8	8,10	
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 2	6,60	N _{Ed1} (kN)	3741	2418	2641	2838
Palo 6	2,10	N _{Ed2} (kN)	5864	4269	4136	3876
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1145	1928	769	645
		M _{Ed} (kNm)	-15296	-9409	-9666	-9068
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 3	6,60	N _{Ed1} (kN)	3679	2858	2609	2838
Palo 7	2,10	N _{Ed2} (kN)	5947	4628	4209	3876
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1145	1928	769	645
		M _{Ed} (kNm)	-15529	-5752	-9725	-9068



Dati

Nome sezione:

SPALLA S1

Tipo sezione

Rettangolare

Base

450,0 [cm]

Altezza

250,0 [cm]

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	136

Caratteristiche geometriche

Area sezione	112500,00 [cmq]	
Inerzia in direzione X	1898437500,0	[cm^4]
Inerzia in direzione Y	585937500,0	[cm^4]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm^4]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 225,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 125,00	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

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

N°	X	Y	d	ω
1	4,30	8,90	26	5,31
2	25,32	8,90	26	5,31
3	46,34	8,90	26	5,31
4	67,36	8,90	26	5,31
5	88,38	8,90	26	5,31
6	109,40	8,90	26	5,31
7	130,41	8,90	26	5,31
8	151,43	8,90	26	5,31
9	172,45	8,90	26	5,31
10	193,47	8,90	26	5,31
11	214,49	8,90	26	5,31
12	235,51	8,90	26	5,31
13	256,53	8,90	26	5,31
14	277,55	8,90	26	5,31
15	298,57	8,90	26	5,31
16	319,59	8,90	26	5,31
17	340,60	8,90	26	5,31
18	361,62	8,90	26	5,31
19	382,64	8,90	26	5,31
20	403,66	8,90	26	5,31
21	424,68	8,90	26	5,31
22	445,70	8,90	26	5,31
23	445,70	241,10	26	5,31
24	435,67	241,10	26	5,31
25	425,64	241,10	26	5,31
26	415,60	241,10	26	5,31
27	405,57	241,10	26	5,31
28	395,54	241,10	26	5,31
29	385,51	241,10	26	5,31
30	375,48	241,10	26	5,31
31	365,45	241,10	26	5,31
32	355,41	241,10	26	5,31
33	345,38	241,10	26	5,31
34	335,35	241,10	26	5,31
35	325,32	241,10	26	5,31
36	315,29	241,10	26	5,31
37	305,25	241,10	26	5,31
38	295,22	241,10	26	5,31
39	285,19	241,10	26	5,31
40	275,16	241,10	26	5,31
41	265,13	241,10	26	5,31

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	137

42	255,10	241,10	26	5,31
43	245,06	241,10	26	5,31
44	235,03	241,10	26	5,31
45	225,00	241,10	26	5,31
46	214,97	241,10	26	5,31
47	204,94	241,10	26	5,31
48	194,90	241,10	26	5,31
49	184,87	241,10	26	5,31
50	174,84	241,10	26	5,31
51	164,81	241,10	26	5,31
52	154,78	241,10	26	5,31
53	144,75	241,10	26	5,31
54	134,71	241,10	26	5,31
55	124,68	241,10	26	5,31
56	114,65	241,10	26	5,31
57	104,62	241,10	26	5,31
58	94,59	241,10	26	5,31
59	84,55	241,10	26	5,31
60	74,52	241,10	26	5,31
61	64,49	241,10	26	5,31
62	54,46	241,10	26	5,31
63	44,43	241,10	26	5,31
64	34,40	241,10	26	5,31
65	24,36	241,10	26	5,31
66	14,33	241,10	26	5,31
67	4,30	241,10	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	30,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	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	-15296,2900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-15529,4400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-9408,5200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	0,0000	-5752,4900	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	0,0000	-9665,9700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	0,0000	-9724,6700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	138

7	0,0000	-9067,5300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
8	0,0000	-9067,5300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Xc	posizione asse neutro espresso in [cm]
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)
5	51,78	0,00	(450,00; 51,78)	(0,00; 51,78)
6	51,78	0,00	(450,00; 51,78)	(0,00; 51,78)
7	51,78	0,00	(450,00; 51,78)	(0,00; 51,78)
8	51,78	0,00	(450,00; 51,78)	(0,00; 51,78)

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}
5	3,282	0,000	0,000	40,772	-179,998
6	3,302	0,000	0,000	41,020	-181,091
7	3,079	0,000	0,000	38,248	-168,854
8	3,079	0,000	0,000	38,248	-168,854

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21707,2810</u>	1,42

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21707,2810</u>	1,40

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21707,2810</u>	2,31

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-21707,2810</u>	3,77

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	139

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
5	0,0000	-9647,2225	-179,649	-12,540	12780,00	0,0439	232	0,1733
6	0,0000	-9647,2225	-179,649	-12,540	12780,00	0,0447	232	0,1764
7	0,0000	-9647,2225	-179,649	-12,540	12780,00	0,0000	0	0,0000
8	0,0000	-9647,2225	-179,649	-12,540	12780,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SPALLA S1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	3,079	9,960	-11,786	2,558	-168,854	38,248	450,000	7
SLER	3,302	13,695	-12,640	2,558	-181,091	41,020	337,500	6

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC	Tipo combinazione
sf	tensione nell'acciaio espresso in [MPa]
sc	tensione nel cls espresso in [MPa]
A _{eff}	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 - SPALLA S1

TC	sf	sc	A _{eff}	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-179,649	-12,540	1253,310	0,0000	0,000	0,000	0,300	7
SLER	-179,649	-12,540	1253,310	0,0447	232,313	0,176	0,300	6

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									
		VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 04 04			PROGR 001

11.7.2 Verifiche a taglio-punzonamento (SLU, SLV)

La verifica a taglio-punzonamento viene condotta, in accordo con i paragrafi descrittivi iniziali, rispetto al palo di bordo più caricato (quello interno è più carico ma il cono di rottura è più grande) con la massima reazione verticale di $V_{Ed} = 5947.3$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

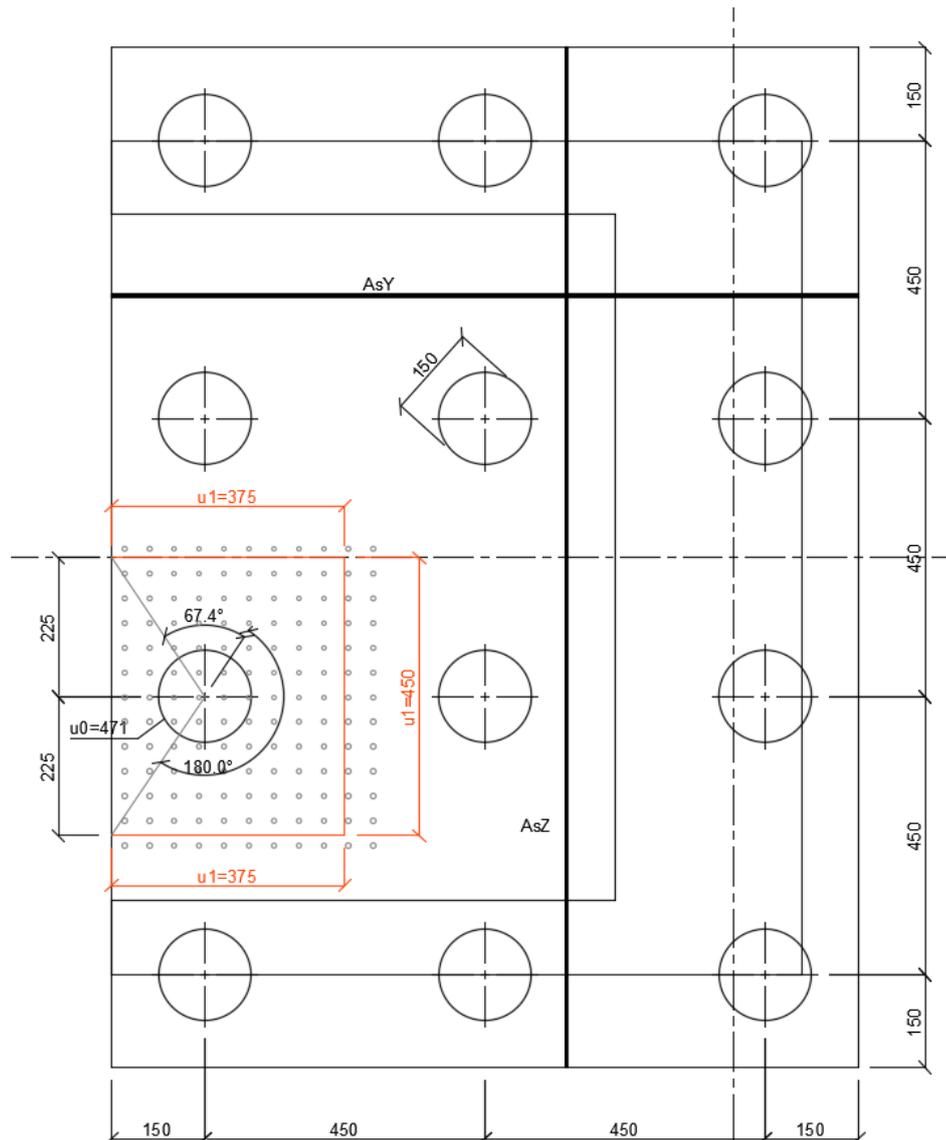


Figura 32 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	141

NOME: SPALLA SP1		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10			
DATI SEZIONE E ARMATURE							AZIONE CALCOLO		CALCESTRUZZO			
d	A _c	A _s	ρ _t	N _{Ed}	σ _{cp}	V _{Ed}	β	f _{ck}	f _{cd}	Y _c		
(m)	(m ²)	(cm ²)	(%)	(kN)	(MPa)	(kN)		(MPa)	(MPa)			
direzione Y	2,41	2,41	53,07	0,22%	0,0	0,00	5947,3	1,40	24,90	14,11	1,50	
direzione Z	2,39	2,39	53,07	0,22%	0,0	0,00						
							VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)					
Verifiche a taglio-punzoneramento eseguite sul perimetro u ₁ posto a 0,85d < 2d da bordo pilastro							c	u ₀	v	V _{Ed}	V _{Rd,max}	V _{Ed} /V _{Rd,max}
							(m)	(m)		(MPa)	(MPa)	
							1,50	4,71	0,54	0,74	3,81	19,3% VERIFICA OK
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)												
Angolo settore di verifica (°)	a	k ₁	k	d	ρ _t	V _{min}	σ _{cp}	V _{Ed}	V _{Rd,c}	V _{Ed} /V _{Rd,c}		
	(m)			(m)	(%)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)			
247	2,03	0,10	1,29	2,40	0,22%	0,26	0,00	0,29	0,65	44,8% VERIFICA OK		
A	Perimetro di verifica più esterno che richiede armatura a taglio							Perimetro A (u ₁ con V _{Ed} < V _{Rd,cs})		u ₁ (m)	r _{u1} (m)	
B	Primo perimetro di verifica entro il quale non è richiesta armatura a taglio							da bordo pilastro a 0,85d		12,00	2,78	
								Perimetro B (u _{out} con V _{Ed} < V _{Rd,c})		u _{out,ef} (m)	r _{min} (m)	
								oltre 0,21d da bordo pilastro		5,37	1,25	
							(*) Staffe / Pli: n° totale barre su una fila di passo radiale s, estesa a u ₁ Ferri piegati: n° totale barre all'interno del campo radiale s _r =1,5d esteso a u ₁					

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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	142

11.8 VERIFICHE MURO D'ALA

11.8.1 Verifica sezione superiore muro d'ala

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni alla quota del ringrosso della sezione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.8.1.9 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato tesso di $\Phi 20/10$ e nel lato compresso di $\Phi 16/10$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 20 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

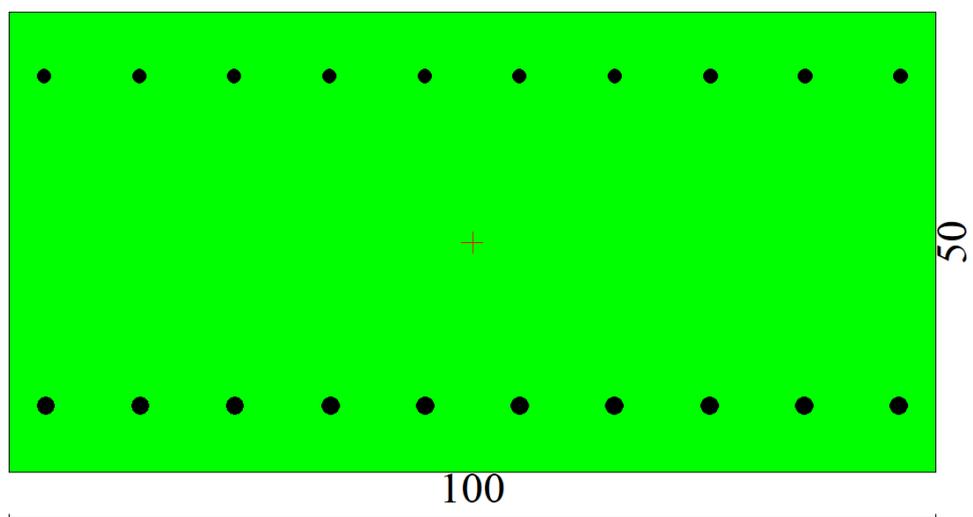


Figura 33 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 100,0 [cm]
 Altezza: 50,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 5000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 4166666,7 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 1041666,7 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 50,00$ [cm]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 25,00$ [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]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	143

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

N°	X	Y	d	w
1	4,00	7,20	20	3,14
2	14,22	7,20	20	3,14
3	24,44	7,20	20	3,14
4	34,67	7,20	20	3,14
5	44,89	7,20	20	3,14
6	55,11	7,20	20	3,14
7	65,33	7,20	20	3,14
8	75,56	7,20	20	3,14
9	85,78	7,20	20	3,14
10	96,00	7,20	20	3,14
11	96,20	43,00	16	2,01
12	85,93	43,00	16	2,01
13	75,67	43,00	16	2,01
14	65,40	43,00	16	2,01
15	55,13	43,00	16	2,01
16	44,87	43,00	16	2,01
17	34,60	43,00	16	2,01
18	24,33	43,00	16	2,01
19	14,07	43,00	16	2,01
20	3,80	43,00	16	2,01

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, SLERA - 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	95,1100	111,6800	0,0000	0,0000	0,0000	116,0200	SI	NO
2	95,1100	163,8000	0,0000	0,0000	0,0000	124,9800	SI	NO
3	95,1100	111,6800	0,0000	0,0000	0,0000	116,0200	SI	NO
4	95,1100	215,9200	0,0000	0,0000	0,0000	133,9300	SI	NO
5	74,8300	15,5500	0,0000	0,0000	0,0000	37,3600	SI	NO
6	61,6300	73,0500	0,0000	0,0000	0,0000	47,3100	SI	NO
7	66,2500	25,8900	0,0000	0,0000	0,0000	8,3700	SI	NO
8	70,2100	149,7900	0,0000	0,0000	0,0000	101,1500	SI	NO
9	68,2300	43,2700	0,0000	0,0000	0,0000	68,4400	NO	SLERA
10	68,2300	159,0800	0,0000	0,0000	0,0000	88,3400	NO	SLERA
11	68,2300	43,2700	0,0000	0,0000	0,0000	68,4400	NO	SLERA
12	68,2300	159,0800	0,0000	0,0000	0,0000	88,3400	NO	SLERA
13	68,2300	33,0000	0,0000	0,0000	0,0000	49,7900	NO	SLEQP
14	68,2300	90,9000	0,0000	0,0000	0,0000	59,7400	NO	SLEQP
15	68,2300	33,0000	0,0000	0,0000	0,0000	49,7900	NO	SLEQP
16	68,2300	90,9000	0,0000	0,0000	0,0000	59,7400	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	144

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
 a 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	a	(xi; yi)	(xf; yf)
9	18,57	0,00	(0,00; 31,43)	(100,00; 31,43)
10	15,72	0,00	(0,00; 34,28)	(100,00; 34,28)
11	18,57	0,00	(0,00; 31,43)	(100,00; 31,43)
12	15,72	0,00	(0,00; 34,28)	(100,00; 34,28)
13	19,92	0,00	(0,00; 30,08)	(100,00; 30,08)
14	16,48	0,00	(0,00; 33,52)	(100,00; 33,52)
15	19,92	0,00	(0,00; 30,08)	(100,00; 30,08)
16	16,48	0,00	(0,00; 33,52)	(100,00; 33,52)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Sc-max Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 Sc-min Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 Sf-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
 Sf-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sf-max	Sf-min
9	1,361	0,000	0,000	12,719	-26,642
10	4,822	0,000	0,000	40,119	-124,593
11	1,361	0,000	0,000	12,719	-26,642
12	4,822	0,000	0,000	40,119	-124,593
13	1,050	0,000	0,000	10,210	-18,086
14	2,789	0,000	0,000	24,062	-66,823
15	1,050	0,000	0,000	10,210	-18,086
16	2,789	0,000	0,000	24,062	-66,823

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
 Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
 Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

Nu	Mxu	Myu	FS
486,5530	0,0000	571,3199	5,12
10408,7226	0,0000	111,6800	109,44
95,1100	0,0000	500,1255	4,48

Combinazione n° 2

Nu	Mxu	Myu	FS
313,6970	0,0000	540,2541	3,30
10117,3932	0,0000	163,8000	106,38
95,1100	0,0000	500,1256	3,05

Combinazione n° 3

Nu	Mxu	Myu	FS
486,5530	0,0000	571,3199	5,12
10408,7226	0,0000	111,6800	109,44
95,1100	0,0000	500,1255	4,48

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	145

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
231,3670	0,0000	525,2525	2,43
<u>9821,7389</u>	0,0000	215,9200	103,27
95,1100	0,0000	<u>500,1256</u>	2,32

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
4295,2468	0,0000	892,5710	57,40
<u>10933,3588</u>	0,0000	15,5500	146,11
74,8300	0,0000	<u>496,3534</u>	31,92

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
481,2004	0,0000	570,3665	7,81
<u>10621,6054</u>	0,0000	73,0500	172,34
61,6300	0,0000	<u>493,8935</u>	6,76

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
2095,8732	0,0000	819,0514	31,64
<u>10877,7473</u>	0,0000	25,8900	164,19
66,2500	0,0000	<u>494,7549</u>	19,11

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
247,5883	0,0000	528,2188	3,53
<u>10196,1494</u>	0,0000	149,7900	145,22
70,2100	0,0000	<u>495,4928</u>	3,31

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]
s_r	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
s_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cm ²]
e	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	s_r	s_c	A_{eff}	e	S_{rm}	w
9	0,0000	120,9701	-92,290	-7,808	1698,25	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	120,9723	-92,292	-7,808	1698,25	0,0439	182	0,1356
11	0,0000	120,9701	-92,290	-7,808	1698,25	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	120,9723	-92,292	-7,808	1698,25	0,0439	182	0,1356
13	0,0000	120,9656	-92,286	-7,807	1698,25	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	120,9751	-92,294	-7,808	1698,26	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	120,9656	-92,286	-7,807	1698,25	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	120,9751	-92,294	-7,808	1698,26	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	2,789	14,940	-5,673	3,099	-66,823	24,062	450,000	14

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	146

SLERA 4,822 18,260 -10,515 3,099 -124,593 40,119 337,500 10

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° 2 - SEZIONE SUP MURO D'ALA SP1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-92,286	-7,807	166,544	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLERA	-92,292	-7,808	166,544	0,0439	181,702	0,136	0,200	10

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

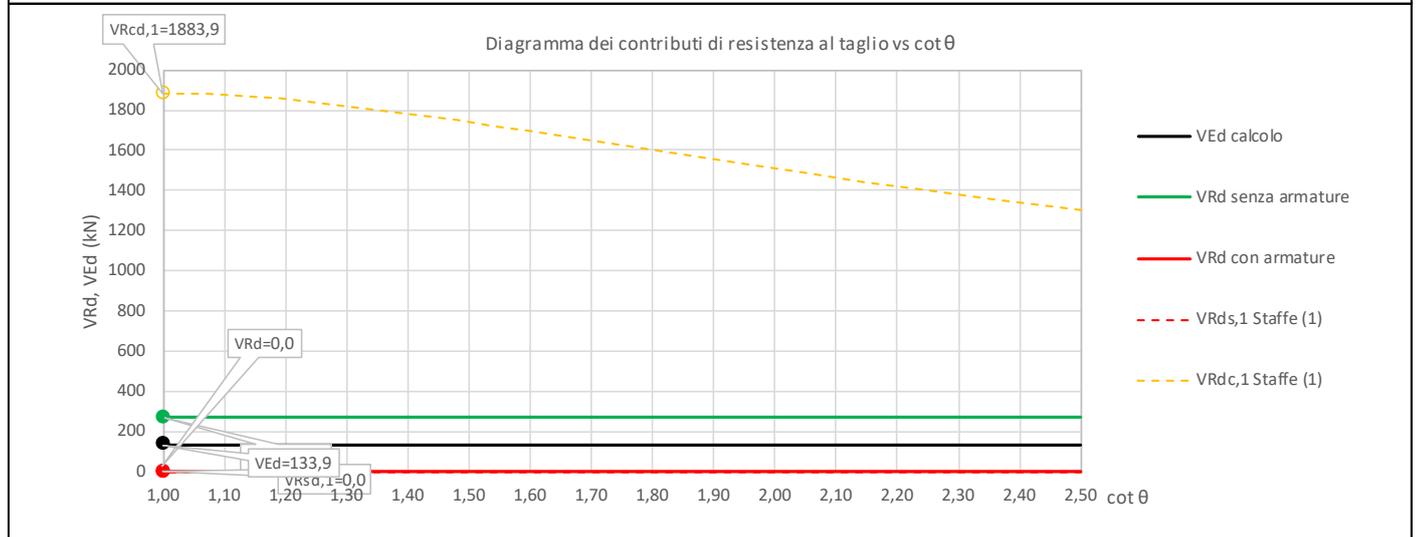
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	147

11.8.1.10 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato muro d'ala (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. Si verifica che non viene necessaria una armatura trasversale per la sezione.

NOME: SEZ. SUP			CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO				
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c		
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)			
1,00	0,44	45,00	1,00	-95,1	133,9	215,9	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	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}						
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)						
Barre B450C	391,3	10	20	3,14	31,42						
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)											
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}		
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)			
	31,42	0,15	1,67	0,71%	0,44	0,22	1,01	268,2	49,9%	VERIFICA OK	



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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	148

11.8.2 Verifica sezione base muro d'ala

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni a quota estradosso plinto di fondazione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.8.2.9 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato tesso un primo stratto di $\Phi 30/10$ e un secondo stratto di $\Phi 30/20$, e nel lato compresso di $\Phi 24/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 20 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

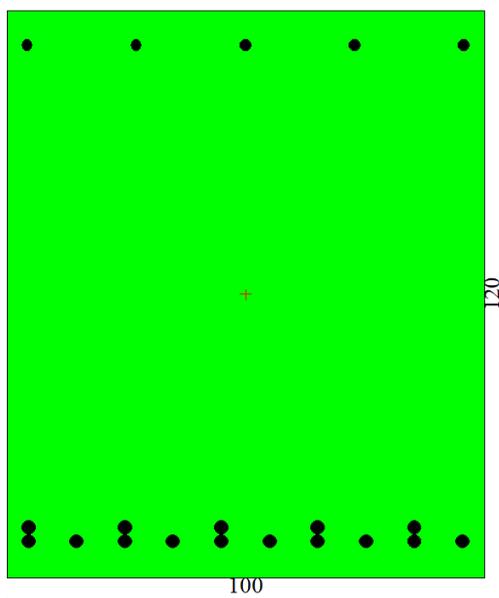


Figura 34 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione:	SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1	
Tipo sezione	Rettangolare	
Base	100,0	[cm]
Altezza	120,0	[cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	12000,00	[cmq]	
Inerzia in direzione X	10000000,0		[cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	14400000,0		[cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0		[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]	
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 60,00$	[cm]	

Elenco ferri

Simbologia adottata
 Posizione riferita all'origine
 N° numero d'ordine

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	149

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
 Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
 d Diametro ferro espresso in [mm]
 w Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	w
1	4,50	7,70	30	7,07
2	14,61	7,70	30	7,07
3	24,72	7,70	30	7,07
4	34,83	7,70	30	7,07
5	44,94	7,70	30	7,07
6	55,06	7,70	30	7,07
7	65,17	7,70	30	7,07
8	75,28	7,70	30	7,07
9	85,39	7,70	30	7,07
10	95,50	7,70	30	7,07
11	4,50	10,70	30	7,07
12	24,72	10,70	30	7,07
13	44,94	10,70	30	7,07
14	65,17	10,70	30	7,07
15	85,39	10,70	30	7,07
16	95,80	112,60	24	4,52
17	72,90	112,60	24	4,52
18	50,00	112,60	24	4,52
19	27,10	112,60	24	4,52
20	4,20	112,60	24	4,52

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, SLERA - 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	338,1100	1996,7900	0,0000	0,0000	0,0000	567,9100	SI	NO
2	338,1100	2380,6500	0,0000	0,0000	0,0000	673,2200	SI	NO
3	338,1100	1996,7900	0,0000	0,0000	0,0000	567,9100	SI	NO
4	338,1100	2486,5000	0,0000	0,0000	0,0000	682,1700	SI	NO
5	279,4700	897,8300	0,0000	0,0000	0,0000	287,9700	SI	NO
6	216,9900	1011,1200	0,0000	0,0000	0,0000	297,9200	SI	NO
7	238,8600	286,7400	0,0000	0,0000	0,0000	111,2900	SI	NO
8	257,6000	2143,5800	0,0000	0,0000	0,0000	626,0200	SI	NO
9	248,2300	1406,6700	0,0000	0,0000	0,0000	425,0400	NO	SLERA
10	248,2300	1641,8900	0,0000	0,0000	0,0000	444,9400	NO	SLERA
11	248,2300	1406,6700	0,0000	0,0000	0,0000	425,0400	NO	SLERA
12	248,2300	1672,1200	0,0000	0,0000	0,0000	457,5500	NO	SLERA
13	248,2300	1156,3600	0,0000	0,0000	0,0000	363,6800	NO	SLEQP
14	248,2300	1273,9700	0,0000	0,0000	0,0000	373,6300	NO	SLEQP
15	248,2300	1156,3600	0,0000	0,0000	0,0000	363,6800	NO	SLEQP
16	248,2300	1273,9700	0,0000	0,0000	0,0000	373,6300	NO	SLEQP

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	150

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Xc posizione asse neutro espresso in [cm]
 a 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	a	(xi; yi)	(xf; yf)
9	48,08	1,73	(-2387,35; 0,00)	(1597,19; 120,00)
10	47,67	1,75	(-2369,43; 0,00)	(1562,95; 120,00)
11	48,08	1,73	(-2387,35; 0,00)	(1597,19; 120,00)
12	47,63	1,75	(-2367,49; 0,00)	(1559,29; 120,00)
13	48,70	1,69	(-2414,61; 0,00)	(1650,29; 120,00)
14	48,38	1,71	(-2400,44; 0,00)	(1622,53; 120,00)
15	48,70	1,69	(-2414,61; 0,00)	(1650,29; 120,00)
16	48,38	1,71	(-2400,44; 0,00)	(1622,53; 120,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Sc-max Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 Sc-min Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
 Sf-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
 Sf-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sf-max	Sf-min
9	6,262	0,000	-0,003	79,230	-130,974
10	7,278	0,000	-0,004	91,936	-154,542
11	6,262	0,000	-0,003	79,230	-130,974
12	7,408	0,000	-0,004	93,569	-157,572
13	5,180	0,000	-0,003	65,702	-105,904
14	5,688	0,000	-0,003	72,059	-117,681
15	5,180	0,000	-0,003	65,702	-105,904
16	5,688	0,000	-0,003	72,059	-117,681

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 Nu Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
 Mxu Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
 Myu Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

Nu	Mxu	Myu	FS
773,0801	0,0000	4565,6105	2,29
19778,0255	0,0000	1996,7900	58,50
338,1100	0,0000	4391,0000	2,20

Combinazione n° 2

Nu	Mxu	Myu	FS
641,1032	0,0000	4514,0405	1,90
18865,7139	0,0000	2380,6500	55,80
338,1100	0,0000	4391,0000	1,84

Combinazione n° 3

Nu	Mxu	Myu	FS
773,0801	0,0000	4565,6105	2,29
19778,0255	0,0000	1996,7900	58,50
338,1100	0,0000	4391,0000	2,20

Combinazione n° 4

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	151

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>612,2622</u>	0,0000	<u>4502,6473</u>	1,81
<u>18605,0256</u>	0,0000	2486,5000	55,03
338,1100	0,0000	<u>4391,0000</u>	1,77

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1503,0949</u>	0,0000	<u>4828,8679</u>	5,38
<u>22279,4315</u>	0,0000	897,8300	79,72
279,4700	0,0000	<u>4366,3467</u>	4,86

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>998,0569</u>	0,0000	<u>4650,6997</u>	4,60
<u>22026,2476</u>	0,0000	1011,1200	101,51
216,9900	0,0000	<u>4339,9135</u>	4,29

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>4691,6158</u>	0,0000	<u>5632,0603</u>	19,64
<u>23623,5923</u>	0,0000	286,7400	98,90
238,8600	0,0000	<u>4349,1854</u>	15,17

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>537,5096</u>	0,0000	<u>4472,8057</u>	2,09
<u>19435,0516</u>	0,0000	2143,5800	75,45
257,6000	0,0000	<u>4357,1136</u>	2,03

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]
s_f	Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
s_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
A_{eff}	Area efficace a trazione, espressa in [cmq]
e	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	s_f	s_c	A_{eff}	e	S_{rm}	w
9	0,0000	803,6152	-70,613	-5,277	3125,62	0,0544	176	0,1628
10	0,0000	803,6282	-70,614	-5,277	3125,62	0,0672	176	0,1913
11	0,0000	803,6152	-70,613	-5,277	3125,62	0,0544	176	0,1628
12	0,0000	803,6055	-70,612	-5,277	3125,62	0,0688	176	0,1961
13	0,0000	803,5799	-70,610	-5,276	3125,62	0,0400	176	0,1198
14	0,0000	803,5715	-70,609	-5,276	3125,62	0,0469	176	0,1403
15	0,0000	803,5799	-70,610	-5,276	3125,62	0,0400	176	0,1198
16	0,0000	803,5715	-70,609	-5,276	3125,62	0,0469	176	0,1403

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 - SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	5,688	14,940	-8,766	3,099	-117,681	72,059	450,000	14
SLERA	7,408	18,260	-11,723	3,099	-157,572	93,569	337,500	12

LINEA PESCARA – BARI

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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	152

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 - SEZIONE BASE MURO D'ALA SP1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-70,609	-5,276	306,524	0,0469	176,159	0,140	0,200	14
SLERA	-70,612	-5,277	306,524	0,0688	176,159	0,196	0,200	12

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

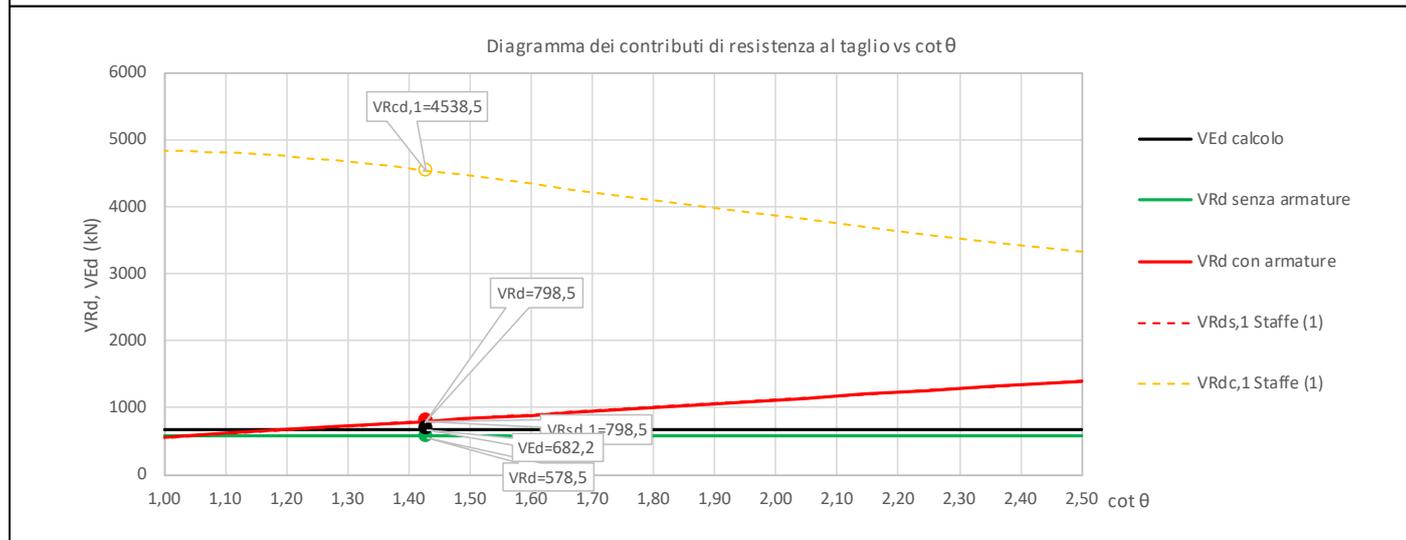
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	153

11.8.2.10 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato muro d'ala (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. Si verifica che non viene necessaria una armatura trasversale per la sezione.

NOME: SEZ. BASE		CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)								Rev. 10.1
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO				CALCESTRUZZO		
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c	
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)		
1,00	1,12	35,00	1,43	-338,1	682,2	2486,5	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	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}					
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)					
Barre B450C	391,3	10	30	7,07	70,69					
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)										
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}	
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)		
	70,69	0,15	1,42	0,63%	0,34	0,30	1,02	578,5	117,9%	
									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}	
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(°)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	
Staffe / Pioli (1)	391,3	2,5	12	2,83	90	0,20	798,5	4538,5	798,5	
Ferri piegati (2)	391,3	0	0	0,00	45	-	0,0	7716,3	0,0	
									V_{Rd} V_{Ed}/V_{Rd}	
									798,5 85,4% VERIFICA OK	



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							
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	154

11.9 VERIFICHE MURO PARAGHIAIA

Nel seguente paragrafo vengono riportate le sollecitazioni a quota estradosso elevazione per le combinazioni di carico allo SLU e le relative verifiche di resistenza a pressoflessione e taglio.

11.9.1 Verifica a pressoflessione SLU, SLV, SLE

La sezione è armata con un quantitativo di armatura longitudinale nel lato teso di $\Phi 16/15$ e nel lato compresso di $\Phi 14/15$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 12 ferri. I domini di resistenza M-N e i coefficienti di sicurezza a pressoflessione sono ottenuti attraverso il software SAX 10.0 distribuito da Aztec.

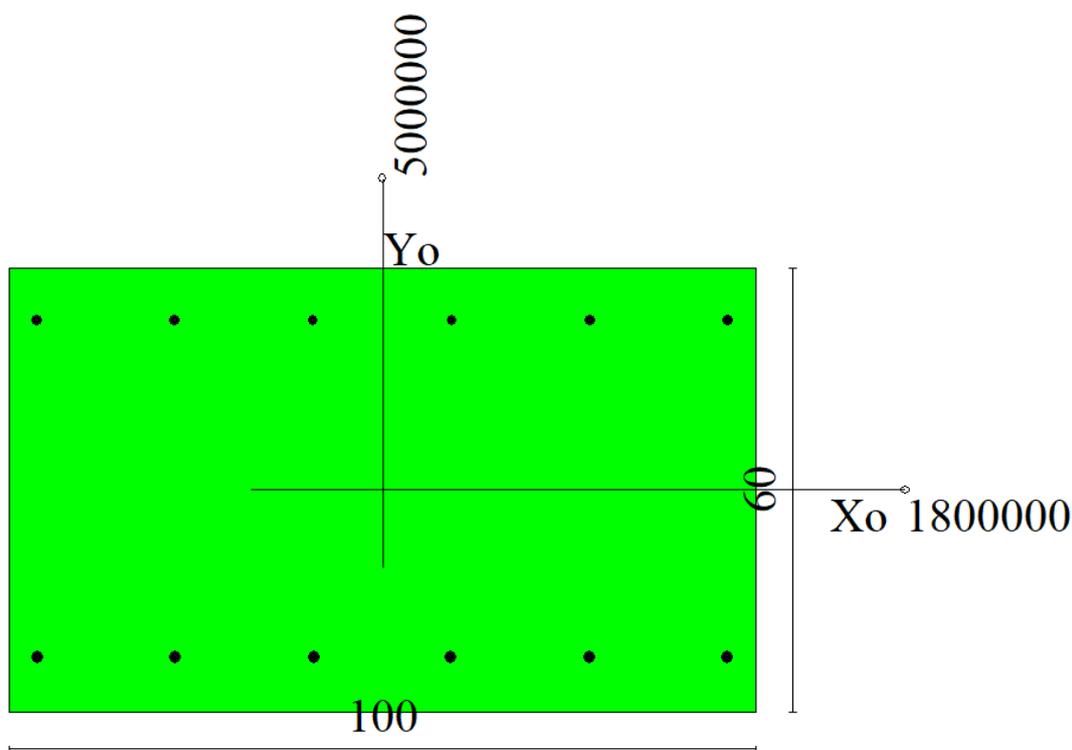


Figura 35 – Sezione trasversale muro paraghiaia e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP1

Tipo sezione: Rettangolare
 Base: 100,0 [cm]
 Altezza: 60,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione: 6000,00 [cmq]
 Inerzia in direzione X: 5000000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione Y: 1800000,0 [cm⁴]
 Inerzia in direzione XY: 0,0 [cm⁴]
 Ascissa baricentro sezione: $X_G = 50,00$ [cm]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	155

Ordinata baricentro sezione

$$Y_G = 30,00 \text{ [cm]}$$

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	3,80	7,40	16	2,01
2	22,28	7,40	16	2,01
3	40,76	7,40	16	2,01
4	59,24	7,40	16	2,01
5	77,72	7,40	16	2,01
6	96,20	7,40	16	2,01
7	96,30	52,90	14	1,54
8	77,78	52,90	14	1,54
9	59,26	52,90	14	1,54
10	40,74	52,90	14	1,54
11	22,22	52,90	14	1,54
12	3,70	52,90	14	1,54

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

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

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	210000,000	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
M _Y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _X	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _Y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _X	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLER - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	62,7800	177,3600	0,0000	0,0000	0,0000	114,4200	SI	NO
2	46,5000	150,4400	0,0000	0,0000	0,0000	97,0600	SI	NO
3	62,7800	177,3600	0,0000	0,0000	0,0000	114,4200	SI	NO
4	46,5000	26,9200	0,0000	0,0000	0,0000	17,3700	SI	NO
5	52,8700	26,6400	0,0000	0,0000	0,0000	17,1900	SI	NO
6	40,1300	26,6400	0,0000	0,0000	0,0000	17,1900	SI	NO
7	48,4100	46,9300	0,0000	0,0000	0,0000	30,2700	SI	NO
8	40,1300	26,6400	0,0000	0,0000	0,0000	17,1900	SI	NO

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	156

9	46,5000	121,7000	0,0000	0,0000	0,0000	78,5100	NO	SLER
10	46,5000	17,9500	0,0000	0,0000	0,0000	11,5800	NO	SLER
11	46,5000	121,7000	0,0000	0,0000	0,0000	78,5100	NO	SLER
12	46,5000	17,9500	0,0000	0,0000	0,0000	11,5800	NO	SLER
13	46,5000	17,9500	0,0000	0,0000	0,0000	11,5800	NO	SLEQP
14	46,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
15	46,5000	17,9500	0,0000	0,0000	0,0000	11,5800	NO	SLEQP
16	46,5000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Xc	posizione asse neutro espresso in [cm]
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)
9	12,61	0,00	(0,00; 47,39)	(100,00; 47,39)
10	20,54	0,00	(0,00; 39,46)	(100,00; 39,46)
11	12,61	0,00	(0,00; 47,39)	(100,00; 47,39)
12	20,54	0,00	(0,00; 39,46)	(100,00; 39,46)
13	20,54	0,00	(0,00; 39,46)	(100,00; 39,46)
14	2173,09	0,00	(0,00; -2113,09)	(100,00; -2113,09)
15	20,54	0,00	(0,00; 39,46)	(100,00; 39,46)
16	2173,09	0,00	(0,00; -2113,09)	(100,00; -2113,09)

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}
9	3,974	0,000	0,000	26,046	-189,092
10	0,557	0,000	0,000	5,465	-13,038
11	3,974	0,000	0,000	26,046	-189,092
12	0,557	0,000	0,000	5,465	-13,038
13	0,557	0,000	0,000	5,465	-13,038
14	0,075	0,000	0,000	1,116	1,092
15	0,557	0,000	0,000	5,465	-13,038
16	0,075	0,000	0,000	1,116	1,092

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

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

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>94.1114</u>	0,0000	<u>265.8743</u>	1,50

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	157

<u>11247,7341</u>	0,0000	177,3600	179,16
62,7800	0,0000	<u>257,7850</u>	1,45

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>81,1462</u>	0,0000	<u>262,5298</u>	1,75
<u>11370,4214</u>	0,0000	150,4400	244,53
46,5000	0,0000	<u>253,5721</u>	1,69

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>94,1114</u>	0,0000	<u>265,8743</u>	1,50
<u>11247,7341</u>	0,0000	177,3600	179,16
62,7800	0,0000	<u>257,7850</u>	1,45

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>734,5928</u>	0,0000	<u>425,2740</u>	15,80
<u>11913,0113</u>	0,0000	26,9200	256,19
46,5000	0,0000	<u>253,5721</u>	9,42

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>939,7454</u>	0,0000	<u>473,5165</u>	17,77
<u>11914,1901</u>	0,0000	26,6400	225,35
52,8700	0,0000	<u>255,2213</u>	9,58

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>586,9437</u>	0,0000	<u>389,6382</u>	14,63
<u>11914,1950</u>	0,0000	26,6400	296,89
40,1300	0,0000	<u>251,9219</u>	9,46

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>338,4312</u>	0,0000	<u>328,0846</u>	6,99
<u>11827,8331</u>	0,0000	46,9300	244,33
48,4100	0,0000	<u>254,0667</u>	5,41

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>586,9437</u>	0,0000	<u>389,6382</u>	14,63
<u>11914,1950</u>	0,0000	26,6400	296,89
40,1300	0,0000	<u>251,9219</u>	9,46

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_t	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 [°]

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	158

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
9	0,0000	148,9042	-235,611	-18,601	1940,00	0,0000	0	0,0000
10	0,0000	148,9009	-235,605	-18,600	1940,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	148,9042	-235,611	-18,601	1940,00	0,0000	0	0,0000
12	0,0000	148,9009	-235,605	-18,600	1940,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	148,9009	-235,605	-18,600	1940,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	0,0000	1,092	0,073	0,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	148,9009	-235,605	-18,600	1940,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	0,0000	1,092	0,073	0,00	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 2 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP1

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,557	14,940	-1,070	3,099	-13,038	5,465	450,000	13
SLER	3,974	18,260	-14,939	3,099	-189,092	26,046	337,500	9

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° 2 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP1

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-235,605	-18,600	190,252	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-235,611	-18,601	190,252	0,0000	0,000	0,000	0,200	9

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

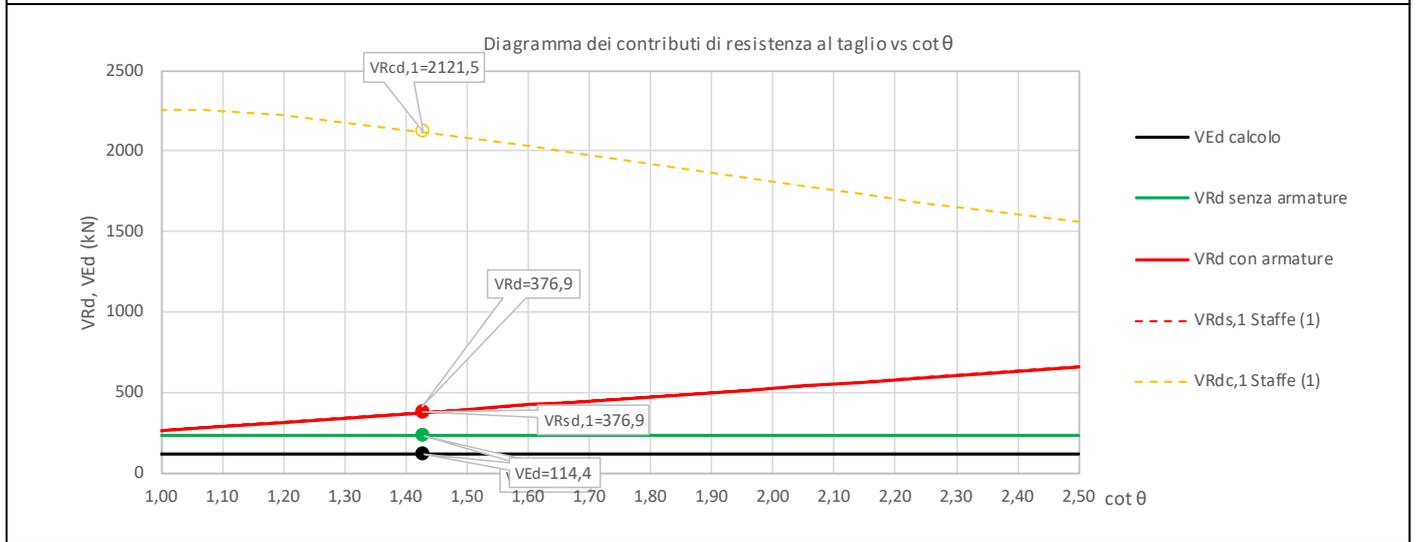
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	159

11.9.2 Verifica a taglio SLU, SLV

Secondo le sollecitazioni a quota spiccato muro paraghiaia (estradosso elevazione) 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: MURO PARAGHIAIA				CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)							Rev. 10.1	
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO			CALCESTRUZZO					
b_w	d	θ	$\cotg \theta$	N_{Ed}	V_{Ed}	M_{Ed}	f_{ck}	f_{cd}	γ_c			
(m)	(m)	(°)		(kN)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)				
1,00	0,53	35,00	1,43	-62,8	114,4	177,4	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	$A_{sl,\varnothing}$	A_{sl}							
	(MPa)		(mm)	(cm ²)	(cm ²)							
Barre B450C	391,3	6	16	2,01	12,06							
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
	A_{sl}	k_1	k	ρ_l (%)	v_{min}	σ_{cp}	α_c	V_{Rd}	V_{Ed}/V_{Rd}			
	(cm ²)			(%)	(MPa)	(MPa)		(kN)				
	12,06	0,15	1,61	0,23%	0,41	0,12	1,01	228,6	50,0%	VERIFICA OK		



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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	160

12. VERIFICHE LOCALI

12.1 BAGGIOLI

Si procede alla verifica del baggiolo tipologico di dimensioni 150x180x30 cm, armato in verticale con (2x14+2x17)Ø16 distribuiti sui lati perimetrali, armato in orizzontale con 1Ø12/10 staffe cerchianti esterne (n°2 braccia per direzione) e 6Ø12/10 ganci interni (n°6 braccia per direzione).

Al fine di mantenere un abbondante margine di sicurezza, i carichi di progetto verticale N_{Ed} ed orizzontale V_{Ed} sono stati ipotizzati come i massimi concomitanti previsti su tutti gli appoggi (F)-(UT)-(UL)-(M), vedi tabelle specifiche, inoltre l'impronta degli appoggi stessi è stata cautelativamente assunta di 80x80 cm.

Le verifiche sono state svolte secondo le indicazioni del CEB-FIP Model Code 90 e secondo quanto riportato in letteratura riguardo gli studi di diffusione delle tensioni di compressione e trazione su un volume generico di calcestruzzo (Leonhardt, 1973).

Per le azioni dell'appoggio si considera una eccentricità addizionale di 5 cm, quindi una centratura non ottimale delle azioni sul volume di calcestruzzo del baggiolo con conseguente riduzione dell'area efficace di contatto.

Si sono considerate le armature di cerchiatura come collaboranti per il 0% ai fini dell'aumento della resistenza a compressione del calcestruzzo in zona compressa (Region I), mentre per le tensioni di trazione interna si sono considerate solo le armature trasversali interne (Region II).

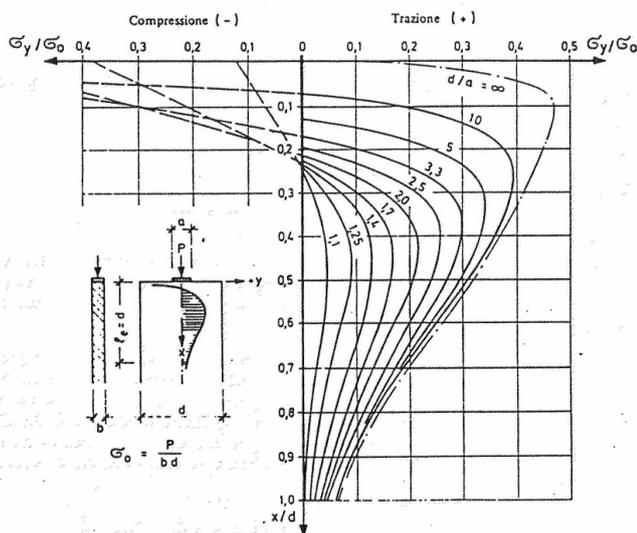


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b \cdot d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

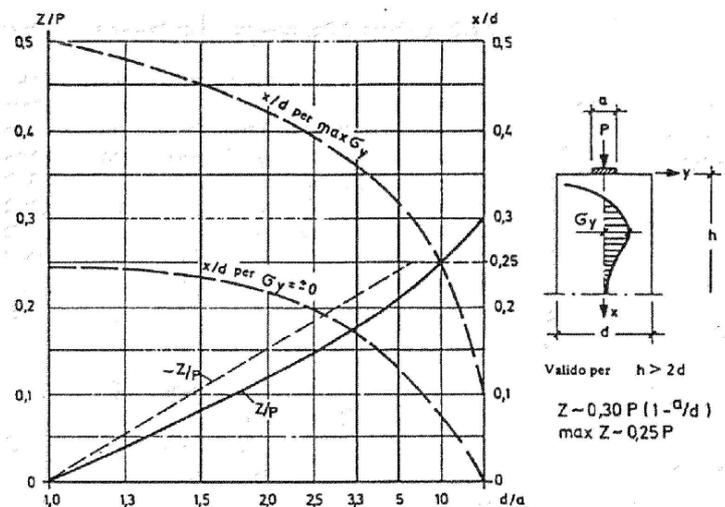


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

Figura 36 – Grafici da F. Leonhardt, 1973 "Casi speciali di dimensionamento delle strutture in c.a. e c.a.p."

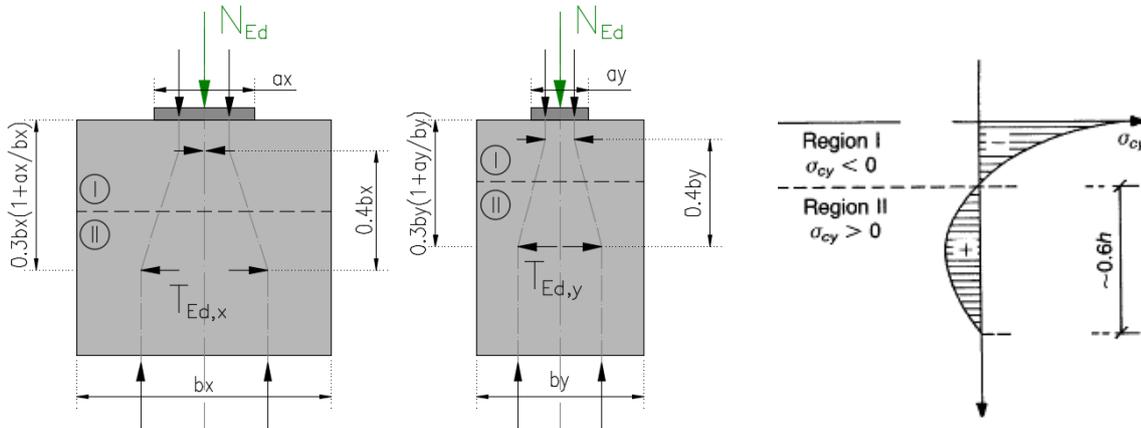
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	161

NOME: **BAGGIOLO TIPO**

VERIFICA BAGGIOLI (CEB-FIP MODEL CODE 90, F. LEONHARDT - 1973)

Rev. 09



GEOMETRIA, AZIONI E MATERIALI VOLUME DI CALCOLO (MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)

N_{Ed} (kN)	4450,0	b_x (m)	1,500	$f_{y,d}$ (MPa)	391,3
M_{Ed} (kNm)	222,5	b_y (m)	1,800	f_{ck} (MPa)	33,2
e_{max} (m)	0,050	a_x (m)	0,800	a'_{cc}	0,85
		a_y (m)	0,800	a'_x (m)	0,750
				a'_y (m)	0,750
Altezza (m)	Posiz. T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona	Posizione zona	
	(b) (0,3b(1+a/b))	Region II (0,6b)	Region I (grafico)	Region II (da)	Region I (a)
Direz. X	1,50	0,69	0,22	0,22	1,12
Direz. Y	1,80	0,78	0,23	0,23	1,31
				da (m)	a (m)
				0,00	0,22
				0,00	0,23
					b/a'
					2,00
					2,40

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

Direz. X	A_{sh} (cm ²)	T_{Rd} (kN)	T_{Ed} (kN)	T_{Ed}/T_{Rd}	
Direz. X	3x6Ø14	27,69	1083,7	>	667,5 61,6% VERIFICA OK
Direz. Y	3x6Ø14	27,69	1083,7	>	778,8 71,9% VERIFICA OK

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

Direz. X	A_{sh} (cm ²)	σ_1 (MPa)	α	σ_2 (MPa)	$f_{ck,c}$ (MPa)	$f_{cd,c}$ (MPa)	σ_{Ed} (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$
Direz. X	2x2Ø12	4,52	0,10	0,00	0,00	33,2	18,8	>
Direz. Y	2x2Ø12	4,52	0,10	0,00	0,00	33,2	18,8	>
ν	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)						(stress compressione σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)
C_{Ed} (kN)	890,0	$(C_{Ed} = \nu * N_{Ed})$						

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

$V_{Ed,x}$ (kN)	4600,0	$N_{Ed,min}$ (kN)	1350,0	μ	0,60
$V_{Ed,y}$ (kN)	3900,0	$\sigma_{Ed,min}$ (MPa)	2,40	β_{fctd} (MPa)	0,00
V_{Ed} (kN)	6030,8	$f_{cd,c}$ (MPa)	18,8	A_{sv} (cm ²)	124,60
					<-- (2x14+2x17)Ø16
$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{cd}) < 0.25 f_{cd}$		T_{Rd} (MPa)	2,52	T_{Ed} (MPa)	2,23
				T_{Ed}/T_{Rd}	88,5% VERIFICA OK

Figura 37 – 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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	162

12.2 DEFORMABILITÀ SPALLA

12.2.1 Verifiche sicurezza del binario

Per la sicurezza del binario occorre garantire quanto riportato al §2.5.1.4.5.2-3 del MdP.

“Al fine di garantire la sicurezza del binario rispetto a fenomeni di instabilità per compressione e rottura per trazione della rotaia, nonché rispetto ad eccessivi scorrimenti nel ballast, causa di un suo rapido deterioramento, occorre che vengano rispettati i seguenti limiti sull’incremento delle tensioni nel binario e sugli spostamenti relativi tra binario ed estradosso dell’impalcato o del rilevato. L’incremento massimo consentito di tensione nella rotaia causato dall’interazione binario-struttura prodotta dalle azioni indicate in 2.5.1.4.5.1 sarà assunto pari a:

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

$\Delta\sigma_{t,max} = 70 \text{ N/mm}^2$ (per la trazione)

Lo spostamento massimo consentito tra estradosso dell’impalcato o del rilevato e la faccia inferiore della traversa dovuto alle sole forze di avviamento e/o di frenatura sarà assunto pari a 5 mm. La verifica di sicurezza del binario, in termini di tensioni e spostamenti, andrà condotta considerando la combinazione caratteristica (rara) del metodo S.L.E., adottando per le azioni di cui al precedente punto 2.5.1.4.5.1 coefficienti $\psi_{oi}=1,0$ 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.”

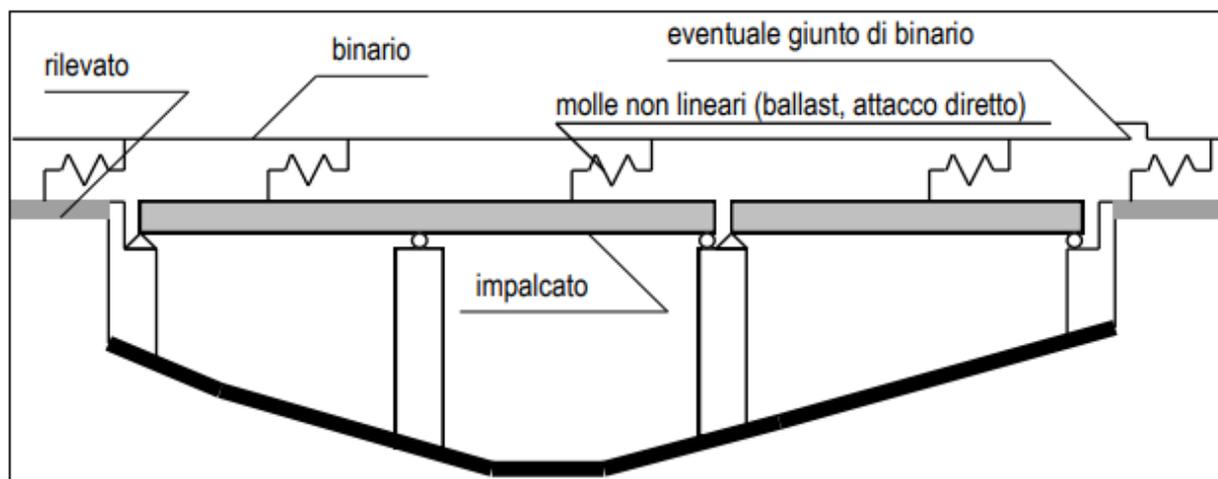


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

Figura 38 – Interazione binario- struttura - Schema generale di calcolo

“ALLEGATO 4 – VALUTAZIONE SEMPLIFICATA DELLE REAZIONI DOVUTE AGLI EFFETTI DI INTERAZIONE, METODO PER SINGOLA LUCE APPOGGIATA

Per una sovrastruttura realizzata con un singolo impalcato (in semplice appoggio) non è necessario il controllo delle tensioni nella rotaia se:

- *La sottostruttura ha rigidità 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;*

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									
		VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 04 04			PROGR 001

- Per le azioni da traffico verticale lo spostamento longitudinale dell'estradosso dell'impalcato all'estremità dovuto alla deformazione dell'impalcato δH , non supera i 5mm;
- La lunghezza di espansione L_T è minore di 40 m.”

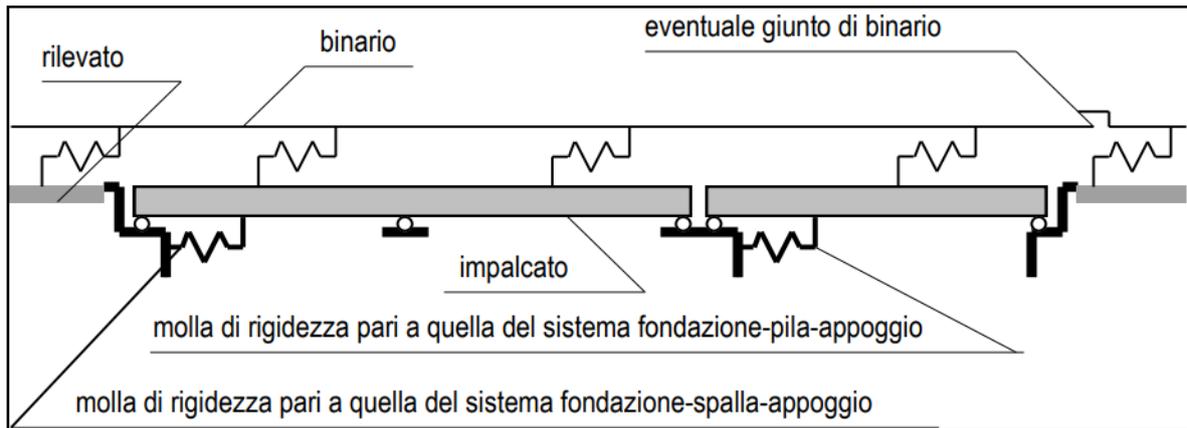


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

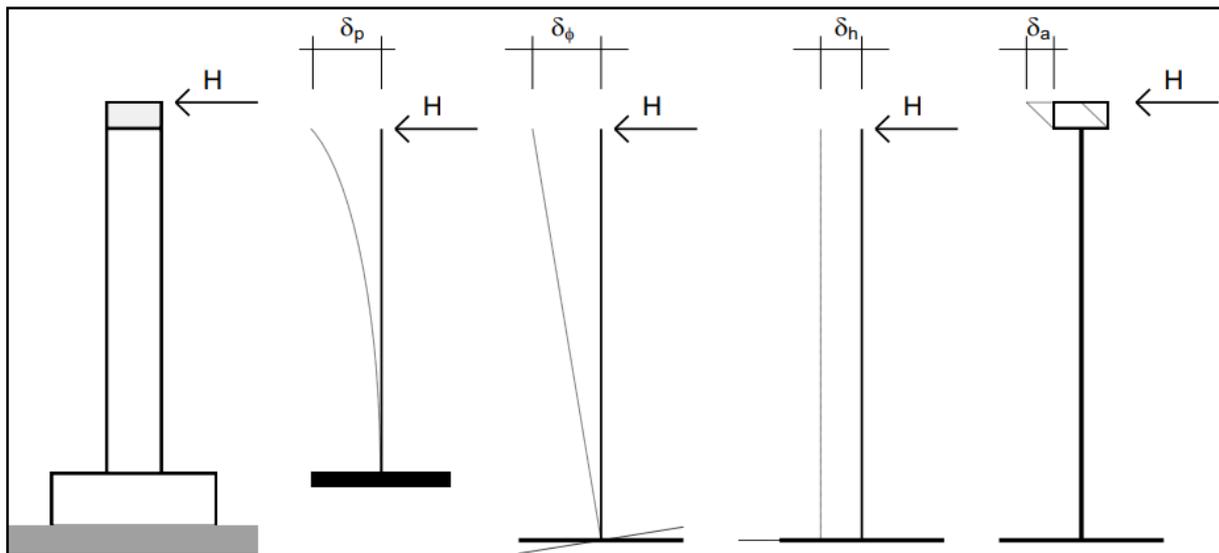


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

Figura 39 – 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.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	164

NOME: IMPALCATO L=25 m		CALCOLO FORZA AVVIAMENTO / FRENATURA		Rev. 00
L calcolo (m)	22,80	Lunghezza tra appoggi	Distanza PF/appoggi (m)	3,30
L (m)	25,00	Lunghezza di binario carico		
TRENO LM71 e SW/0		TRENO SW/2		
α (-)	1,10	α (-)	1,00	
Q _{3,f} (kN)	550,0	Q _{3,f} (kN)	875,0	Forza frenatura caratt. longitudinale
Q _{3,a} (kN)	907,5	Q _{3,a} (kN)	825,0	Forza avviamento caratt. longitudinale
VERIFICHE SICUREZZA BINARIO (§2.5.1.4.5.3 MdP)				
Q _{3,f} (kN)	875,0	Massima azione frenatura per LM71 o SW/0 o SW/2		
Q _{3,a} (kN)	907,5	Massima azione avviamento per LM71 o SW/0 o SW/2		
H (kN)	1782,5	Massima azione applicata all'appoggio		
I _L (m ⁴)	30,38	Inerzia longitudinale elevazione		
E (MPa)	33346	Modulo elastico elevazione		
H _{elev} (m)	6,00	Altezza elevazione		
K (kN/m)	14067844	K=(3*E*I _L)/H _{elev} ³		
δ_p (mm)	0,1	Spostamento deformabilità elastica elevazione	(da calcolo fondazioni)	
δ_ϕ (mm)	0,0	Spostamento deformabilità rotazione fondazione	ϕ (rad)	0,00001
δ_h (mm)	1,0	Spostamento deformabilità traslazionefondazione	s _h (mm)	1,0
δ_a (mm)	1,0	Spostamento deformabilità appoggi		
$\Sigma \delta_i$ (mm)	2,1	Spostamento totale	<	5.0 mm OK VERIFICATO

12.2.2 Effetti del secondo ordine

Con riferimento alle valutazioni degli spostamenti orizzontali di testa spalla 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 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										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	165

12.3 RITEGNI

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

Nei paragrafi seguenti viene indicata la geometria, lo schema di calcolo, le armature previste e le massime azioni orizzontali N_{Ed} considerate nei vari casi, nell'ipotesi a favore di sicurezza di un'amplificazione delle forze sismiche trasmesse di 1.10 e di spessori strutturali delle superfici di contatto cautelativamente ridotte.

12.3.1 Campata L=25 m

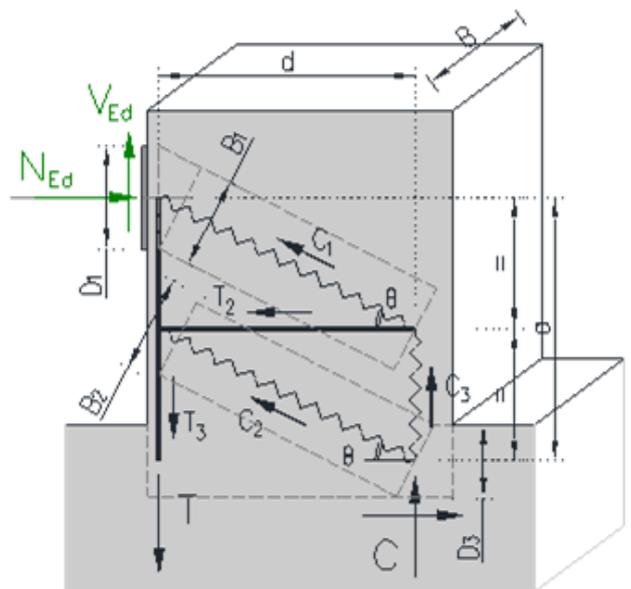
12.3.1.9 Ritegni trasversali

Dato che si tratta degli stessi elementi di ritegno, fare riferimento a quanto riportato nella relazione di calcolo delle pile.

12.3.1.10 Ritegni longitudinali

Si considera l'azione $N_{Ed}=1.10 \cdot 4600 = 5060$ kN, un'armatura al corrente teso verticale di $1\text{Ø}26/10$ e un'armatura distribuita interna di staffe/ganci $1\text{Ø}14/10/10$ ad assorbire le trazioni orizzontali all'interno del ritegno, $1\text{Ø}14/20$ a contribuire all'aumento di resistenza per confinamento del corrente di calcestruzzo compresso.

NOME: RITEGNI LONG. L=25m				VERIFICHE LOCALI METODO STRUT-TIE (ENV 1992, CEB-FIP MC90)				Rev. 09	
GEOMETRIA				MATERIALI				AZIONI	
D_1 (m)	0,20	B (m)	1,80	f_{yd} (MPa)	391,3	N_{Ed} (kN)	5060,0		
D_3 (m)	0,28	θ (rad)	0,431 (24,7°)	f_{ck} (MPa)	33,20	V_{Ed} (kN)	0,0		
a (m)	0,69			α_{cc}	0,85				
d (m)	0,75			ν	0,87				
VERIFICA ARMATURA									
- Tiranti tesi									
$T=T_3$ (kN)	3242,1								
A_s (mm ²)	9552 (1x1Ø26/10)	σ_{Ed}/f_{yd}							
σ_s (MPa)	339,42	86,7%	VERIFICA OK						
$T_w=T_2$ (kN)	5060,0								
A_{sw} (mm ²)	19109 (1Ø14/10/10)	σ_{Ed}/f_{yd}							
σ_{sw} (MPa)	264,79	67,7%	VERIFICA OK						
VERIFICA CALCESTRUZZO									
- Armatura di confinamento (NTC2018 §4.1.2.1.2.1)									
A_{sh} (mm ²)	6924 (1Ø14/20)	$f_{ck,c}$ (MPa)	40,7						
σ_1 (MPa)	1,51	$f_{cd,c}$ (MPa)	23,1						
α	1,00	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	20,01						
σ_2 (MPa)	1,51								
- Puntoni compressi									
C_1 (kN)	5569,7								
B_1 (m)	0,18	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	85,1%	VERIFICA OK					
σ_{c1} (MPa)	17,03								
$C=C_2$ (kN)	5569,7								
B_2 (m)	0,67	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd,max}$	23,1%	VERIFICA OK					
σ_{c2} (MPa)	4,62								



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S1

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	166

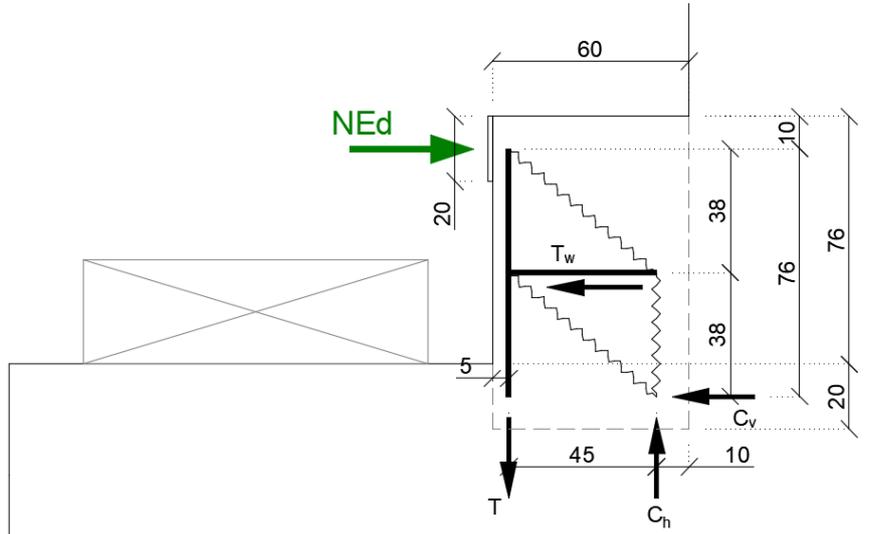


Figura 40 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

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								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	167

13. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.

Dalle verifiche effettuate sugli elementi in c.a. costituenti la sottostruttura in oggetto, si riassumono di seguito i principali valori di incidenza di armature previsti rispetto ai volumi totali di calcestruzzo.

Sottostruttura	Plinto (kg/m ²)	Elevazione (kg/m ²)	Muri (kg/m ²)	Paraghiaia (kg/m ²)	Baggioli (kg/m ²)	Ritegni (kg/m ²)
SPALLA SP1	100	80	120	100	350	450

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	168

14. APPOGGI E GIUNTI

14.1 APPOGGI

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

Le massime azioni sismiche assorbite dai vincoli dell'impalcato in CAP L=25 m sono state valutate considerando lo spettro elastico longitudinale o trasversale del primo periodo di vibrazione della pila più sollecitata in condizione sismica, nel caso del viadotto in esame quella di altezza massima H=12.00 m.

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

Massa efficace longitudinale (kg)	1288603	(Intera campata)
Massa efficace trasversale (kg)	687982	(Mezza campata)
Massa efficace verticale (kg)	687982	(Mezza campata)
Forza sismica longitudinale (kN)	8763	
Forza sismica trasversale (kN)	3886	
Forza sismica verticale (kN)	1181	
Spettro elastico longitudinale $S_e(T)$ (g)	0,6932	(vedi calcolo pila H=12m)
Spettro elastico trasversale $S_e(T)$ (g)	0,5758	
Spettro elastico verticale $S_{ve}(T)$ (g)	0,1750	

IMPALCATO CAP L=25m										
APPOGGI	Appoggio (F)			Appoggio (UL)			Appoggio (M)			
	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	Long.	Trasv.	Vert.	
SLU PERM										
Max (kN)	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2750	
Min (kN)	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2750	
SLU										
Max (kN)	±300	±250	+3050	±0	±400	+3350	±0	±0	+4450	
Min (kN)	-±850	-±50	+950	±0	-±100	+950	±0	±0	+1550	
SLV										
Max (kN)	±4600	±1950	+1350	±0	±3900	+1350	±0	±0	+2300	
Min (kN)	-±4200	-±1950	+650	±0	-±3900	+650	±0	±0	+1350	
TOTALE (kN)	±4600	±1950	±3050	±0	±3900	±3350	±0	±0	±4450	
Spont. Max (mm)	-	-	-	±110	-	-	±110	±5	-	

14.2 ESCURSIONE DEI GIUNTI

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

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

E_1 spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S1				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	001	B	169

- 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: SPALLA S1		CALCOLO GIUNTI IMPALCATO (MdP ITF Opere civili 2019)				Rev. 00				
SPOSTAMENTO (§2.5.2.1.5.1)										
1) Termico uniforme		2) Sismico strutturale		3) Sismico fondazioni non collegate						
E_1 (mm)	11,3	+	E_2 (mm)	70,0	+	E_3 (mm)	174,8	=	E_L (mm)	115,3
E_T (mm)	±5,6		d_{Ed} (mm)	±31,8		d_{eg} (mm)	±87,4		k_1	0,45
			k_2	0,55		a_q SLV (g)	0,195		↓	
L (mm)	25000		μ_d	1,00		S	1,404		Zona sismica	$a_g < 0.25g$
α (1/°Cm)	1,00E-05		q	1,00		T_B (s)	0,181		E_0 (mm)	130,5
ΔT (°C)	±22,5		T_1 (s)	0,000		T_C (s)	0,547		↓	
						T_D (s)	2,380		E_L (mm) >	E_0 (mm)
						F_0	2,532		>	E_1 (mm)
			Spostamento sismico a livello giunti:						>	E_2 (mm)
			d_{Ee} (mm)	31,8 (da calcoli)					>	E_3 (mm)
CORSA APPOGGI MOBILI (§2.5.2.1.5.2)		± ($E_L/2 + \text{Min}(E_L/8; 15 \text{ mm})$)		±102 mm					↓	
ESCURSIONI GIUNTI (§2.5.2.1.5.3)		± ($E_L/2 + 10 \text{ mm}$)		±97 mm					↓	
	OK	Escursione giunti progetto		±110 mm			←	E_L (mm)	174,8	
AMPIEZZA VARCHI (§2.5.2.1.5.4)		V ≥ ($E_L/2 + 20 \text{ mm}$)		±107 mm						
	OK	Varco impalcati progetto		±150 mm						