

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	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	9
3.3 Manuali	9
3.4 Bibliografia e altri riferimenti	9
4.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
4.1 Calcestruzzo	11
4.2 Acciaio	12
4.3 Durabilità	13
5.. APPROCCIO DI CALCOLO.....	17
5.1 Caratteristiche delle opere.....	17
5.2 Criteri generali di verifica.....	17
5.3 Software di calcolo	24
5.4 Validazione programmi di calcolo.....	26
6.. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	27
6.1 Categoria di sottosuolo.....	27
6.2 Capacità portante dei pali e stratigrafia di progetto.....	27
7.. ANALISI DEI CARICHI	28
7.1 Azioni permanenti strutturali (G_1).....	28
7.2 Azioni permanenti non strutturali (G_2).....	28
7.3 Spinta del terreno (G_3).....	31
7.4 Azioni variabili verticali (Q)	34
7.5 Azioni variabili orizzontali (Q)	43
7.6 Azione del vento (Q_6)	53
7.7 Azione sismica (e).....	58
7.8 Variazioni termiche (Q_7)	73
7.9 Attrito (Q_8)	73
7.10 Scarichi agli appoggi	74
8.. COMBINAZIONI DI CARICO	76
8.1 Combinazioni di carico adottate.....	77

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	2

9.. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	79
9.1 Elementi in cemento armato.....	79
10. MODELLO DI CALCOLO	85
11. ANALISI SPALLA FISSA S2.....	87
11.1 Azioni impalcati	87
11.2 Sollecitazioni elevazione	93
11.3 Sollecitazioni in fondazione	101
11.4 Sollecitazioni muro paraghiaia.....	111
11.5 Sollecitazioni muro d'ala.....	115
11.6 Verifiche Muro Frontale	123
11.7 Verifiche plinto fondazione	134
11.8 Verifiche muro d'ala.....	145
11.9 Verifiche Muro Paraghiaia	157
12. VERIFICHE LOCALI.....	163
12.1 Baggioli	163
12.2 Deformabilità spalla.....	165
12.3 Ritegni.....	168
13. RIEPILOGO INCIDENZE C.A.	170
14. APPOGGI E GIUNTI.....	171
14.1 Appoggi.....	171
14.2 Escursione dei giunti	172

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	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-clc e le restanti campate (numero 15) sono in semplice appoggio da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso. La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

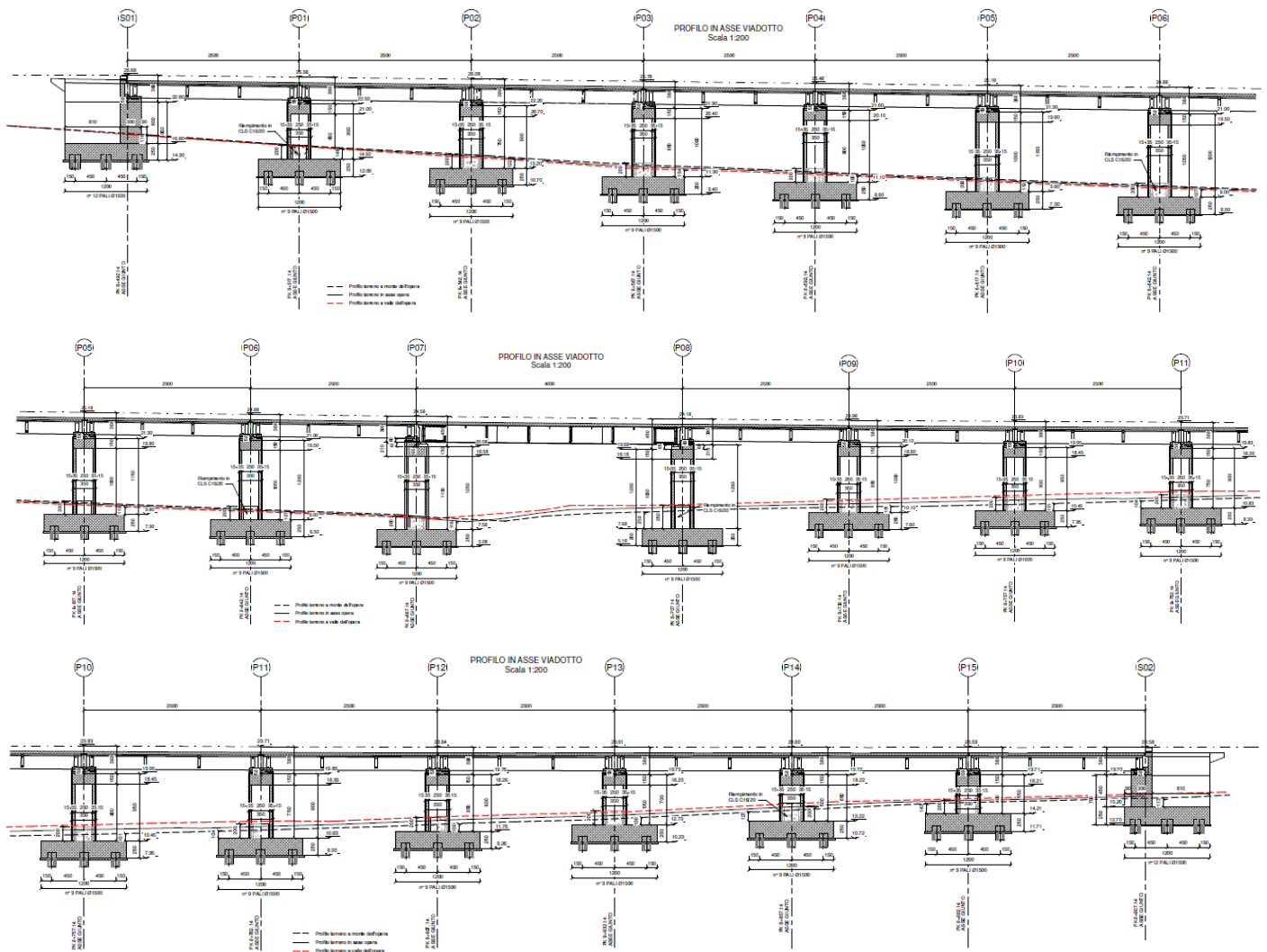


Figura 1 – Profilo longitudinale VI04

Gli impalcati in c.a.p. 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.

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	5

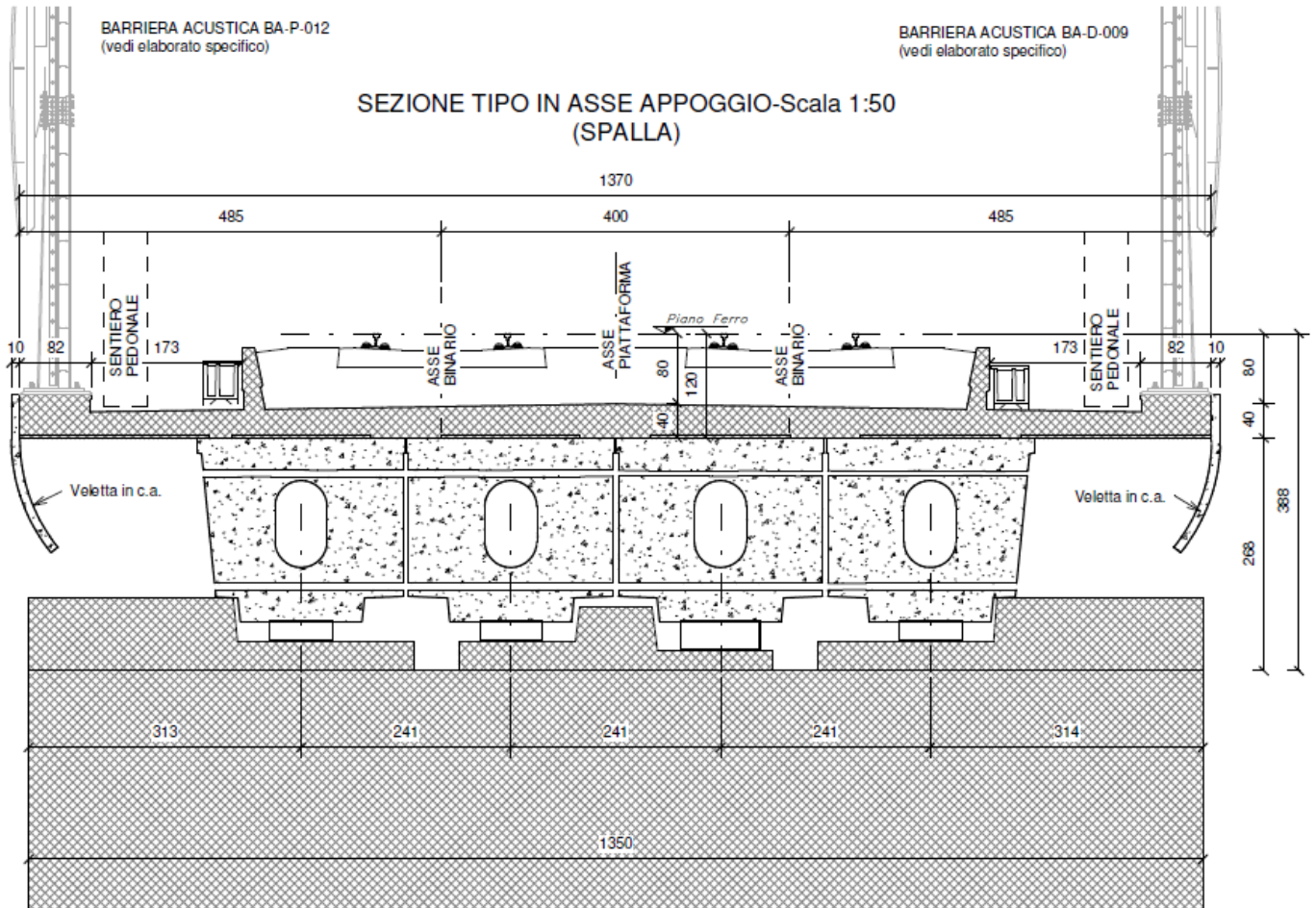


Figura 2 – Sezione trasversale impalcato

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]			[m]
VI04	S01	6.0	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 S02, relativa all'impalcato in c.a.p.

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	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 S02.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche delle sottostrutture.

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

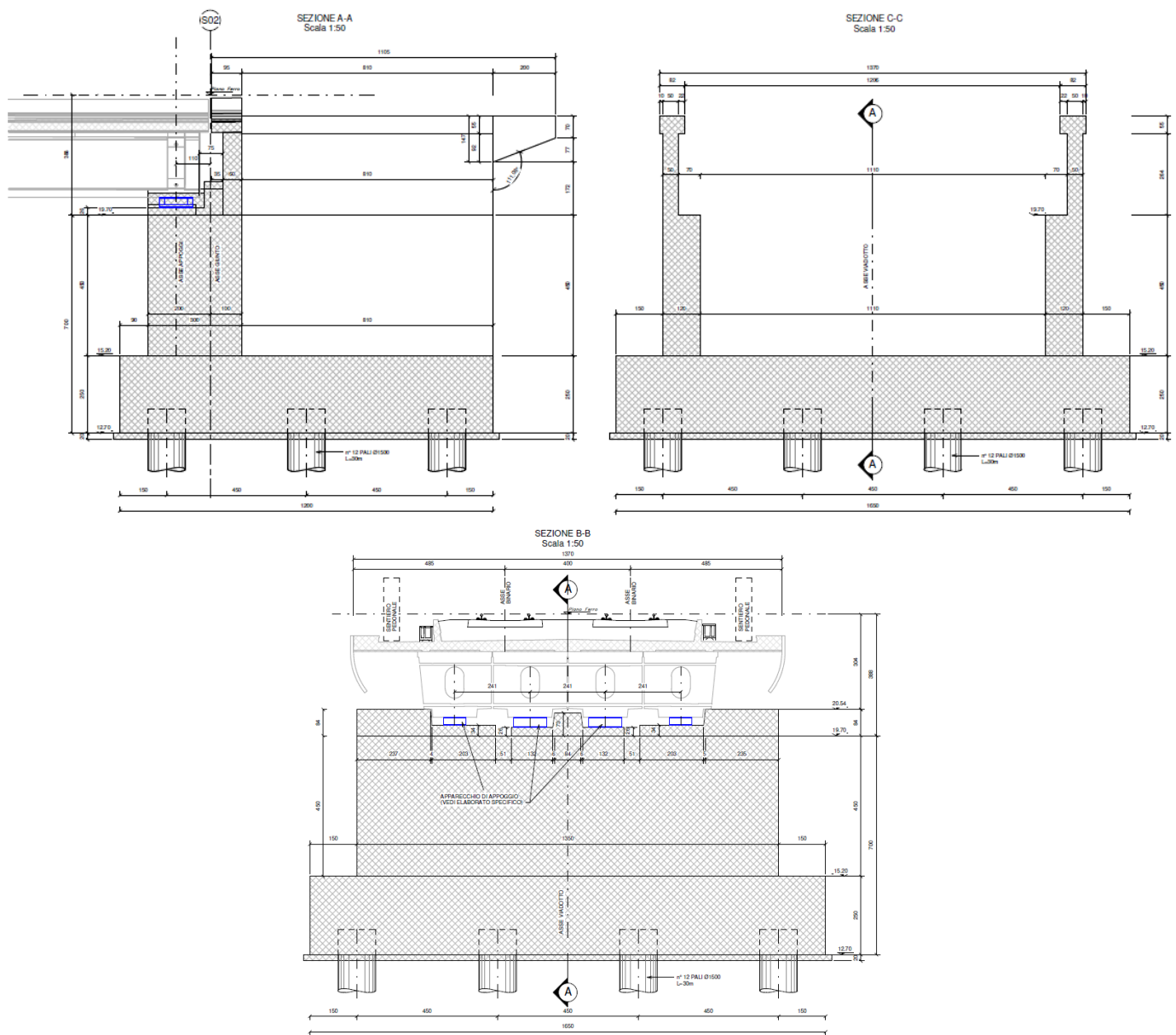


Figura 3 – Sezioni in direzione longitudinale e trasversale

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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

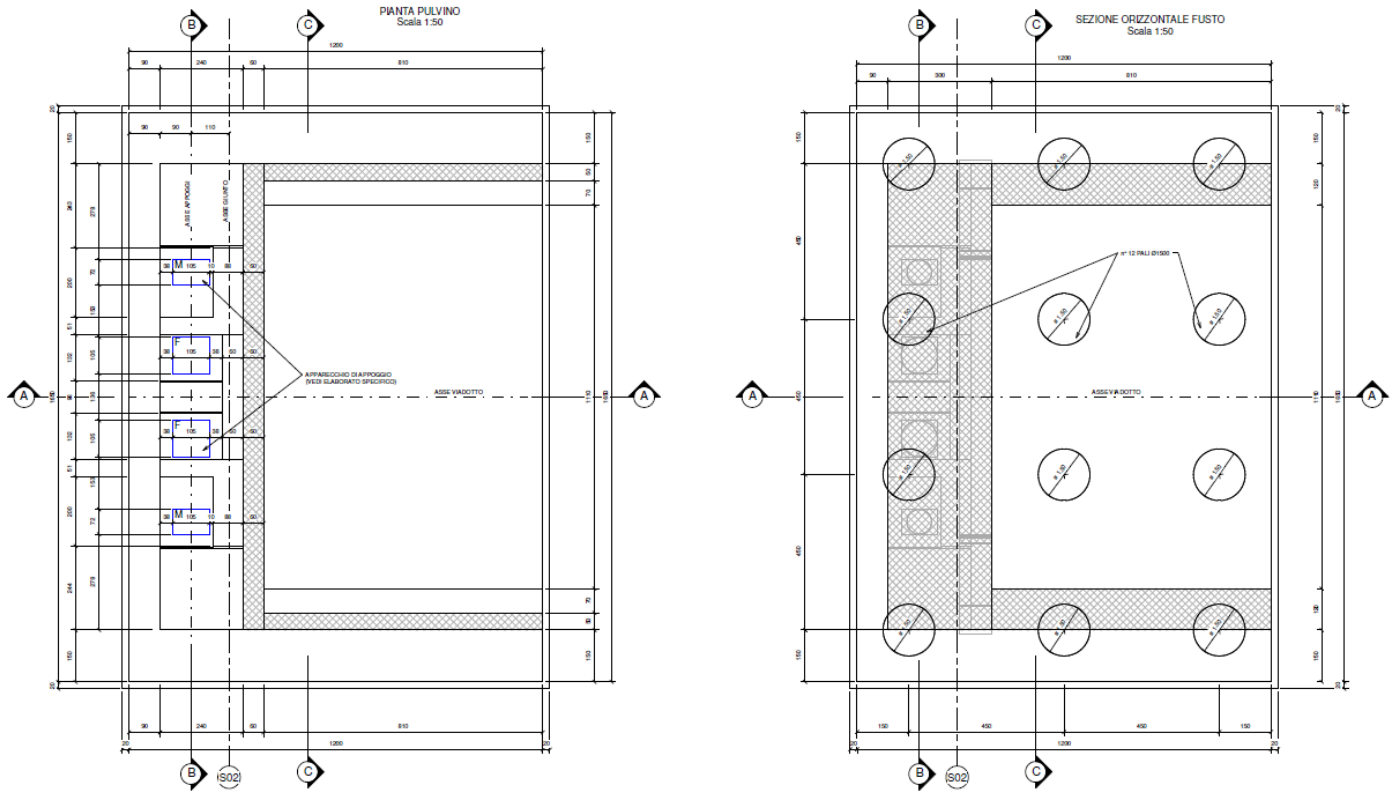


Figura 4 – Vista in pianta

 		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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	8

3. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1.1 Materiali

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

3.1.2 Costruzioni in c.a. e acciaio

Istruzioni CNR - Varie

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

Eurocodice 0 - “Criteri generali di progettazione strutturale”

- [9] UNI EN 1990:2006;

Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”

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

Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”

 		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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	9

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

3.1.3 Sismica

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

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

3.2 NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

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

3.3 MANUALI

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

3.4 BIBLIOGRAFIA E ALTRI RIFERIMENTI

- [32] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [33] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985
- [34] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	10

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

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

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

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	11

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 Calcestruzzo per magrone sottofondi

Classe minima	C12/15
Classe di esposizione ambientale	XC0

4.1.2 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione

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

4.1.3 Calcestruzzo parti in elevazione pile, spalle e solettoni

Classe minima	C32/40
Classe di esposizione ambientale	XC4 – XS1
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck} \geq 40$ MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 = 33.20$ MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} = 3.10$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17$ MPa
<u>Stato limite ultimo</u>	
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_C = 1.5$
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} = 0.85$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 18.81$ MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C = 1.45$ MPa
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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	12

Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm. $\sigma_c = 0.40 * f_{ck} = 13.28$ 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	$f_{ck} = R_{ck} * 0.83 =$	33.20	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 * (f_{cm} / 10)^{0.3} =$	33643	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3} =$	3.10	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.17	MPa

Stato limite ultimo

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

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.55 * f_{ck} =$	18.26	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.40 * f_{ck} =$	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	$\sigma_s = 0.75 * f_{yk} =$	337.50	MPa
--------------------------	------------------------------	--------	-----

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	13

4.3 DURABILITÀ

4.3.1 Conglomerati cementizi

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

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

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

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

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa Δc_{dev} .

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

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

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									
	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)			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390-9, UNI CEN/TS 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dupper >20mm, per Dupper inferiori limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm). Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.

c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.

d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

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

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

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

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

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

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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	14

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 4 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: FONDAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1
CLASSE DI ESPOSIZIONE Corrosione da carbonatazione XC2 Ambiente prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco. Cls a contatto con acqua per lungo tempo. Cls di strutture di contenimento acqua. Cls di molte fondazioni.		
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)		Mix design di progetto: XC2 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 $C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,y} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (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) 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

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small></p> <p>MANDANTI HYpro S.P.A.</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>																						
<p>VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:</p> <p>Relazione di calcolo Spalla S2</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE</td> <td>ENTE</td> <td>TIPO DOC</td> <td colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</td> <td>PROGR</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI0B</td> <td>02</td> <td>E</td> <td>ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI</td> <td>04</td> <td>04</td> <td>002</td> <td>C</td> <td>15</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	15
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	15													

NOME: ELEVAZIONI	REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2008)	Rev. 00.1																																																
<p>CLASSE DI ESPOSIZIONE</p> <p>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.</p>																																																		
<p>- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">XC4</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Rapporto max A/C</td> <td style="text-align: center;">0,50</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Classe di resistenza minima</td> <td style="text-align: center;">C32/40</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Contenuto minimo di cemento (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">340</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Contenuto minimo di aria (%)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cemento resistente ai solfati</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cemento resistente all'acqua di mare</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> </table>			XC4		Rapporto max A/C	0,50		Classe di resistenza minima	C32/40		Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340		Contenuto minimo di aria (%)	-		Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-		Cemento resistente ai solfati	-		Cemento resistente all'acqua di mare	-		<p>Mix design di progetto:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">XC4</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Rapporto max A/C</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Classe di resistenza minima</td> <td style="text-align: center;">C32/40</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Contenuto minimo di cemento (kg/m³)</td> <td style="text-align: center;">340</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Contenuto minimo di aria (%)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cemento resistente ai solfati</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Cemento resistente all'acqua di mare</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> </table>		XC4		Rapporto max A/C	0,5		Classe di resistenza minima	C32/40		Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340		Contenuto minimo di aria (%)	-		Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-		Cemento resistente ai solfati	-		Cemento resistente all'acqua di mare	-	
	XC4																																																	
Rapporto max A/C	0,50																																																	
Classe di resistenza minima	C32/40																																																	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340																																																	
Contenuto minimo di aria (%)	-																																																	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-																																																	
Cemento resistente ai solfati	-																																																	
Cemento resistente all'acqua di mare	-																																																	
	XC4																																																	
Rapporto max A/C	0,5																																																	
Classe di resistenza minima	C32/40																																																	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	340																																																	
Contenuto minimo di aria (%)	-																																																	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)	-																																																	
Cemento resistente ai solfati	-																																																	
Cemento resistente all'acqua di mare	-																																																	
<p>COPRIFERRO NOMINALE</p> <p>$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$ (Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1) $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$ (Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)</p>																																																		
<p>- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)</p>		<p>Δc_{dev} (mm) 10</p>																																																
<p>- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1992-1-1)</p>		<p>$c_{nom,min}$ (mm)</p>																																																
<p>- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)</p>		<p>$c_{min,b}$ (mm) 26</p>																																																
<p style="padding-left: 20px;">Tipo di acciaio Ordinario</p> <p style="padding-left: 40px;">\varnothing (mm) 26 diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)</p> <p style="padding-left: 40px;">D_{upper} (mm) 25 dimensione max aggregato</p>																																																		
<p>- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2008)</p> <p style="padding-left: 20px;">Ambiente Aggressivo</p> <p style="padding-left: 40px;">Vita nominale 75 valori tabella +5 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Controllo qualità speciale cls NO valori tabella</p> <p style="padding-left: 40px;">Elemento a piastra NO</p>		<p>$c_{min,dur}$ (mm) 40</p> <p style="padding-left: 40px;">C C32/40 Classe di resistenza utilizzata</p> <p style="padding-left: 40px;">C_0 C40/50</p> <p style="padding-left: 40px;">C_{min} C30/37</p>																																																
NTC 2008	Condizioni ambientali Aggressive	<p>Gruppo di esigenza B</p> <p>Copriferro nominale c_{nom} (mm) 50</p>																																																

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 S2**

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

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

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	17

5. APPROCCIO DI CALCOLO

5.1 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

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

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

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

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

5.2 CRITERI GENERALI DI VERIFICA

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

5.2.1 Combinazioni di carico

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

$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU
G_1	masse dei pesi propri strutturali
G_2	masse dei carichi permanenti non strutturali
P	precompressione e pretensione
Q_{ki}	masse dei carichi accidentali
E	azione sismica
A_d	azione eccezionale
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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	18

5.2.2 Stati limite ultimi

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

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

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

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

$F_d = \gamma_F \cdot F_k$ azioni di progetto

$X_d = X_k / \gamma_M$ proprietà del materiale di progetto

a_d parametri geometrici di progetto

γ_M coefficiente parziale di sicurezza del materiale

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

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

5.2.3 Strutture non geotecniche

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

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 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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	19

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
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

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

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	20

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:

$$E_d \leq R_d$$

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

valore di progetto dell'azione

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

valore di progetto dell'effetto dell'azione

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

valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

$$F_d = \gamma_F * F_k$$

azioni di progetto

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

parametri geotecnici di progetto

$$a_d$$

parametri geometrici di progetto

$$\gamma_E$$

coefficiente parziale di sicurezza sugli effetti delle azioni

$$\gamma_M$$

coefficiente parziale di sicurezza del materiale

$$\gamma_R$$

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	21

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

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

$E_d = E(F_d ; X_d ; a_d)$ valore di progetto dell'effetto delle azioni

$C_d = C(F_d ; X_d ; a_d)$ valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato

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

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

5.2.6 Stati limite ultimi e di esercizio sismici

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

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	22

- *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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	23

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	24

5.3 SOFTWARE DI CALCOLO

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

5.3.1 Analisi strutturale generica

Titolo:



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

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

Distribuzione: HSH srl - Padova Italia

Versione: 2.4.6

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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	25

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	26

5.4 VALIDAZIONE PROGRAMMI DI CALCOLO

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

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

5.4.2 Tipo di analisi svolta

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

5.4.3 Affidabilità dei codici di calcolo

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

5.4.4 Modalità di presentazione dei risultati

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

5.4.5 Informazioni generali sull'elaborazione

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

5.4.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

 		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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	27

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	28

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI (G₁)

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 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 (G₂)

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 m.

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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	29

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	30

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	31


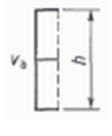
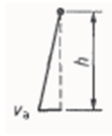

7.3 SPINTA DEL TERRENO (G₃)

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

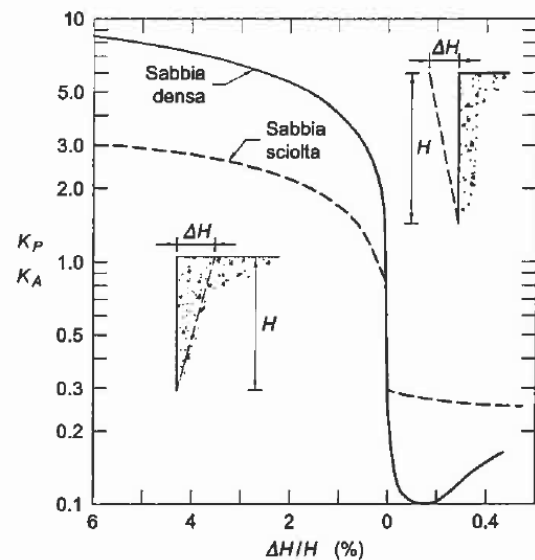


Figura 5 - Spostamenti relativi muro-terreno necessari per il raggiungimento di un regime di spinta attiva secondo EC7 Annex C e Lancillotta (1999)

7.3.1 Spinta a riposo

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

$$S_{0h} = \int_0^H \sigma_h(z) dz \quad \text{spinta a riposo statica totale sul muro}$$

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	32

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

pressione orizzontale di spinta del terreno

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

$$k_0 = 1 - \sin(\varphi') \cdot \text{OCR}^\alpha$$

$$\text{OCR} = 1$$

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_0 valga:

$$k_0 = (1 - \sin(\varphi') \cdot \text{OCR}^\alpha) \cdot (1 + \sin \beta)$$

$$\beta = 0$$

angolo inclinazione tra profilo e piano orizzontale

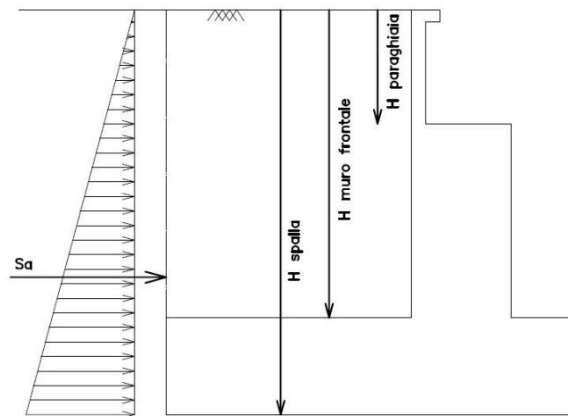


Figura 6: Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HY pro <small>S.P.A.</small>		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	33

c

coesione del terreno

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}

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

γ_w

peso di volume dell'acqua

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

spinta attiva statica totale efficace sul muro

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

pressione orizzontale di spinta efficace del terreno

$\sigma'_v(z)$

pressione verticale efficace del terreno

E_{ws}

spinta idrostatica

E_{wd}

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	34

7.4 AZIONI VARIABILI VERTICALI (Q)

7.4.1 Azioni da traffico ferroviario (Q₁)

Nome	Tipo	γ _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.

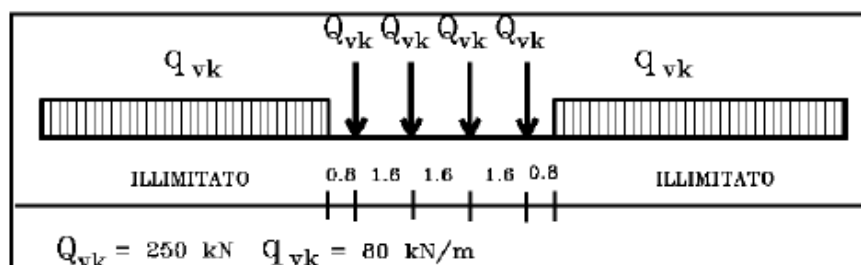


Fig. 5.2.1 - Modello di carico LM71

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	35

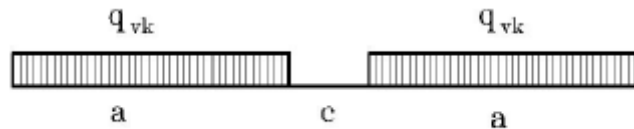


Fig. 5.2.2 -Modelli di carico SW

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.

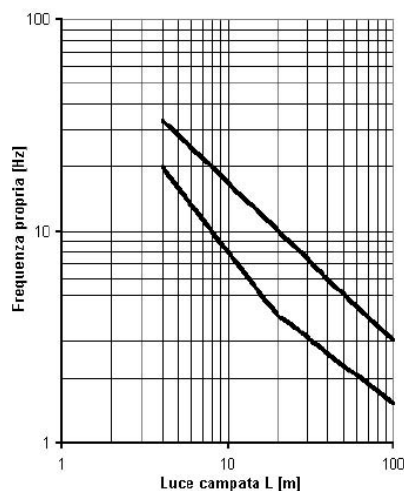


Fig. 5.2.7 - Limiti delle frequenze proprie n_o in Hz in funzione della luce della campata

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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	36

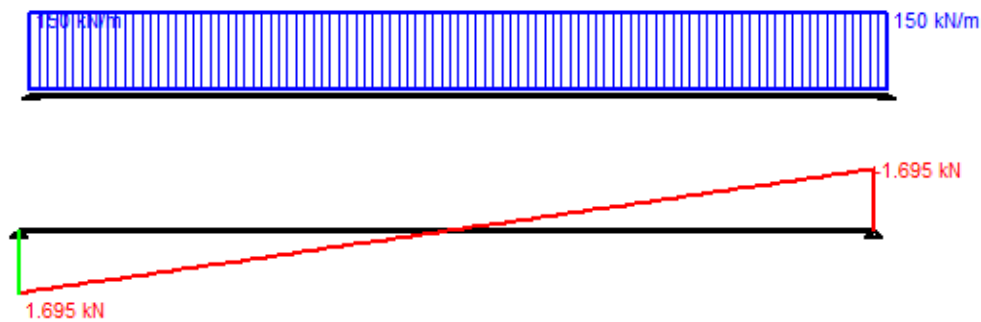
Nei casi di ponti ad arco o scatolari, con o senza solettone di fondo, aventi copertura h maggiore di 1.00 m, il coefficiente dinamico può essere ridotto nella seguente maniera:

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

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.



Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	150	150	0	22,6

N° Carichi CONCENTRATI

N° Coppie CONCENTRATE

Luce m J cm⁴ Sezione

E MPa Distanze parziali

Risultati

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

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

Risultati all'ascissa x

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

N° sezioni di calcolo

Diagrammi

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

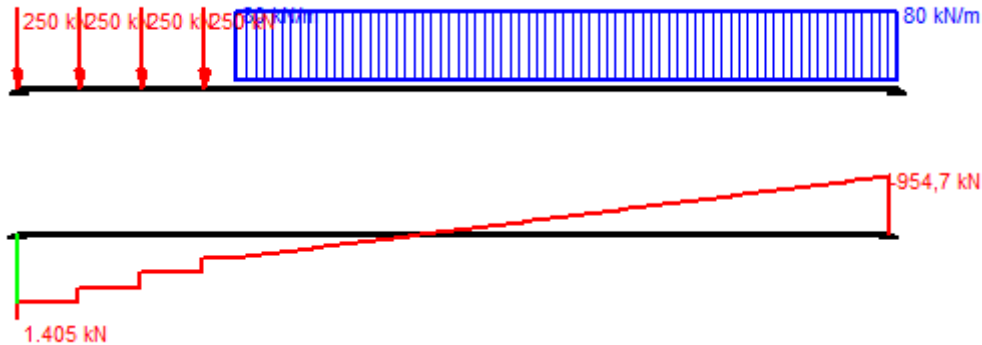
MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	37

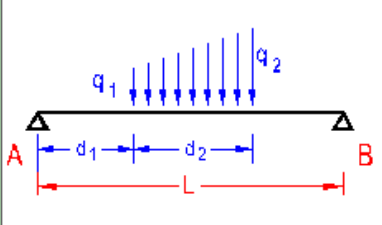
$$V_{\max} = 1695 \text{ kN}$$

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

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

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





Vincoli

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

N° Carichi dist. TRAPEZI

N°	q1	q2	d1	d2
1	80	80	5,6	17

Luce m J cm⁴ Sezione

E MPa Distanze parziali

N° Carichi CONCENTRATI

N°	d
3	1,6
4	1,6

N° Coppie CONCENTRATE

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

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

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

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

$$Q_1 = \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.5 \text{ kN}$$

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

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

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

$$Q_1 = \alpha \cdot q'_v \cdot L/2 = 1.10 \cdot 124.3 \cdot 22.60/2 = 1545.5 \text{ kN}$$

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

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	40

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.

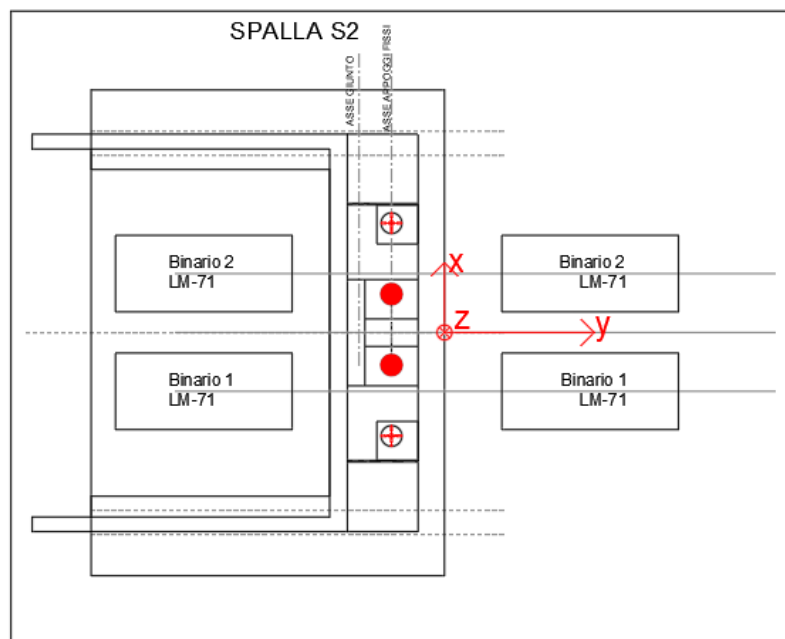
Dietro la spalla si è considerato un sovraccarico da traffico generato dalla presenza del treno di carico LM71 su entrambi i binari dietro la spalla, che si considera in contemporaneo alla presenza dei treni di carico in campata.

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:

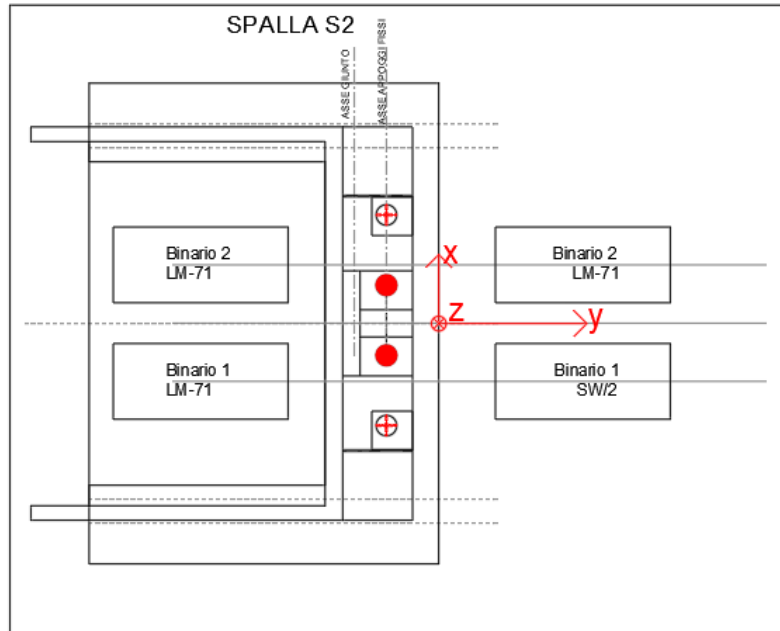
TRAFFICO-1



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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

TRAFFICO-2



TRAFFICO-3

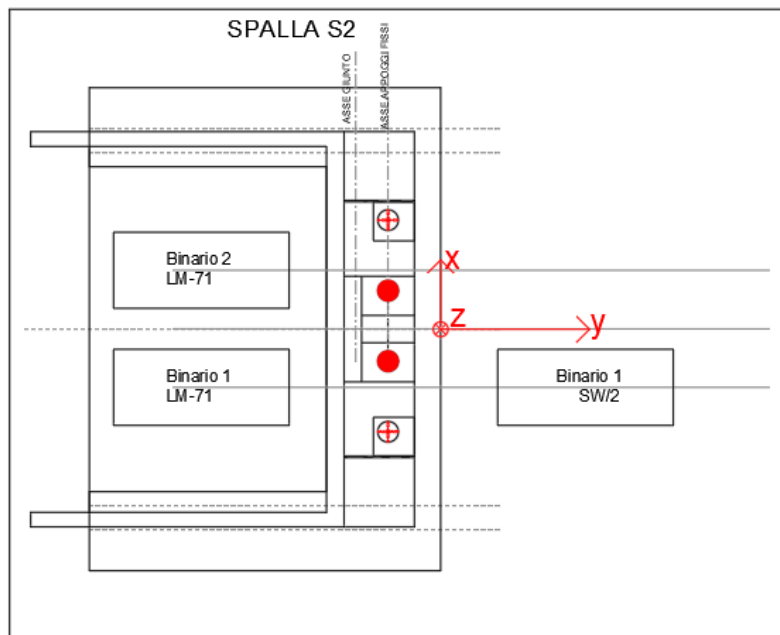


Figura 12 – Schemi di contemporaneità dei treni sui binari

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	42

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
	Primo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	-	1,0 (LM 71''+''SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	0,75 (LM 71''+''SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71''+''SW/0)	0,75 (LM 71''+''SW/0)	1,0 (LM 71''+''SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71''+''SW/0)	-

⁽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 & 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	43

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:

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

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

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

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

lunghezza longitudinale interessata dai carichi

(lunghezza fondazione di monte spalla, comprensiva del cuneo di spinta del terreno)

larghezza trasversale transitabile (larghezza spalla)

Spalla S2

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

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

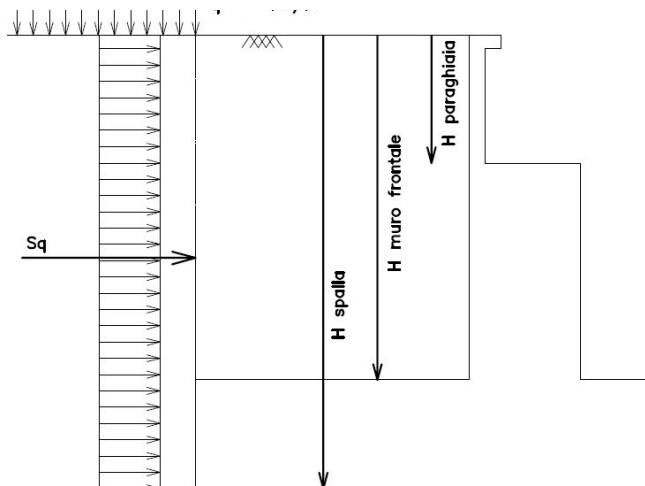


Figura 14: Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	44

7.5.2 Forza centrifuga (Q₄)

Nome	Tipo	Y _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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	45

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		
M _{4,c} (kNm)		221.4		M _{4,c} (kNm)		88.1		
				Forza centrifuga caratt. trasversale				
				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.

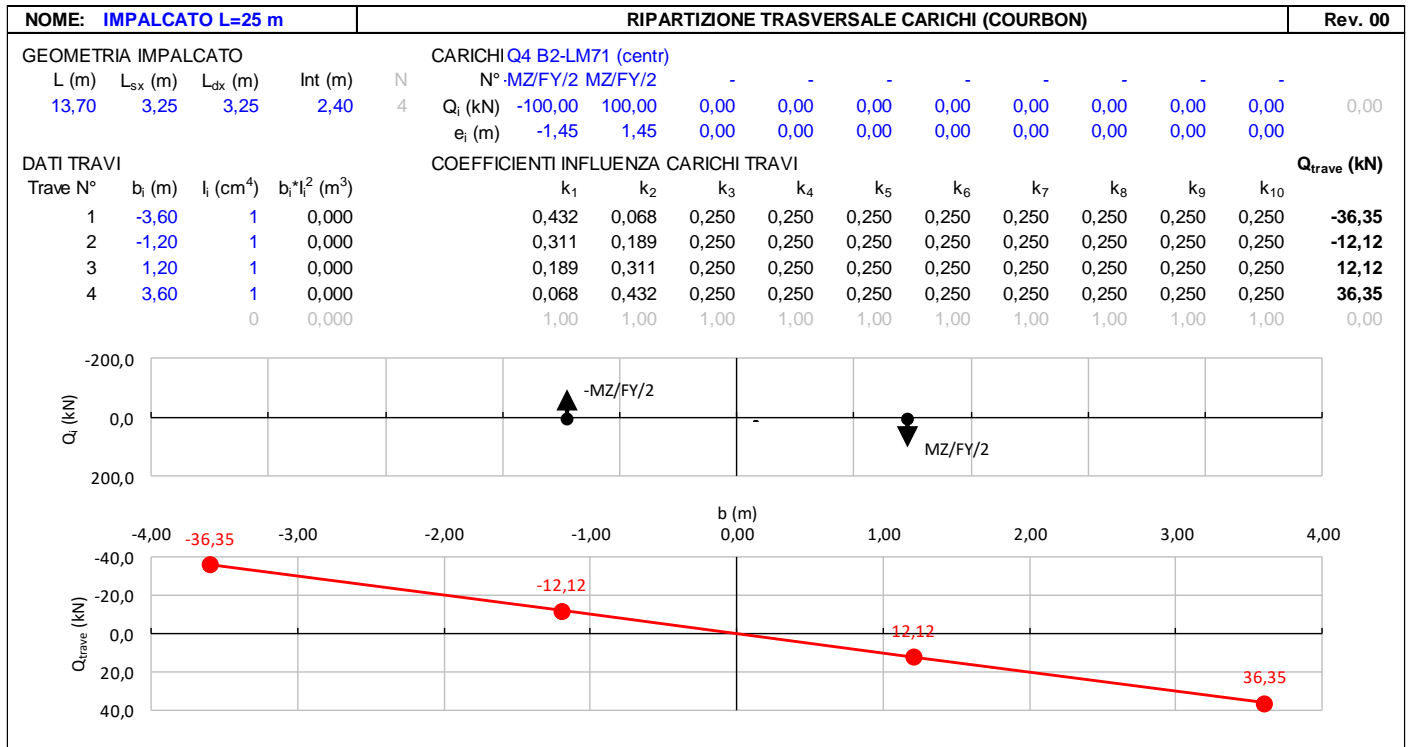
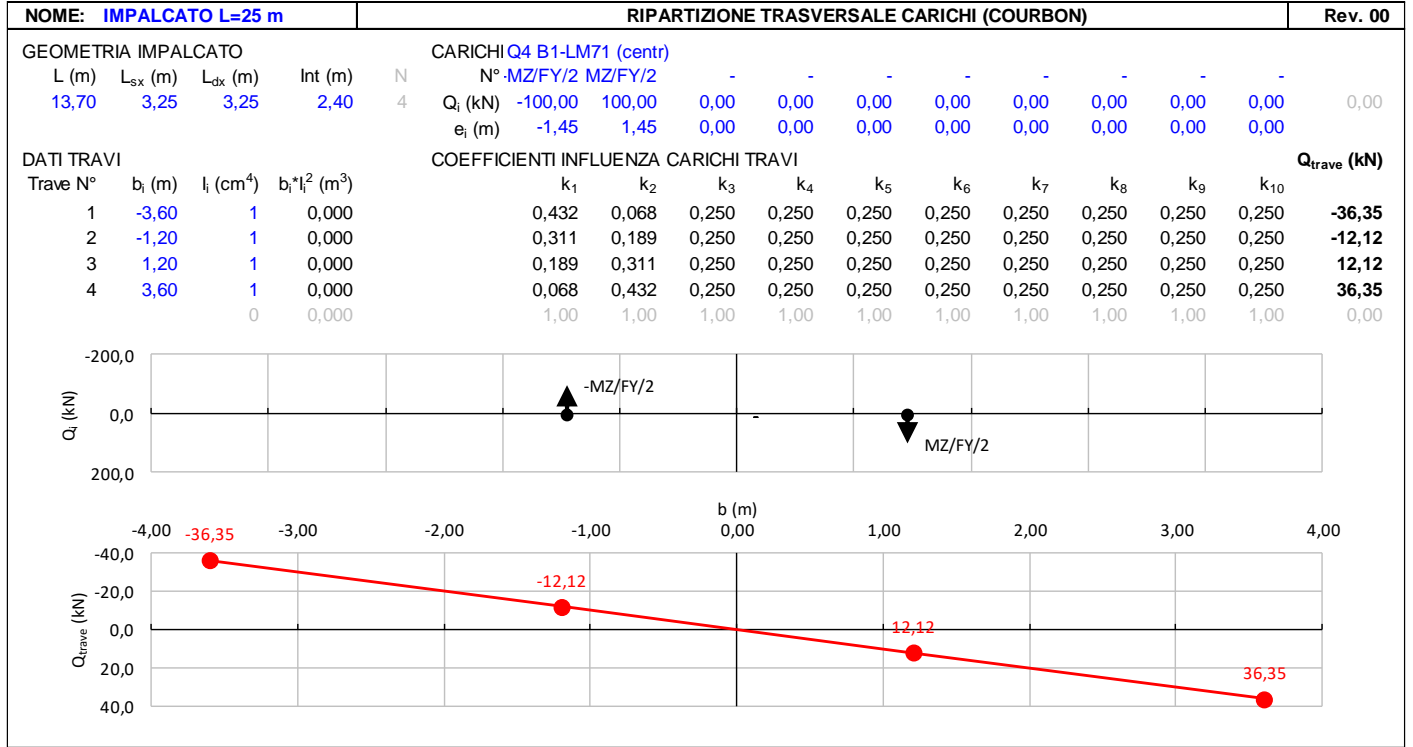
NOME: IMPALCATO L=25 m				RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)											Rev. 00			
GEOMETRIA IMPALCATO				CARICHI Q4 B1-SW2 (centri)														
L (m)	L _{sx} (m)	L _{dx} (m)	Int (m)	N	N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13,70	3,25	3,25	2,40	4	Q _i (kN)	-100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
					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
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	0,306	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				
				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 S2**

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



MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	47

7.5.3 Azione laterale serpeggio (Q₅)

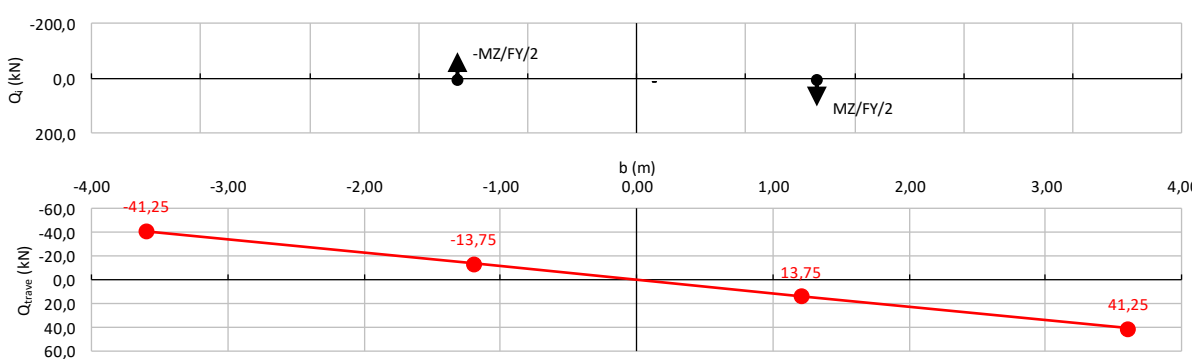
Nome	Tipo	γ _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
SERPEGGIO	Variabili da traffico ferroviario	0.0 / 1.45	0.80	0.50	0.00

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

Gli effetti sui singoli 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			
M _{tk} (kNm)	363.00	M _{tk} (kNm)	330.00			
		Forza serpeggio caratt. trasversale				
		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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
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	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	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	0,250								
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	0,250								
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	0,250								
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	0,250								
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
														0,00								



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130: Relazione di calcolo Spalla S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	49

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	γ _Q	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
		(Fav / Sfav)			
TRAFFICO LM71	Carichi da traffico	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00
TRAFFICO SW/2	ferroviario	0.00 / 1.45	0.80	0.50	0.00

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

Avviamento

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

Frenatura

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

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

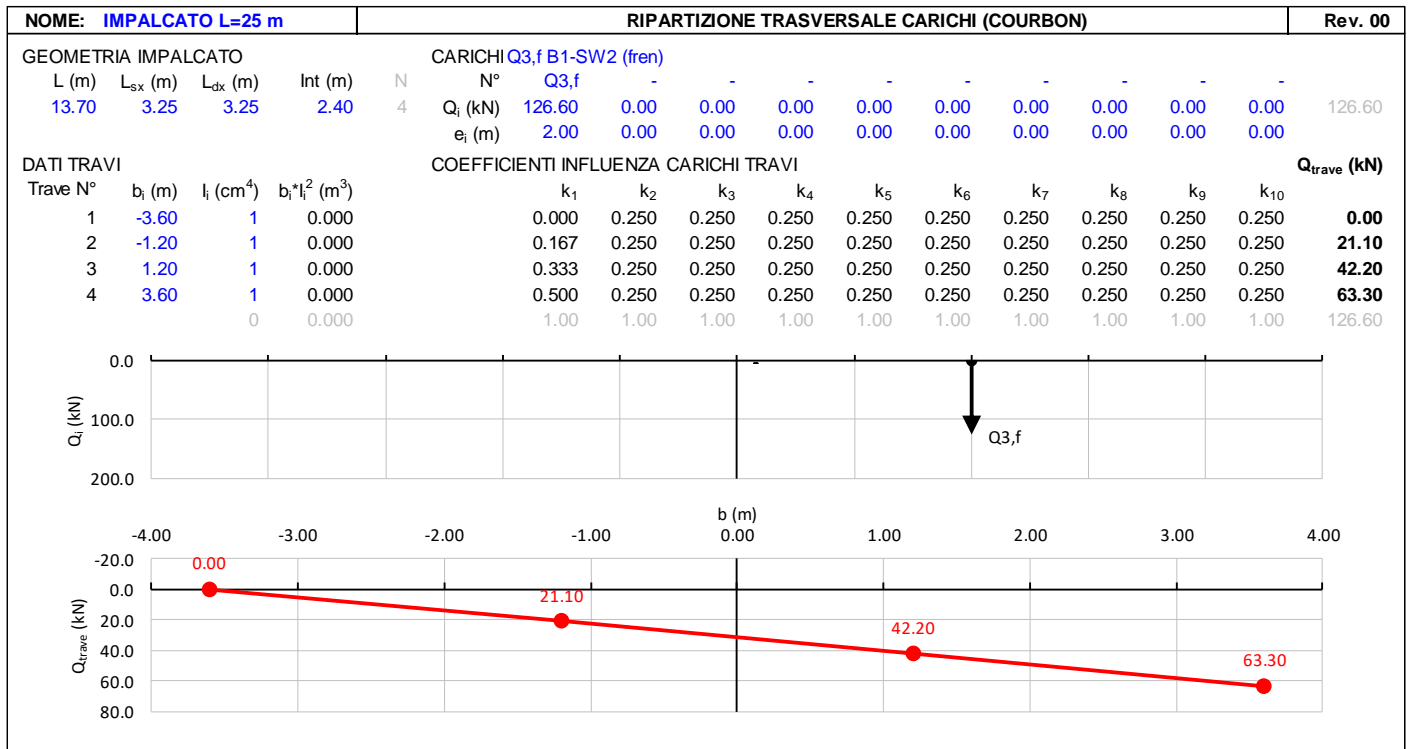
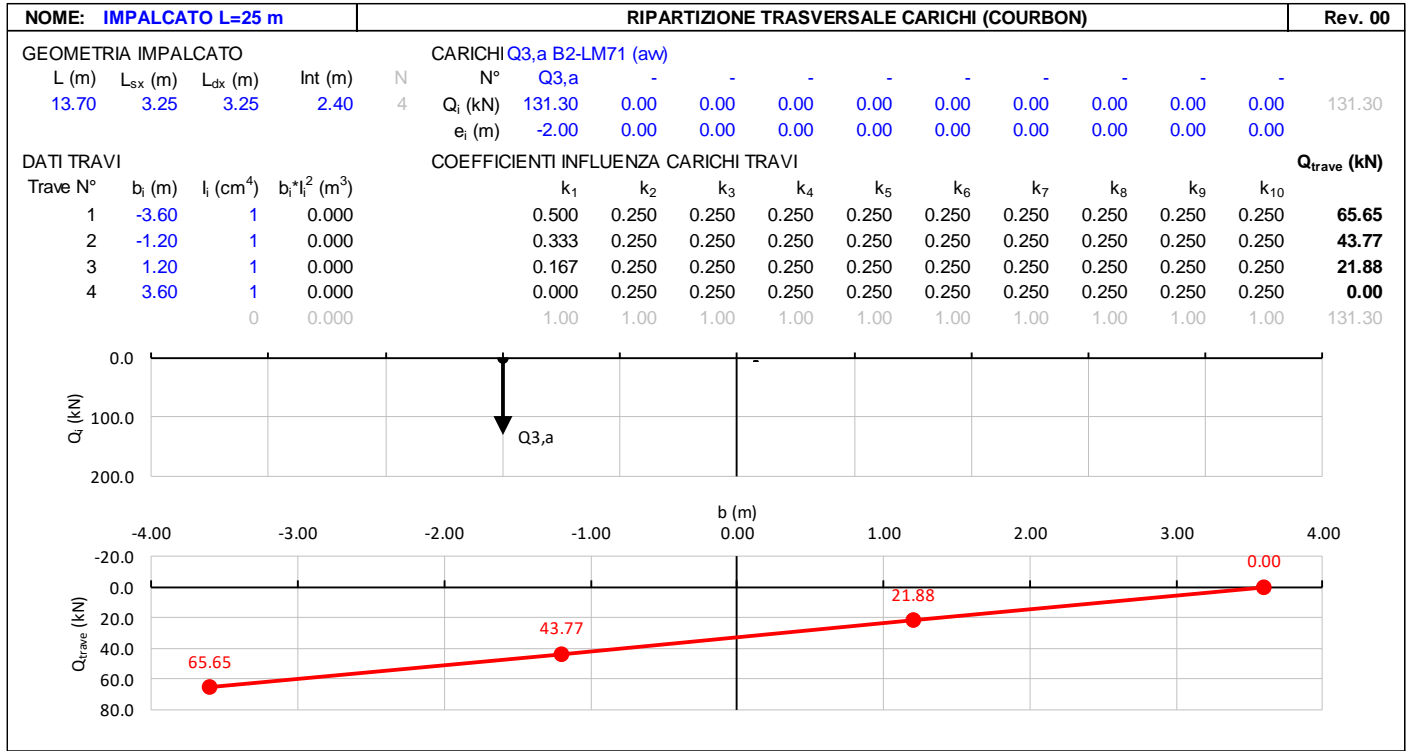
Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura, pertanto per ogni binario (B1 o B2) si può avere:

NOME: IMPALCATO L=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

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

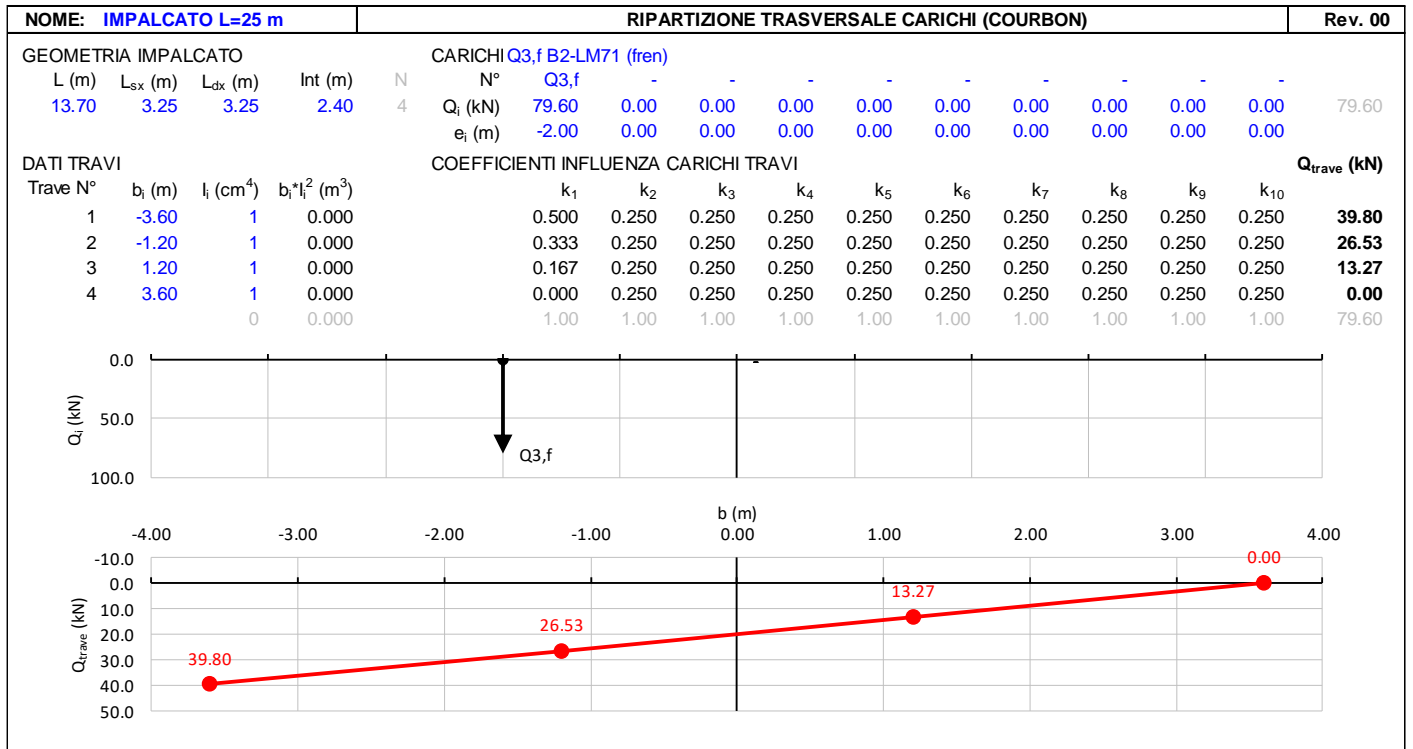
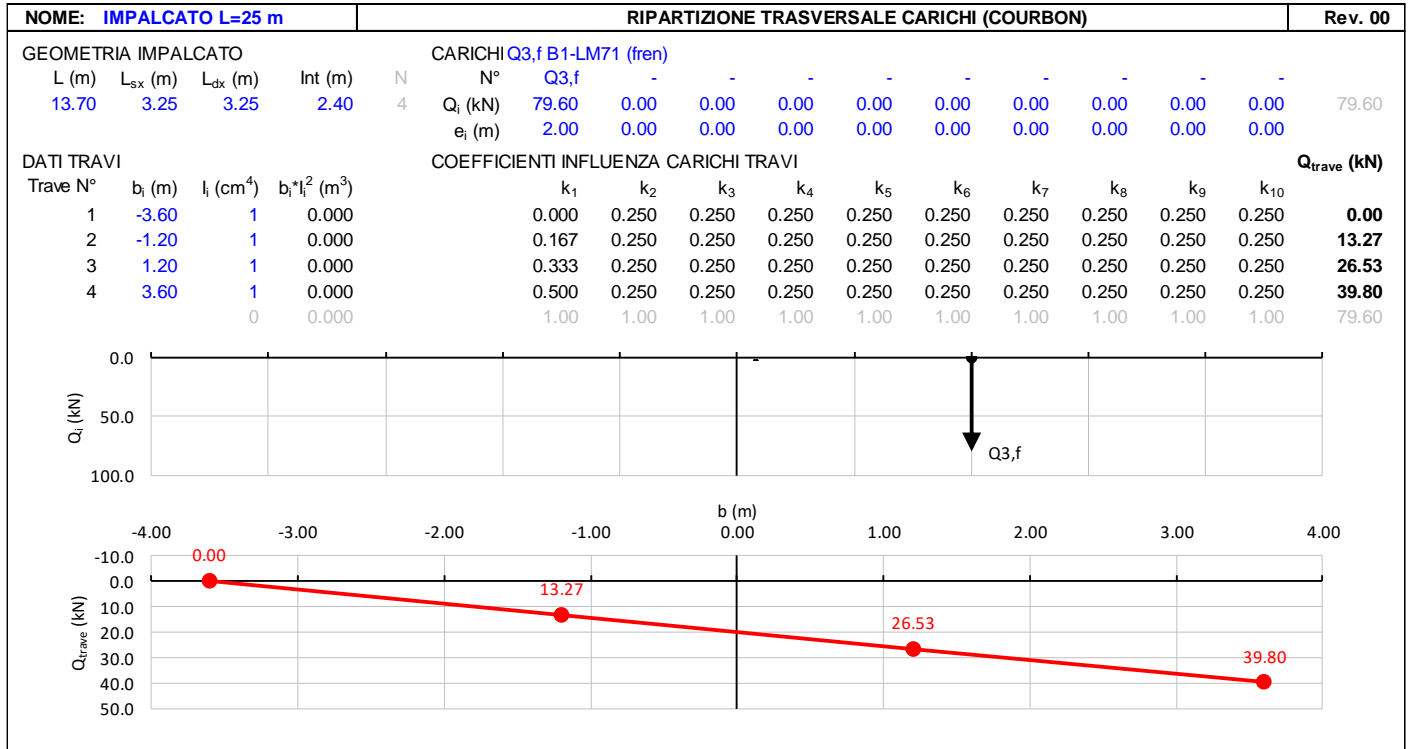
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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



**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	52



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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	53

7.6 AZIONE DEL VENTO (Q₆)

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

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

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

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

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

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

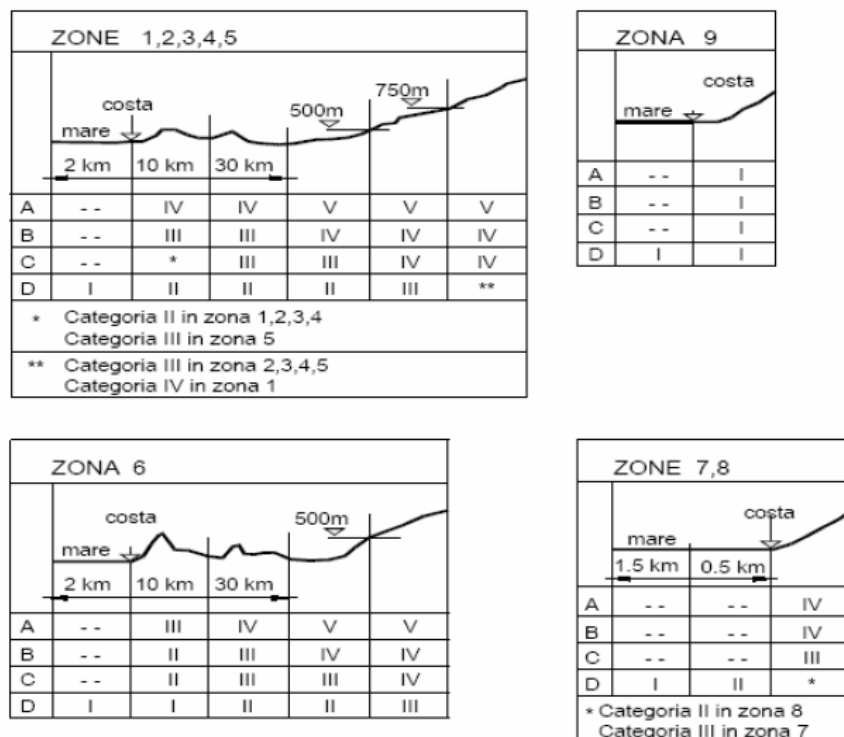


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	54

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

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

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

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

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

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

Tabella 12 - Classi di rugosità del terreno

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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



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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	56

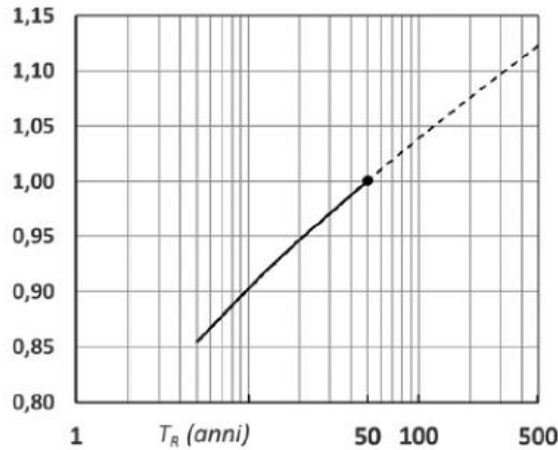


Figura C3.3.1 – Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R (asse in scala logaritmica),

Figura 16 - Diagramma del coefficiente di ritorno α_R in funzione del periodo di ritorno T_R

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					

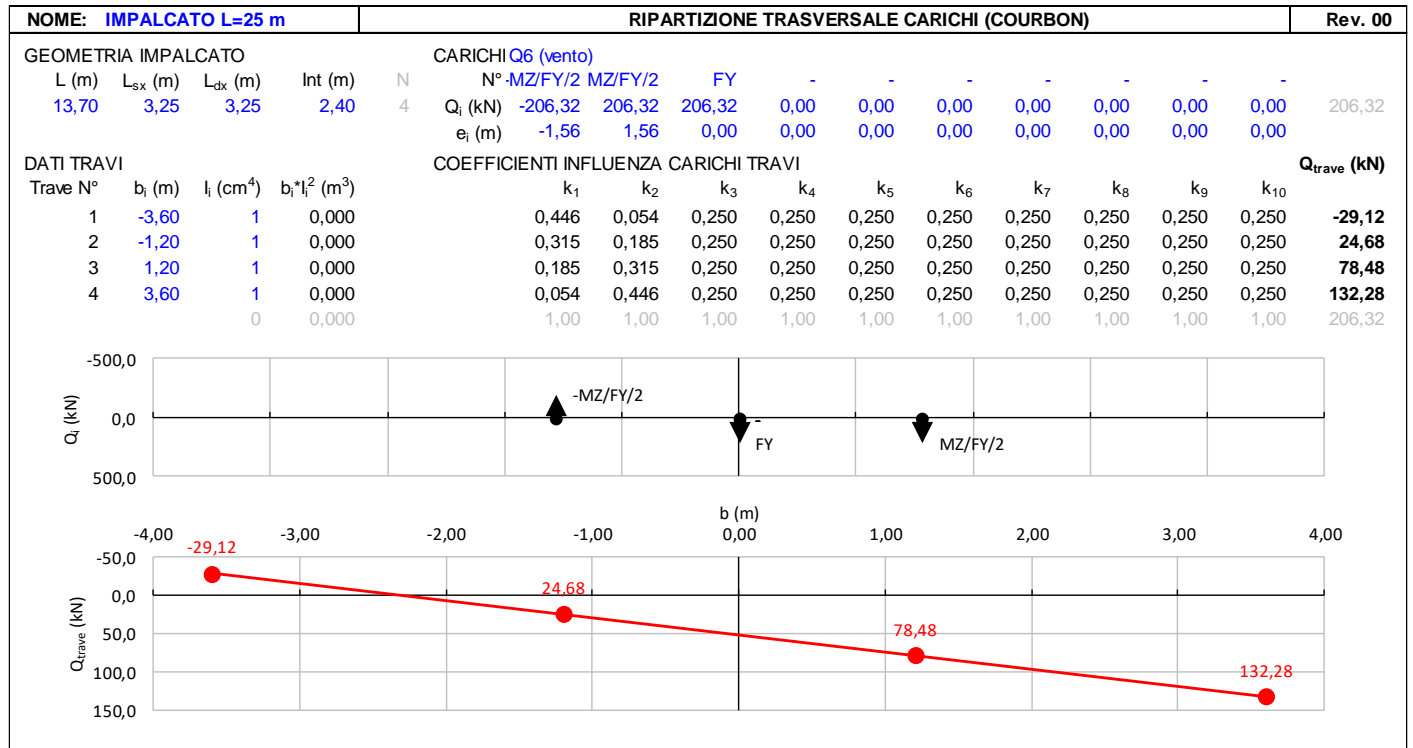
$$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$$

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

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	57



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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	58

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	59

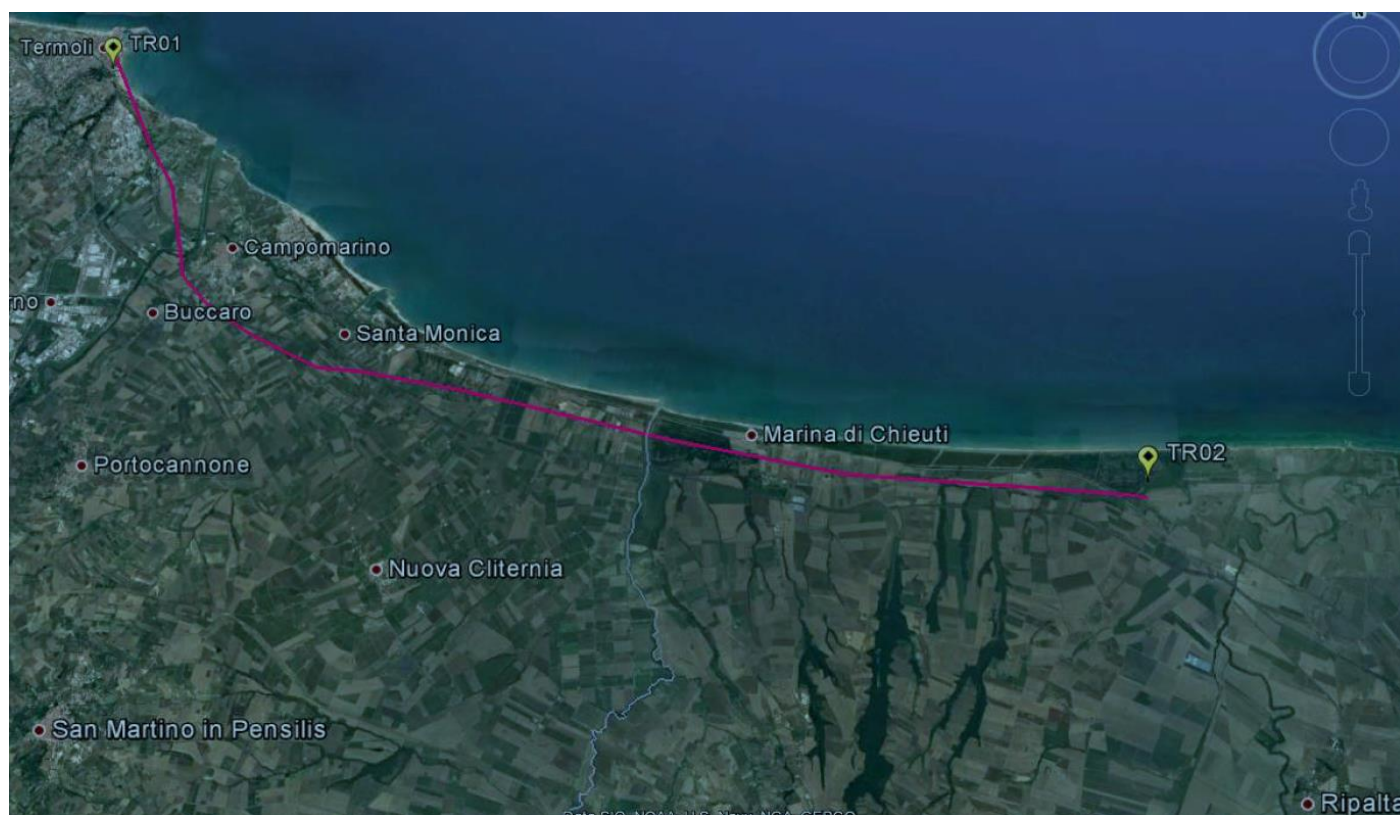


Figura 17- Configurazione planimetrica tracciato

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	60

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	61

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	62

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	63

$$q = q_0 \cdot K_R$$

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 delle fondazioni, per le strutture progettate sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la forza assiale negli elementi strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni di cui al §3.2.4 deve essere associata al concomitante valore resistente del momento flettente e del taglio; si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un $\gamma_{Rd}=1.10$ in CD“B” e $\gamma_{Rd}=1.30$ in CD“A”, e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura $q=1.00$.

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:

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

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	64

$$\alpha = L/H$$

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

H dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica

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

$$v_k < 0.30$$

$q_0 =$ valori di Tab. 7.3.II

$$0.30 < v_k < 0.60$$

$$q_0(v_k) = q_0(v_k=0.3) - (v_k / 0.3 - 1) * (q_0(v_k=0.3) - 1)$$

$$v_k = N_{Ed} / (A_c * f_{ck}) < 0.30$$

sollecitazione di compressione normalizzata

N_{Ed}

sforzo di progetto

$A_c * f_{ck}$

resistenza a compressione semplice della sezione

Tabella 7.9.I – Valori di q_0 .

Tipi di elementi duttili	q_0	
	CD" B "	CD" A "
Pile in cemento armato		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5 λ
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,1 λ
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,0
Pile con controventi concentrici	1,5	2,5
Pile con controventi eccentrici	-	3,5
Spalle rigidamente connesse con l'impalcato		
In generale	1,5	1,5
Strutture che si muovono col terreno ⁷	1,0	1,0
Archi	1,2	2,0

Tabella 19 – Fattori di struttura per Ponti secondo NTC2008

In accordo al §7.9.2 delle NTC 2008 e al MdP ITF, 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 S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	65

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,195 g
F_0	2,532
T_C	0,375 s
S_S	1,404
C_C	1,451
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

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

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo 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 20 - 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 S2

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

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

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

F_v	1,509
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,116
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 21 - 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 S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	67

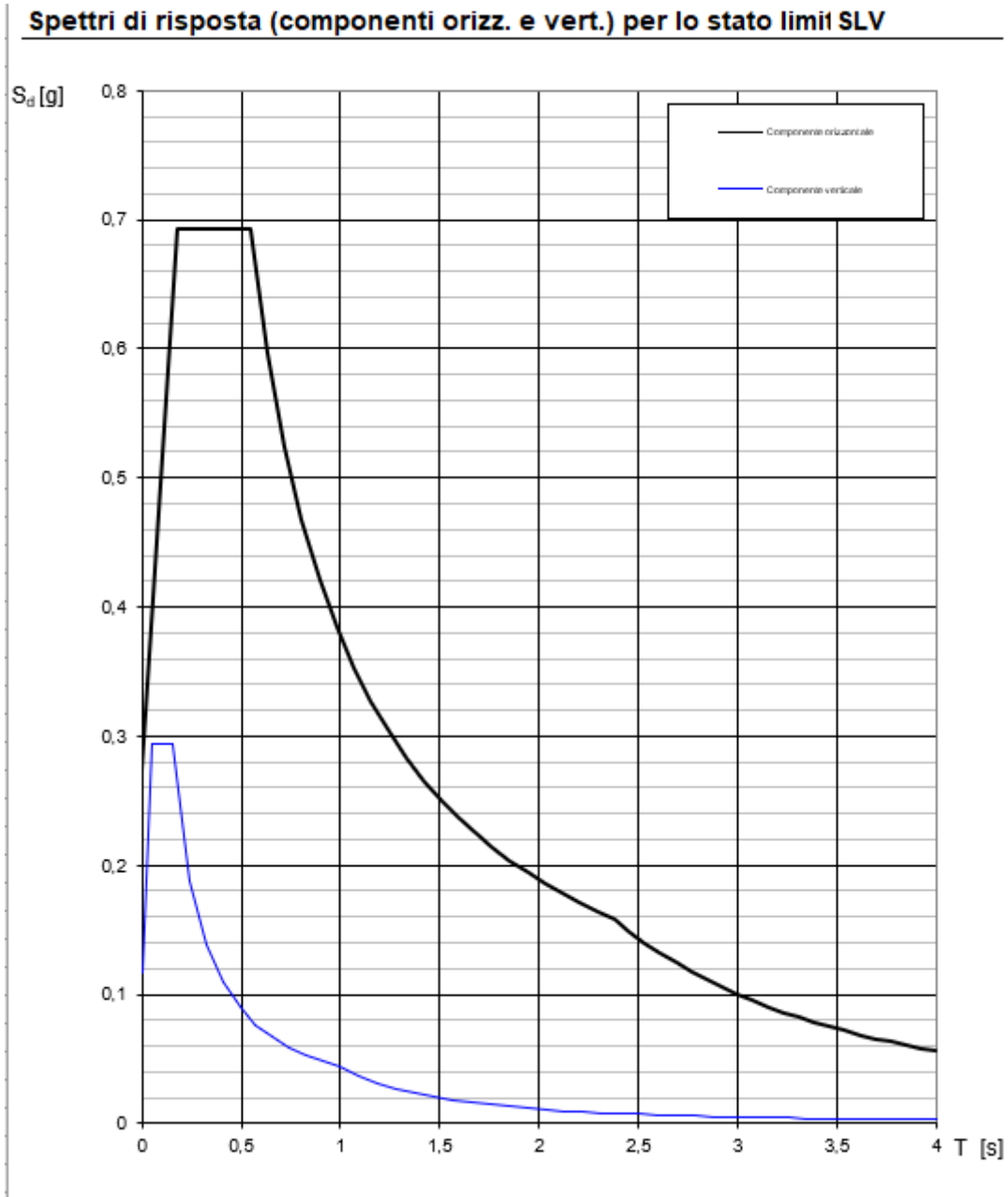


Figura 18 – Spettri di risposta elastici (componente orizzontale e verticale)

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	68

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

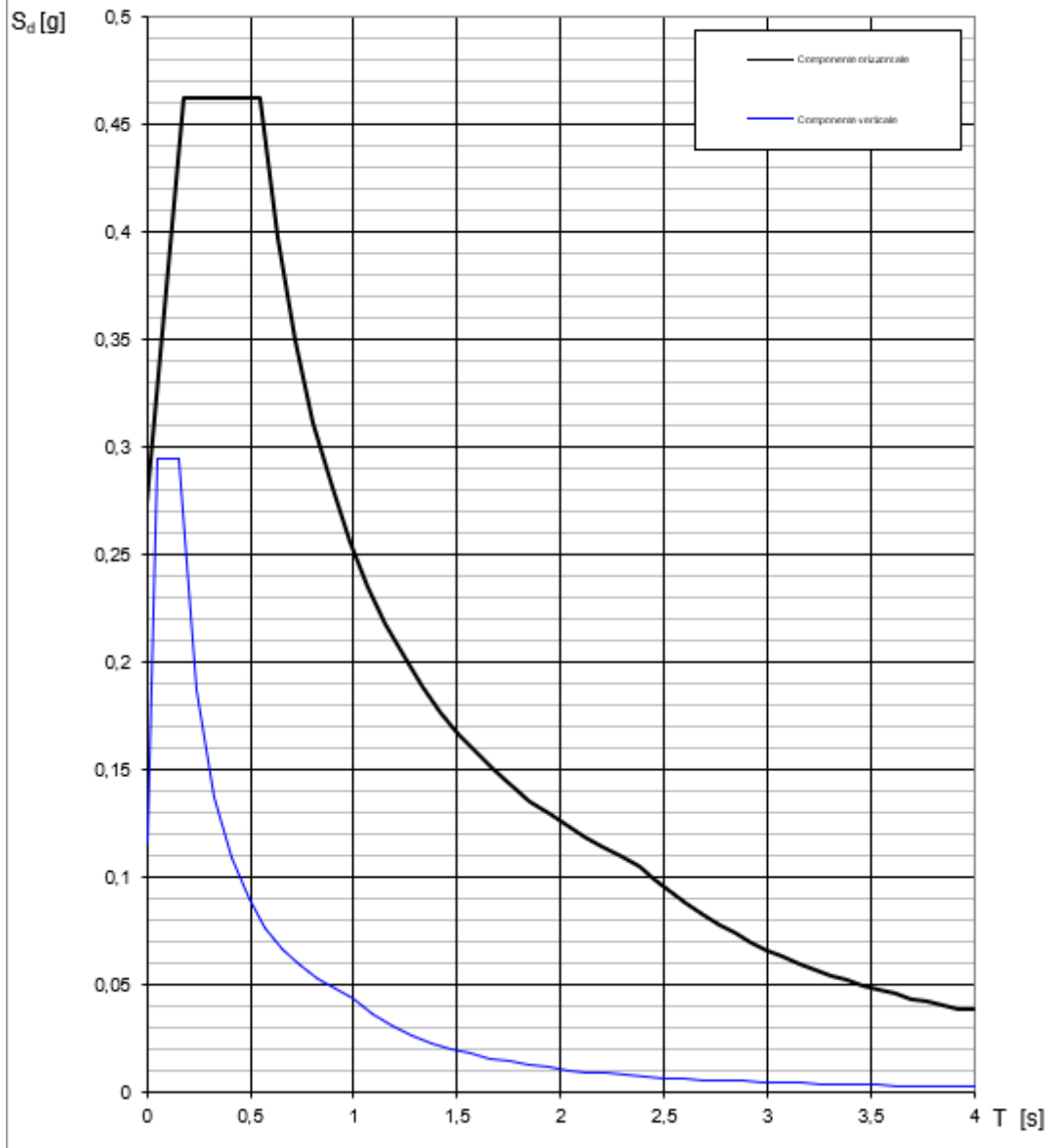


Figura 19 - Spettri di risposta di progetto (componente orizzontale e verticale)

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	69

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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	70

- G_1 masse dei pesi propri strutturali
 G_2 masse dei carichi permanenti non strutturali (permanenti, terreno)
 Q_{kj} masse dei carichi accidentali
 $\Psi_{2j} = 0.2$ se ponti ferroviari (§5.2.2.8) o ponti stradali alto traffico (§5.1.3.12)

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.

Secondo quanto esposto nelle RdC delle fondazioni, in condizione sismica si sono valutati i seguenti spostamenti alla base:

$$V_{a, \text{fond}} = 20 \text{ mm}$$

$$\varphi_{\text{fond}} = 0.2 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Considerando un'altezza complessiva della spalla pari a $H_{\text{tot}} = H_{\text{fond}} + H_{\text{elev}} + H_{\text{parag}} = 10.1 \text{ m}$, restano individuati i seguenti spostamenti in testa:

$$V_{a,01} = V_{a, \text{fond}} = 20 \text{ mm}$$

$$V_{a,02} = H_{\text{tot}} \cdot \tan(\varphi_{\text{fond}}) = 2.02 \text{ mm}$$

$$V_{a, \text{tot}} = V_{a,01} + V_{a,02} = 22.02 \text{ mm}$$

Si evince come il diagramma di spostamento sia approssimabile a quello rettangolare indicato al punto b) della tabella C.1 dell'EC7 in Figura 5.

Considerando che il rapporto tra $v_{a, \text{tot}}/H_{\text{tot}} = 0.198\%$, in condizione di terreno denso, è maggiore dei valori minimi offerti da EC7, si afferma che la spinta attiva efficace del terreno è completamente mobilitata.

Sulla base di queste considerazioni ne deriva che la massa di terreno spingente sul corpo spalla imprime un regime di spostamento durante l'evento sismico tale da mobilitare le condizioni di spinta attiva, da cui l'applicabilità del metodo di Mononobe-Okabe.

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

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

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

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	71

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 $\gamma^* = \gamma_{sat}$
$\Theta = \arctan(k_h / (1 \pm k_v)) * (\gamma_{sat} / (\gamma_{sat} - \gamma_w))$	terreni sotto falda $\gamma^* = \gamma'$
G2	sovraccarico permanente

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:

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

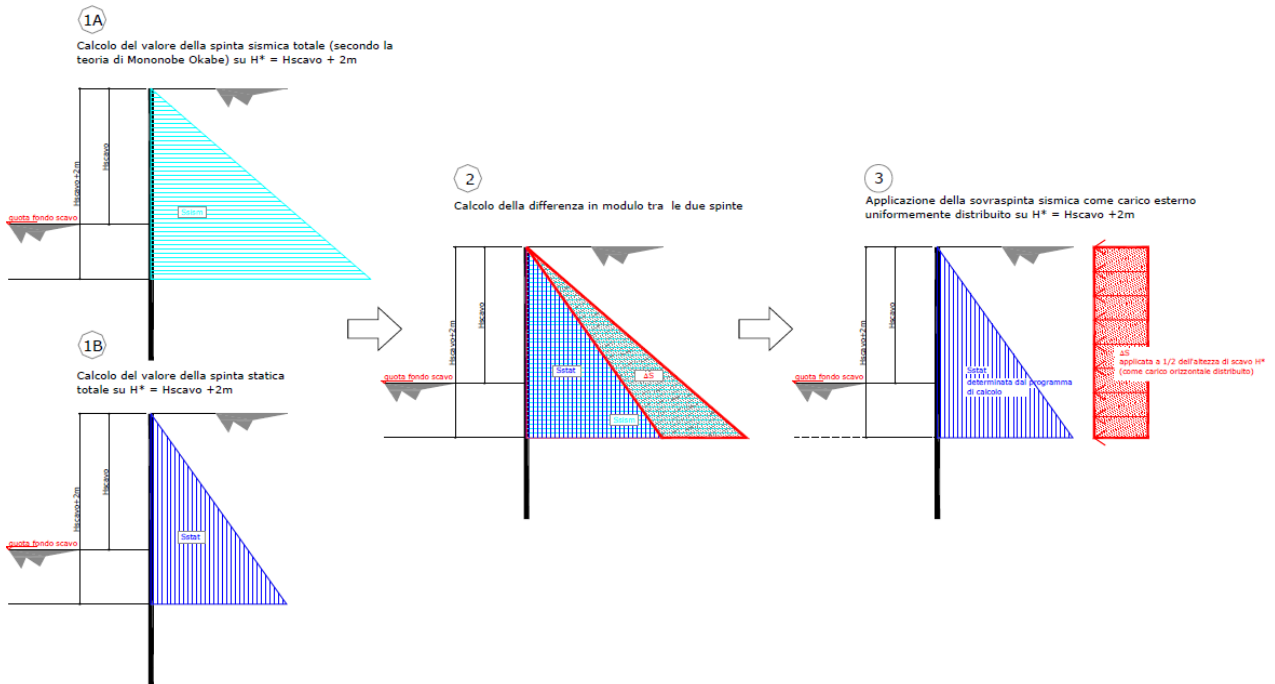


Figura 20 - Schema di calcolo sovraspinte dinamiche terreno

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 S2	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 04 04			PROGR 002

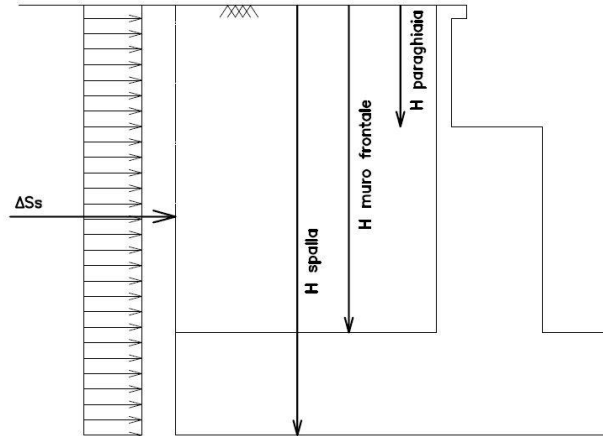


Figura 21: Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

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 & 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	73

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 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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	74

7.10 SCARICHI AGLI APPOGGI

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

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

IMPALCATO CAP L=25m	Lato Appoggi Fissi											
	Appoggio 1 (M)			Appoggio 2 (F)			Appoggio 3 (F)			Appoggio 4 (M)		
	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	Vert. [kN]
Perm. strutturali												
G1 (peso proprio)	0	0	1075	0	0	475	0	0	475	0	0	1075
Ballast												
G2,1 (ballast)	0	0	325	0	0	500	0	0	500	0	0	325
Perm. non strutturali												
G2,2 (velette)	0	0	225	0	0	-138	0	0	-138	0	0	225
G2,3 (arredi)	0	0	425	0	0	-225	0	0	-225	0	0	425
G2,4 (barriere)	0	0	575	0	0	-325	0	0	-325	0	0	575
Q8 Fa,G (attrito)	79	0	0	9	0	0	9	0	0	79	0	0
Accidentali da traffico												
Q1 LM71_B1 (traffico)	0	0	-15	0	0	253	0	0	520	0	0	788
Q1 LM71_B2 (traffico)	0	0	788	0	0	520	0	0	253	0	0	-15
Q1 SW2_B1 (traffico)	0	0	0	0	0	283	0	0	565	0	0	848
Q3,a B1-SW2 (avv)	0	0	0	-275	0	-20	1100	0	-40	0	0	-60
Q3,a B1-LM71 (avv)	0	0	0	-303	0	-22	1210	0	-44	0	0	-66
Q3,a B2-LM71 (avv)	0	0	-66	1210	0	-44	-303	0	-22	0	0	0
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	0	0	-292	0	-21	1167	0	-42	0	0	-63
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	0	0	-183	0	-13	733	0	-27	0	0	-40
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	0	-40	733	0	-27	-183	0	-13	0	0	0
Q4 B1-SW2 (centr)	0	0	-11	0	13	-4	0	13	4	0	0	11
Q4 B1-LM71 (centr)	0	0	-28	0	34	-9	0	34	9	0	0	28
Q4 B2-LM71 (centr)	0	0	-28	0	34	-9	0	34	9	0	0	28
Q5 B1-SW2 (serp)	0	0	-41	0	50	-14	0	50	14	0	0	41
Q5 B1-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q5 B2-LM71 (serp)	0	0	-45	0	55	-15	0	55	15	0	0	45
Q8 Fa,Q (attrito)	24	0	0	16	0	0	17	0	0	25	0	0
Effetti ambientali												
Q6 (vento)	0	0	-29	0	117	25	0	117	78	0	0	132

Tabella 22 – Scarichi caratteristici agli appoggi della spalla fissa

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	75

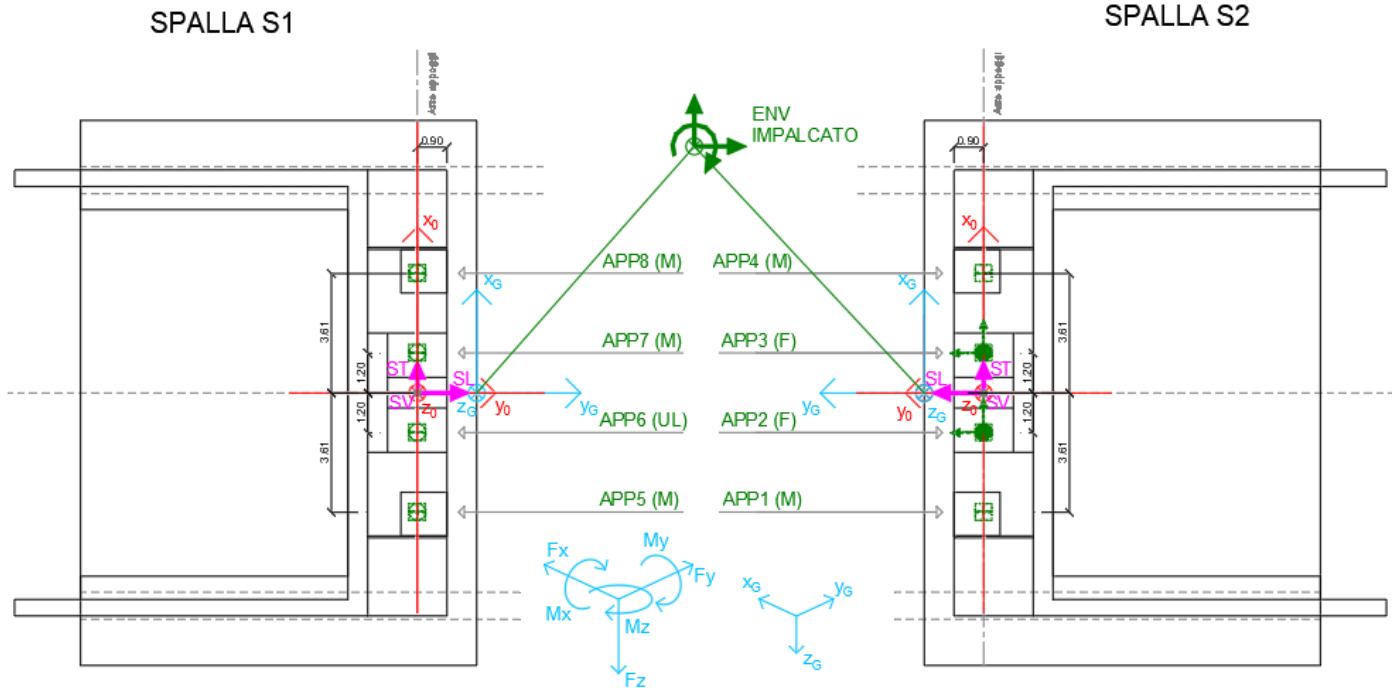


Figura 22- - Schema dei vincoli a terra impalcato

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	76

8. COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
Gruppi di carico	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽²⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽²⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

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

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

Tabella 23 – Combinazioni di carico

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	77

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	78

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 24 – 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	79

9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

9.1 ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

9.1.1 Stati Limite Ultimi strutturali (SLU STR)

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

$$E_d \leq R_d$$

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

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

$Y_F \cdot F_k$ Azioni di progetto

X_k / Y_M Proprietà del materiale di progetto

a_d Geometria di progetto

Y_M Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

9.1.1.9 Verifica a presso/tenso flessione

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

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

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

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

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

9.1.1.10 Verifica a taglio

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

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

Elementi senza armature resistenti a taglio

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

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

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

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

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

d Altezza utile della sezione (mm)

b_w Larghezza minima della sezione (mm)

Elementi provvisti di armature resistenti a taglio

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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	80

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

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)

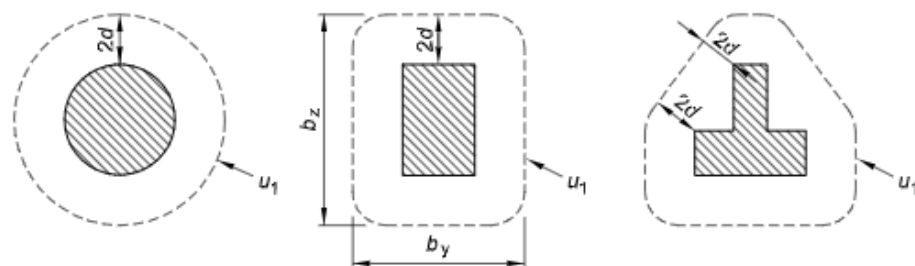
V_{Ed} azione sollecitante di progetto

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 S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	81

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

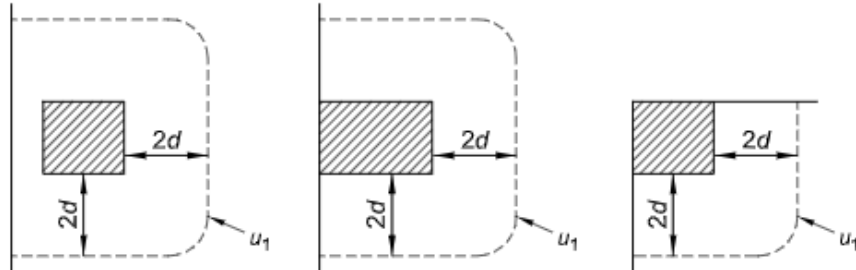


Figura 24 - Schemi aree di carico per diverse geometrie

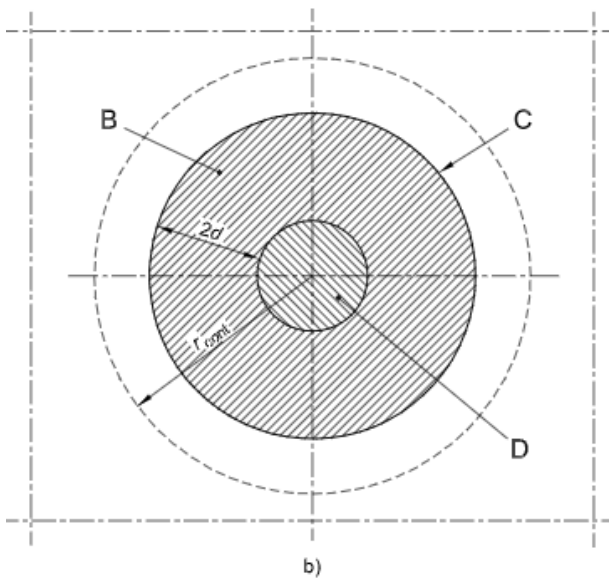
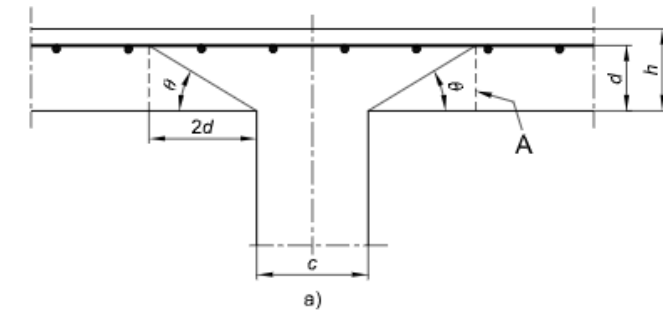


figura 6.12 Modello di verifica a punzonamento allo stato limite ultimo

Legenda

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

Figura 25 – Modello di verifica a punzonamento SLU

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

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	82

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

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

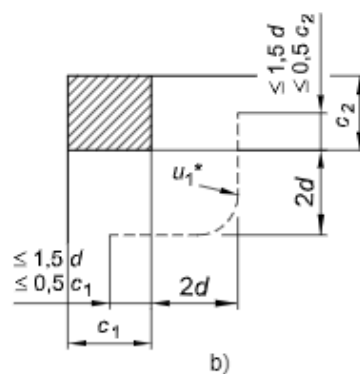
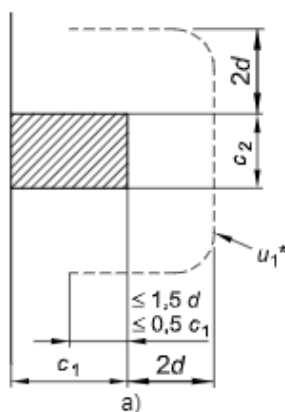


figura 6.20 Perimetro di verifica equivalente u_1 .
 Legenda
 a) Pilastro di bordo
 b) Pilastro di angolo

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	83

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

9.1.2.9 Limiti tensionali in esercizio

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

$$E_d \leq C_d$$

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

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

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

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

9.1.2.10 Verifiche agli Stati Limite di Fessurazione

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

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

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Tabella 25 - Condizioni ambientali e classi di esposizione secondo NTC 2008

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	84

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 26 - Stati limite di fessurazione secondo NTC 2008

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

- Valutazione della distanza media tra le fessure (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 27 – 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	85

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 28 – 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 caricati 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	86

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 S2

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

11. ANALISI SPALLA FISSA S2

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.

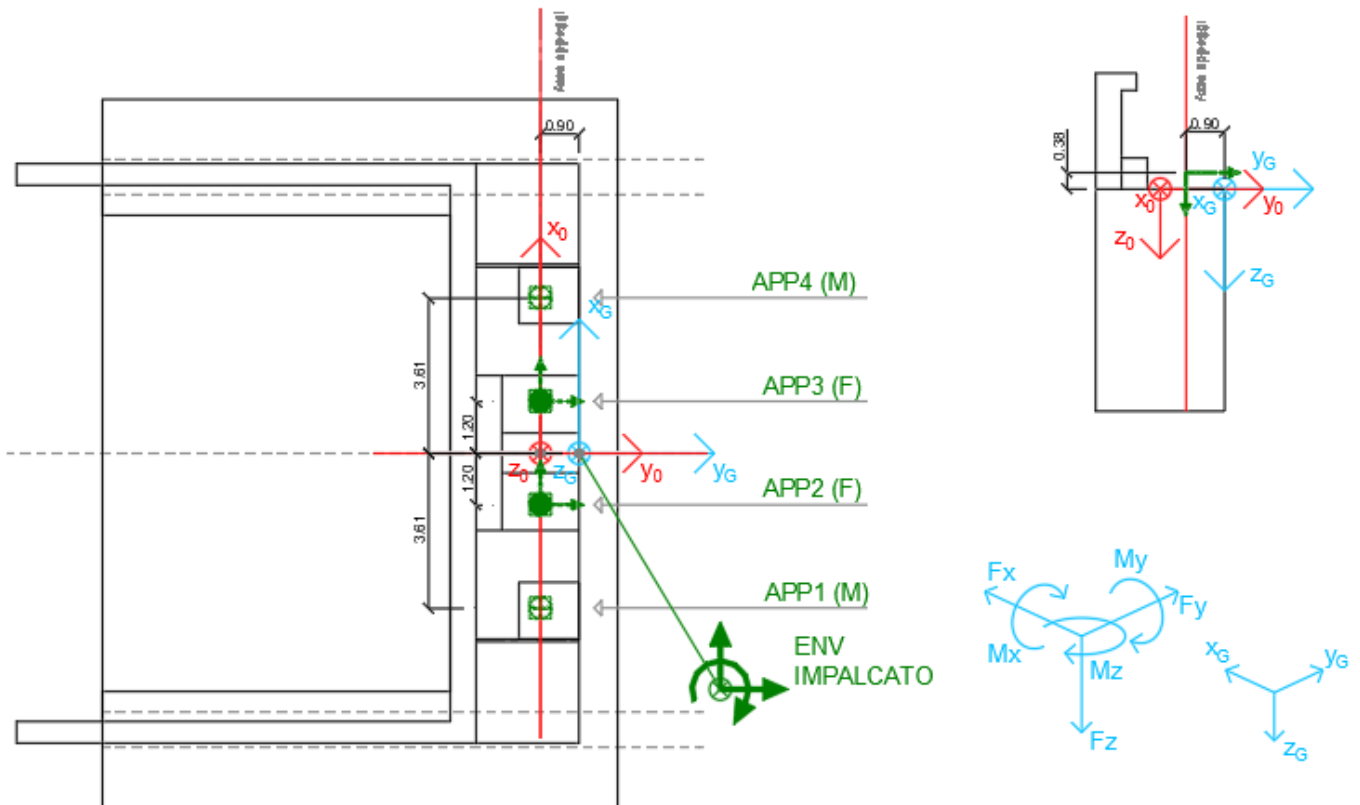


Figura 27 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

LINEA PESCARA – BARI

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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

NOME: SPALLA 2			CALCOLO AZIONI DA IMPALCATO												
LATO APOGGI FISSI (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	-275	-20	-1,21	0,00	-0,60	-165	-24	331	0	-275	-20	-147	-24	331
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	-303	-22	-1,21	0,00	-0,60	-182	-26	365	0	-303	-22	-162	-26	365
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	1210	-44	-1,21	0,00	-0,60	726	-53	-1458	0	1210	-44	765	-53	-1458
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	-292	-21	-1,21	0,00	-0,60	-175	-25	351	0	-292	-21	-156	-25	351
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	-183	-13	-1,21	0,00	-0,60	-110	-16	221	0	-183	-13	-98	-16	221
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	733	-27	-1,21	0,00	-0,60	440	-32	-884	0	733	-27	464	-32	-884
Q4 B1-SW2 (centr)	13	0	-4	-1,21	0,00	-0,60	0	-12	0	13	0	-4	3	-12	12
Q4 B1-LM71 (centr)	34	0	-9	-1,21	0,00	-0,60	0	-31	0	34	0	-9	8	-31	30
Q4 B2-LM71 (centr)	34	0	-9	-1,21	0,00	-0,60	0	-31	0	34	0	-9	8	-31	30
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	-14	-1,21	0,00	-0,60	0	-47	0	50	0	-14	12	-47	45
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	-15	14	-51	50
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	-15	-1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	-15	14	-51	50
Q6 (vento)	117	0	25	-1,21	0,00	-0,60	0	-40	0	117	0	25	-22	-40	105
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	1100	-40	1,21	0,00	-0,60	660	48	1326	0	1100	-40	696	48	1326
Q3,a B1-LM71 (aw)	0	1210	-44	1,21	0,00	-0,60	726	53	1458	0	1210	-44	765	53	1458
Q3,a B2-LM71 (aw)	0	-303	-22	1,21	0,00	-0,60	-182	26	-365	0	-303	-22	-162	26	-365
Q3,f B1-SW2 (fren)	0	1167	-42	1,21	0,00	-0,60	700	51	1406	0	1167	-42	738	51	1406
Q3,f B1-LM71 (fren)	0	733	-27	1,21	0,00	-0,60	440	32	884	0	733	-27	464	32	884
Q3,f B2-LM71 (fren)	0	-183	-13	1,21	0,00	-0,60	-110	16	-221	0	-183	-13	-98	16	-221
Q4 B1-SW2 (centr)	13	0	4	1,21	0,00	-0,60	0	-12	0	13	0	4	-3	-12	12
Q4 B1-LM71 (centr)	34	0	9	1,21	0,00	-0,60	0	-31	0	34	0	9	-8	-31	30
Q4 B2-LM71 (centr)	34	0	9	1,21	0,00	-0,60	0	-31	0	34	0	9	-8	-31	30
Q5 B1-SW2 (serp)	50	0	14	1,21	0,00	-0,60	0	-47	0	50	0	14	-12	-47	45
Q5 B1-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	15	-14	-51	50
Q5 B2-LM71 (serp)	55	0	15	1,21	0,00	-0,60	0	-51	0	55	0	15	-14	-51	50
Q6 (vento)	117	0	78	1,21	0,00	-0,60	0	-165	0	117	0	78	-71	-165	105
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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	89

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 29 - 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 _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	3101	-2791	0	0	0	0	0	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	0	1650	-1485	0	0	0	0	0	0	0	0
Gk2v	G2,2 (arredi vari)	0	0	1075	-968	0	0	0	0	0	0	0	0
Qk3a Avviamento	Traffico 1	0	908	-131	663	264	1823	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	825	-119	602	240	1657	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	825	-119	602	240	1657	0	0	0	0	0	0
Qk3f Frenatura	Traffico 1	0	550	-80	402	-160	-1105	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	550	-80	402	-160	-1105	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	875	-127	639	254	1757	0	0	0	0	0	0
Qk4 Centrifuga	Traffico 1	134	0	0	0	-525	121	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	94	0	0	0	-367	84	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	27	0	0	0	-104	24	0	0	0	0	0	0
Qk5 Serpeggio	Traffico 1	220	0	0	0	-861	198	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	210	0	0	0	-822	189	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	100	0	0	0	-391	90	0	0	0	0	0	0
Qk6 vento	Q6 (vento)	234	0	206	-186	-789	211	0	0	0	0	0	0
Qk1 Treno	Traffico 1	0	0	3092	-2783	0	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 2	0	0	3241	-2917	-176	0	0	0	0	0	0	0
	Traffico 3	0	0	1695	-1526	-3404	0	0	0	0	0	0	0
Qk2g attrito	Q8 Fa,G (attrito)	0	175	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0
Qk2q attrito	Q8 Fa,Q (attrito)	0	82	0	49	0	8	0	0	0	0	0	0

Tabella 30 - Risultanti azioni elementari al centro dell'elevazione G (quota estradosso muro frontale)

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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

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 31 – Combinazioni di carico adottate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	91

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	SLU3	12853	651	-2631	1351	-10757	998
N _{vert} Min	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
V _{trasv} Max	SLU7	10342	724	-2645	1411	-8461	1184
V _{trasv} Min	SLU16	5517	-351	1184	-175	-5070	-316
M _{long} Max	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
M _{long} Min	SLU5	10578	394	-6007	1587	-8568	2842
V _{long} Max	SLU12	8113	303	-5289	2819	-5610	5234
V _{long} Min	SLU18	5826	0	0	-234	-5384	-6
M _{trasv} Max	SLU15	5517	-351	1184	175	-4860	-316
M _{trasv} Min	SLU3	12853	651	-2631	1351	-10757	998
M _{torc} Max	SLU12	8113	303	-5289	2819	-5610	5234
M _{torc} Min	SLU16	5517	-351	1184	-175	-5070	-316

Tabella 32 – 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	RA3	9031	444	-1774	1356	-7314	850
N _{vert} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
V _{trasv} Max	RA1	8873	495	-1777	1422	-7132	1028
V _{trasv} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{long} Max	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{long} Min	RA11	7448	267	-3978	1144	-6017	2968
V _{long} Max	RA6	7399	242	-3780	1916	-5510	3636
V _{long} Min	RA14	5620	-234	789	-175	-5163	-211
M _{trasv} Max	RA15	5826	0	0	256	-5090	8
M _{trasv} Min	RA9	9031	444	-1774	844	-7622	834
M _{torc} Max	RA6	7399	242	-3780	1916	-5510	3636
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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	92

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 33 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	93

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.

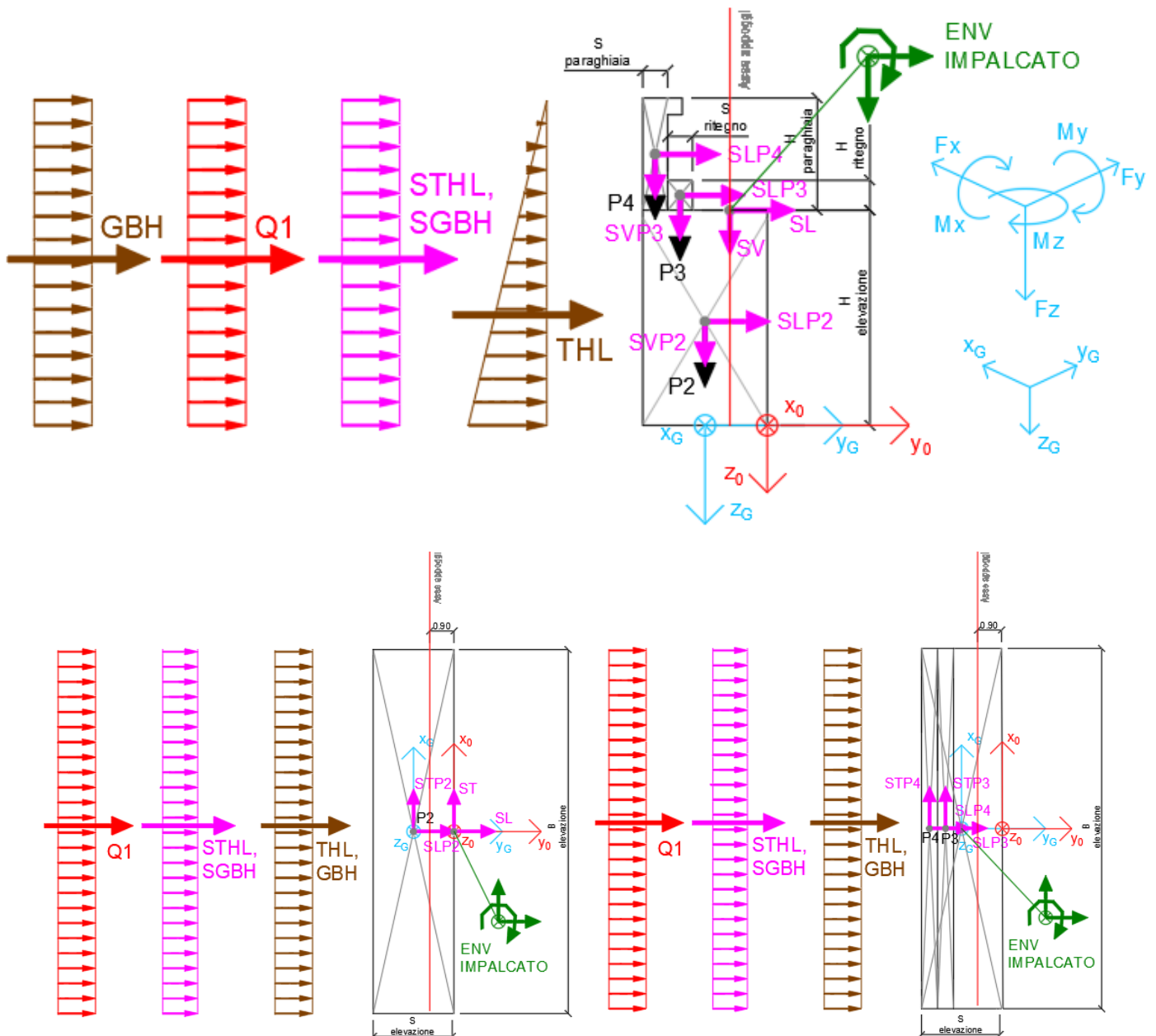


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	94

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 2				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 2				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	1247	0	0,00	-1,50	-2,25	2807	0	0							
	SLP3	0	51	0	0,00	-2,10	-4,96	253	0	0							
	SLP4	0	172	0	0,00	-2,70	-6,05	1040	0	0							
		0	1470	0				4099	0	0	0	1470	0	0	4099	0	0
Sisma trasv	STP2	1247	0	0	0,00	-1,50	-2,25	0	-2807	1871							
	STP3	51	0	0	0,00	-2,10	-4,96	0	-253	107							
	STP4	172	0	0	0,00	-2,70	-6,05	0	-1040	464							
		1470	0	0				0	-4099	2442	1470	0	0	0	-4099	237	
Sisma vert	SVP2	0	0	624	0,00	-1,50	-2,25	-936	0	0							
	SVP3	0	0	26	0,00	-2,10	-4,96	-54	0	0							
	SVP4	0	0	86	0,00	-2,70	-6,05	-232	0	0							
		0	0	735				-1221	0	0	0	0	0	735	-118	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	197	0	0,00	-3,00	-3,80	750	0	0							
		0	197	0				750	0	0	0	197	0	750	0	0	
Sisma terreno long	STHL	0	1544	0	0,00	-3,00	-3,80	5866	0	0							
		0	1544	0				5866	0	0	0	1544	0	5866	0	0	
Sisma impalcato long	SL	0	2482	0	0,00	0,00	-4,50	11170	0	0							
		0	2482	0				11170	0	0	0	2482	0	11170	0	0	
Sisma impalcato trasv	ST	2482	0	0	0,00	0,00	-4,50	0	-11170	0							
		2482	0	0				0	-11170	0	2482	0	0	0	-11170	-3723	
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1241	0,00	0,00	-4,50	0	0	0							
		0	0	1241				0	0	0	0	0	1241	1862	0	0	

Tabella 34 – 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 S2**

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

NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2				PARAMETRI DI CALCOLO ELEVAZIONE												
H paraghiaia (m)	3,10	H elevazione (m)	4,50	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 2				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	4556	0,00	-1,50	-2,25	-6834	0	0	0	0	5370	-865	0	0
	P3	0	0	186	0,00	-2,10	-4,96	-391	0	0	0	0	0	0	0	0
	P4	0	0	628	0,00	-2,70	-6,05	-1695	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	5370				-8921	0	0	0	0	5370	-865	0	0
Ballast	GBH	0	383	0	0,00	-3,00	-3,80	1456	0	0	0	0	1456	0	0	0
		0	383	0				1456	0	0	0	383	0	1456	0	0
Spinta terreno	THL	0	2997	0	0,00	-3,00	-2,53	7592	0	0	0	0	7592	0	0	0
		0	2997	0				7592	0	0	0	2997	0	7592	0	0
Sovaccarico long	Q1	0	913	0	0,00	-3,00	-3,80	3469	0	0	0	0	913	0	3469	0
		0	913	0				3469	0	0	0	913	0	3469	0	0
NOME: ELEVAZIONE SPALLA 2				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	651	1351	12853	0,00	0,00	-4,50	-10757	-2631	998	651	1351	12853	14603	-5562	21
	Nvert Min	-351	175	5517	0,00	0,00	-4,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4201	2764	211
	Vtrasv Max	724	1411	10342	0,00	0,00	-4,50	-8461	-2645	1184	724	1411	10342	13401	-5904	98
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	0,00	0,00	-4,50	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	2419	2764	211
	Mlong Max	-351	175	5517	0,00	0,00	-4,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4201	2764	211
	Mlong Min	651	1351	12853	0,00	0,00	-4,50	-10757	-2631	998	651	1351	12853	14603	-5562	21
	Vlong Max	303	2819	8113	0,00	0,00	-4,50	-5610	-5289	5234	303	2819	8113	19246	-6651	4781
	Vlong Min	0	-234	5826	0,00	0,00	-4,50	-5384	0	-6	0	-234	5826	2302	0	-6
	Mtrasv Max	-351	175	5517	0,00	0,00	-4,50	-4860	1184	-316	-351	175	5517	4201	2764	211
	Mtrasv Min	394	1587	10578	0,00	0,00	-4,50	-8568	-6007	2842	394	1587	10578	14439	-7782	2250
	Mtorc Max	303	2819	8113	0,00	0,00	-4,50	-5610	-5289	5234	303	2819	8113	19246	-6651	4781
	Mtorc Min	-351	-175	5517	0,00	0,00	-4,50	-5070	1184	-316	-351	-175	5517	2419	2764	211
ENV SLE RA	Nvert Max	444	1356	9031	0,00	0,00	-4,50	-7314	-1774	850	444	1356	9031	12337	-3773	183
	Nvert Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-4,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2480	1842	140
	Vtrasv Max	495	1422	8873	0,00	0,00	-4,50	-7132	-1777	1028	495	1422	8873	12578	-4003	286
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-4,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2480	1842	140
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	0,00	0,00	-4,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2480	1842	140
	Mtrasv Min	267	1144	7448	0,00	0,00	-4,50	-6017	-3978	2968	267	1144	7448	10305	-5180	2567
	Vlong Max	242	1916	7399	0,00	0,00	-4,50	-5510	-3780	3636	242	1916	7399	14209	-4868	3273
	Vlong Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-4,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2480	1842	140
	Mlong Max	0	256	5826	0,00	0,00	-4,50	-5090	0	8	0	256	5826	4803	0	8
	Mlong Min	444	844	9031	0,00	0,00	-4,50	-7622	-1774	834	444	844	9031	9721	-3773	167
	Mtorc Max	242	1916	7399	0,00	0,00	-4,50	-5510	-3780	3636	242	1916	7399	14209	-4868	3273
	Mtorc Min	-234	-175	5620	0,00	0,00	-4,50	-5163	789	-211	-234	-175	5620	2480	1842	140
ENV SLE QP	Nvert Max	0	175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5139	0	0	0	175	5826	4387	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2604	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5139	0	0	0	175	5826	4387	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2604	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5139	0	0	0	175	5826	4387	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2604	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5139	0	0	0	175	5826	4387	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2604	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5139	0	0	0	175	5826	4387	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2604	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5139	0	0	0	175	5826	4387	0	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	0,00	0,00	-4,50	-5348	0	0	0	-175	5826	2604	0	0

Tabella 35 – 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 S2**

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

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv}		V _{long}		N _{vert}		M _{long}		M _{trasv}		M _{torc}	
		F _x [kN]	F _y [kN]	F _x [kN]	F _y [kN]	F _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	M _x [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	0	0	5370	-865	0	0	0	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	383	0	0	0	1456	0	0	0	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	2997	0	0	0	7592	0	0	0	0	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	651	1351	12853	14603	12853	14603	-5562	21	14603	-5562	21	21
	Nvert Min	-351	175	5517	4201	5517	4201	2764	211	4201	2764	211	211
	Vtrasv Max	724	1411	10342	13401	10342	13401	-5904	98	13401	-5904	98	98
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	2419	5517	2419	2764	211	2419	2764	211	211
	Mtrasv Max	-351	175	5517	4201	5517	4201	2764	211	4201	2764	211	211
	Mtrasv Min	651	1351	12853	14603	12853	14603	-5562	21	14603	-5562	21	21
	Vlong Max	303	2819	8113	19246	8113	19246	-6651	4781	19246	-6651	4781	4781
	Vlong Min	0	-234	5826	2302	5826	2302	0	-6	2302	0	-6	-6
	Mlong Max	-351	175	5517	4201	5517	4201	2764	211	4201	2764	211	211
	Mlong Min	394	1587	10578	14439	10578	14439	-7782	2250	14439	-7782	2250	2250
	Mtorc Max	303	2819	8113	19246	8113	19246	-6651	4781	19246	-6651	4781	4781
	Mtorc Min	-351	-175	5517	2419	5517	2419	2764	211	2419	2764	211	211
SLE RA Impalcato	Nvert Max	444	1356	9031	12337	9031	12337	-3773	183	12337	-3773	183	183
	Nvert Min	-234	-175	5620	2480	5620	2480	1842	140	2480	1842	140	140
	Vtrasv Max	495	1422	8873	12578	8873	12578	-4003	286	12578	-4003	286	286
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	2480	5620	2480	1842	140	2480	1842	140	140
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	2480	5620	2480	1842	140	2480	1842	140	140
	Mtrasv Min	267	1144	7448	10305	7448	10305	-5180	2567	10305	-5180	2567	2567
	Vlong Max	242	1916	7399	14209	7399	14209	-4868	3273	14209	-4868	3273	3273
	Vlong Min	-234	-175	5620	2480	5620	2480	1842	140	2480	1842	140	140
	Mlong Max	0	256	5826	4803	5826	4803	0	8	4803	0	8	8
	Mlong Min	444	844	9031	9721	9031	9721	-3773	167	9721	-3773	167	167
	Mtorc Max	242	1916	7399	14209	7399	14209	-4868	3273	14209	-4868	3273	3273
	Mtorc Min	-234	-175	5620	2480	5620	2480	1842	140	2480	1842	140	140
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	5826	4387	5826	4387	0	0	4387	0	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	2604	5826	2604	0	0	2604	0	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	4387	5826	4387	0	0	4387	0	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	2604	5826	2604	0	0	2604	0	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	4387	5826	4387	0	0	4387	0	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	2604	5826	2604	0	0	2604	0	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	4387	5826	4387	0	0	4387	0	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	2604	5826	2604	0	0	2604	0	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	4387	5826	4387	0	0	4387	0	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	2604	5826	2604	0	0	2604	0	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	4387	5826	4387	0	0	4387	0	0	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	2604	5826	2604	0	0	2604	0	0	0

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	97

Qk1	Q (acc. Traffico)	0	913	0	3469	0	0
E Sisma	Sisma long	0	5694	0	21886	0	0
	Sisma trasv	3953	0	0	0	-15270	-3487
	Sisma vert	0	0	1976	1743	0	0

Tabella 36 – 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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	99

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	SLU6	20103	651	-5562	7745	32037	21
N _{vert} Min	SLU24	10887	-351	2764	4529	15632	211
V _{trasv} Max	SLU3	17592	724	-5904	7805	30836	98
V _{trasv} Min	SLU24	10887	-351	2764	4529	15632	211
M _{long} Max	SLU2	12767	-351	2764	6569	21636	211
M _{long} Min	SLU22	15948	394	-7782	6291	27652	2250
V _{long} Max	SLU7	15363	303	-6651	9213	36681	4781
V _{long} Min	SLU20	11196	0	0	4470	15515	-6
M _{trasv} Max	SLU7	15363	303	-6651	9213	36681	4781
M _{trasv} Min	SLU20	11196	0	0	4470	15515	-6
M _{torc} Max	SLU7	15363	303	-6651	9213	36681	4781
M _{torc} Min	SLU20	11196	0	0	4470	15515	-6
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	13173	3953	-15270	5263	20880	-3487
N _{vert} Min	SLV6	9220	3953	-15270	5263	17393	-3487
V _{trasv} Max	SLV5	13173	3953	-15270	5263	20880	-3487
V _{trasv} Min	SLV2	10603	1186	-4581	9249	33934	-1046
M _{long} Max	SLV1	11789	1186	-4581	9249	34980	-1046
M _{long} Min	SLV6	9220	3953	-15270	5263	17393	-3487
V _{long} Max	SLV1	11789	1186	-4581	9249	34980	-1046
V _{long} Min	SLV6	9220	3953	-15270	5263	17393	-3487
M _{trasv} Max	SLV1	11789	1186	-4581	9249	34980	-1046
M _{trasv} Min	SLV6	9220	3953	-15270	5263	17393	-3487
M _{torc} Max	SLV1	11789	1186	-4581	9249	34980	-1046
M _{torc} Min	SLV6	9220	3953	-15270	5263	17393	-3487

Tabella 38 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	100

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	14402	444	-3773	5649	23989	183
N _{vert} Min	RA12	10990	-234	1842	4118	14133	140
V _{trasv} Max	RA3	14243	495	-4003	5715	24230	286
V _{trasv} Min	RA12	10990	-234	1842	4118	14133	140
M _{long} Max	RA12	10990	-234	1842	4118	14133	140
M _{long} Min	RA6	12818	267	-5180	5437	21957	2567
V _{long} Max	RA7	12769	242	-4868	6209	25861	3273
V _{long} Min	RA12	10990	-234	1842	4118	14133	140
M _{trasv} Max	RA7	12769	242	-4868	6209	25861	3273
M _{trasv} Min	RA12	10990	-234	1842	4118	14133	140
M _{torc} Max	RA7	12769	242	-4868	6209	25861	3273
M _{torc} Min	RA9	11196	0	0	4549	16455	8
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	11196	0	0	3555	12570	0
N _{vert} Min	QP12	11196	0	0	3205	10788	0
V _{trasv} Max	QP1	11196	0	0	3555	12570	0
V _{trasv} Min	QP12	11196	0	0	3205	10788	0
M _{long} Max	QP1	11196	0	0	3555	12570	0
M _{long} Min	QP12	11196	0	0	3205	10788	0
V _{long} Max	QP1	11196	0	0	3555	12570	0
V _{long} Min	QP12	11196	0	0	3205	10788	0
M _{trasv} Max	QP1	11196	0	0	3555	12570	0
M _{trasv} Min	QP12	11196	0	0	3205	10788	0
M _{torc} Max	QP1	11196	0	0	3555	12570	0
M _{torc} Min	QP12	11196	0	0	3205	10788	0

Tabella 39 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

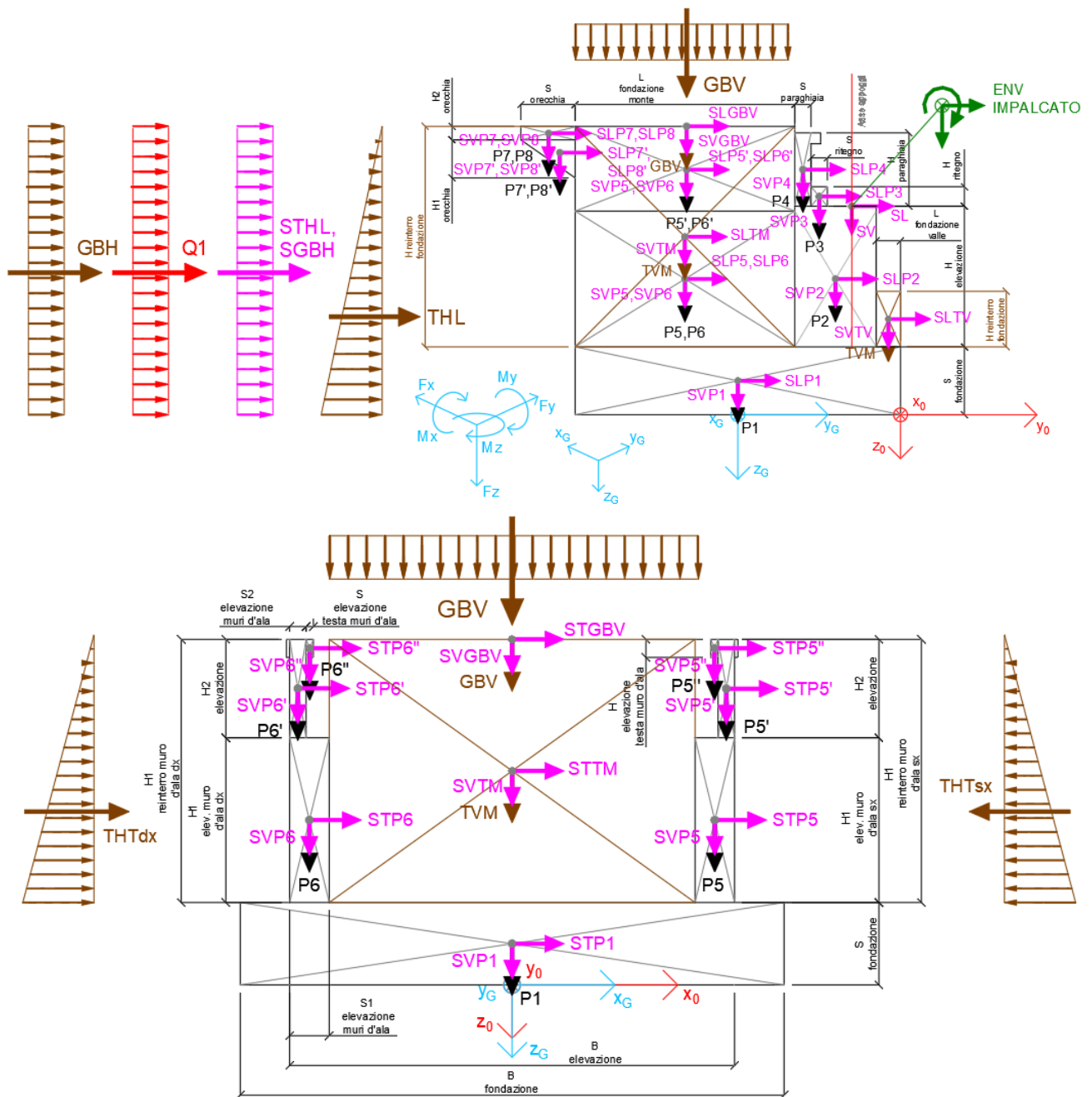
**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	101

11.3 SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

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 palificata a quota testa pali., e i rispettivi assi x, y, z come riportato nella figura seguente.



VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2

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

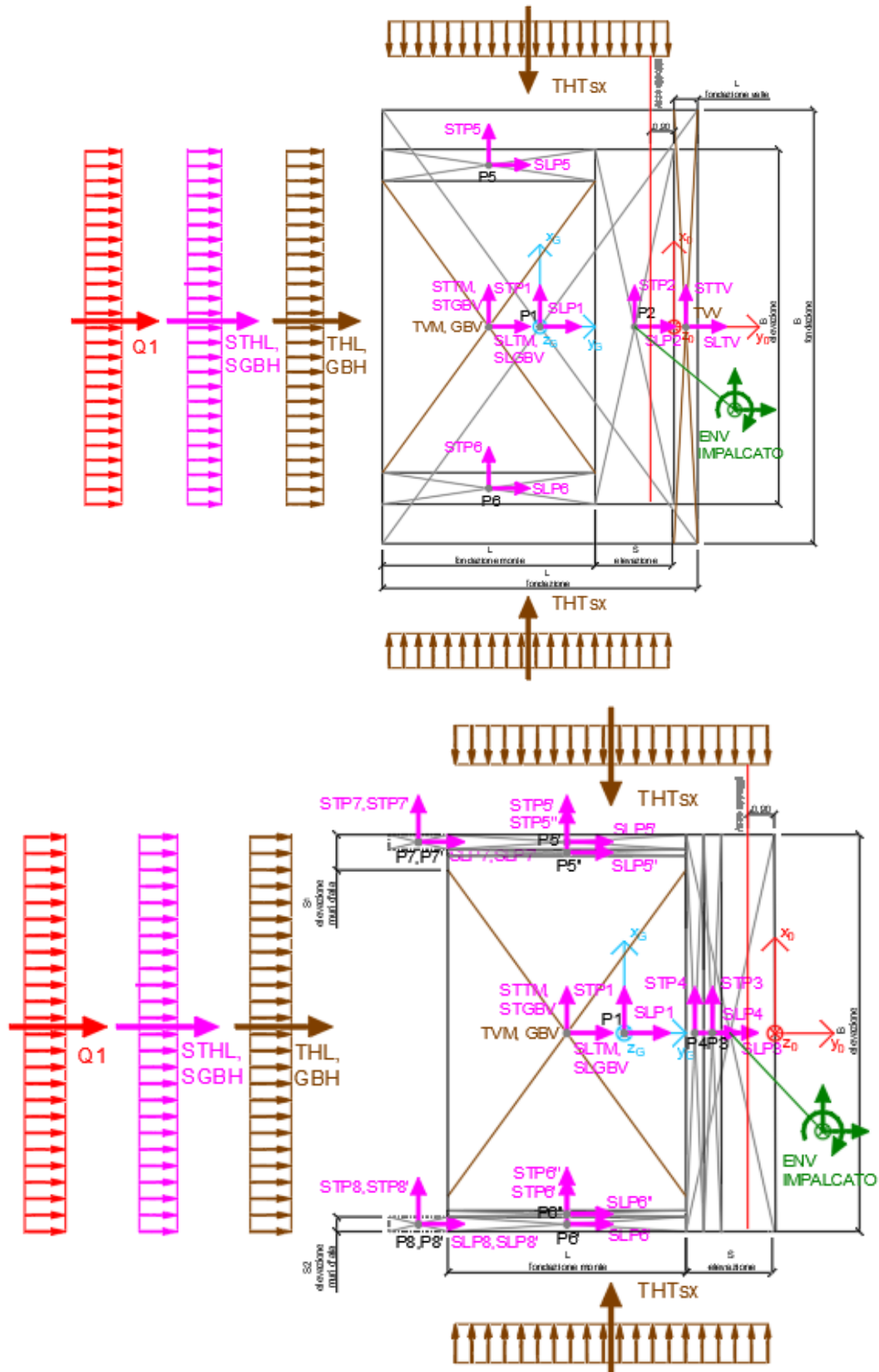


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	103

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 S2**

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

NOME: FONDAZIONE SPALLA 2		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 2		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	1247	0	0,00	-2,40	-4,75	5925	0	0						
	SLP3	0	51	0	0,00	-3,00	-7,46	380	0	0						
	SLP4	0	172	0	0,00	-3,60	-8,55	1469	0	0						
	SLP5	0	299	0	6,15	-7,95	-4,75	1422	0	1841						
	SLP5*	0	92	0	6,50	-7,95	-8,66	797	0	598						
	SLP5**	0	7	0	6,36	-7,95	-10,05	67	0	43						
	SLP6	0	299	0	-6,15	-7,95	-4,75	1422	0	-1841						
	SLP6*	0	92	0	-6,50	-7,95	-8,66	797	0	-598						
	SLP6**	0	7	0	-6,36	-7,95	-10,05	67	0	-43						
	SLP7	0	3	0	6,50	-13,00	-10,07	34	0	22						
	SLP7*	0	5	0	6,50	-12,67	-9,35	45	0	31						
	SLP8	0	3	0	-6,50	-13,00	-10,07	34	0	-22						
SLP8*	0	5	0	-6,50	-12,67	-9,35	45	0	-31							
		0	5671	0				16742	0	0	0	5671	0	16742	0	0
Sisma trasv	STP1	3388	0	0	0,00	-6,00	-1,25	0	-4235	20328						
	STP2	1247	0	0	0,00	-2,40	-4,75	0	-5925	2994						
	STP3	51	0	0	0,00	-3,00	-7,46	0	-380	153						
	STP4	172	0	0	0,00	-3,60	-8,55	0	-1469	619						
	STP5	299	0	0	6,15	-7,95	-4,75	0	-1422	2380						
	STP5*	92	0	0	6,50	-7,95	-8,66	0	-797	732						
	STP5**	7	0	0	6,36	-7,95	-10,05	0	-67	53						
	STP6	299	0	0	-6,15	-7,95	-4,75	0	-1422	2380						
	STP6*	92	0	0	-6,50	-7,95	-8,66	0	-797	732						
	STP6**	7	0	0	-6,36	-7,95	-10,05	0	-67	53						
	STP7	3	0	0	6,50	-13,00	-10,07	0	-34	44						
	STP7*	5	0	0	6,50	-12,67	-9,35	0	-45	61						
	STP8	3	0	0	-6,50	-13,00	-10,07	0	-34	44						
STP8*	5	0	0	-6,50	-12,67	-9,35	0	-45	61							
		5671	0	0				0	-16742	30634	5671	0	0	0	-16742	-3392
Sisma vert	SVP1	0	0	1694	0,00	-6,00	-1,25	-10164	0	0						
	SVP2	0	0	624	0,00	-2,40	-4,75	-1497	0	0						
	SVP3	0	0	26	0,00	-3,00	-7,46	-77	0	0						
	SVP4	0	0	86	0,00	-3,60	-8,55	-309	0	0						
	SVP5	0	0	150	6,15	-7,95	-4,75	-1190	-921	0						
	SVP5*	0	0	46	6,50	-7,95	-8,66	-366	-299	0						
	SVP5**	0	0	3	6,36	-7,95	-10,05	-27	-21	0						
	SVP6	0	0	150	-6,15	-7,95	-4,75	-1190	921	0						
	SVP6*	0	0	46	-6,50	-7,95	-8,66	-366	299	0						
	SVP6**	0	0	3	-6,36	-7,95	-10,05	-27	21	0						
	SVP7	0	0	2	6,50	-13,00	-10,07	-22	-11	0						
	SVP7*	0	0	2	6,50	-12,67	-9,35	-30	-16	0						
	SVP8	0	0	2	-6,50	-13,00	-10,07	-22	11	0						
SVP8*	0	0	2	-6,50	-12,67	-9,35	-30	16	0							
		0	0	2835				-15317	0	0	0	0	2835	1696	0	0
Sisma ballast long	SLGBV	0	291	0	0,00	-7,95	-10,32	3003	0	0						
	SGBH	0	262	0	0,00	-12,00	-5,05	1325	0	0						
		0	553	0				4327	0	0	0	553	0	4327	0	0
Sisma ballast trasv	STGBV	291	0	0	0,00	-7,95	-10,32	0	-3003	2313						
		291	0	0				0	-3003	2313	291	0	0	0	-3003	567
Sisma ballast vert	SVGBV	0	0	145	0,00	-7,95	-10,32	-1157	0	0						
		0	0	145				-1157	0	0	0	0	145	-284	0	0
Sisma terreno long	SLVM	0	3742	0	0,00	-7,95	-6,30	23572	0	0						
	SLVV	0	81	0	0,00	-0,45	-3,00	244	0	0						
	STHL	0	2727	0	0,00	-12,00	-3,37	9179	0	0						
		0	6549	0				32995	0	0	0	6549	0	32995	0	0
Sisma terreno trasv	STTM	3742	0	0	0,00	-7,95	-6,30	0	-23572	29745						
	STTV	81	0	0	0,00	-0,45	-3,00	0	-244	37						
		3823	0	0				0	-23816	29782	3823	0	0	0	-23816	6845
Sisma terreno vert	SVTM	0	0	1871	0,00	-7,95	-6,30	-14873	0	0						
	SVTV	0	0	41	0,00	-0,45	-3,00	-18	0	0						
		0	0	1911				-14891	0	0	0	0	1911	-3422	0	0
Sisma impalcato long	SL	0	2482	0	0,00	-0,90	-7,00	17376	0	0						
		0	2482	0				17376	0	0	0	2482	0	17376	0	0
Sisma impalcato trasv	ST	2482	0	0	0,00	-0,90	-7,00	0	-17376	2234						
		2482	0	0				0	-17376	2234	2482	0	0	0	-17376	-12660
Sisma impalcato vert	SV	0	0	1241	0,00	-0,90	-7,00	-1117	0	0						
		0	0	1241				-1117	0	0	0	0	1241	6330	0	0

Tabella 40 – Riepilogo azioni elementari statiche

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	106

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	20714	12388	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	509	1063	500	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	5293	13963	-7182	0	0
SLU Impalcato	Nvert Max	651	1351	12853	64252	-7190	-2323
	Nvert Min	-351	175	5517	24498	3642	1475
	Vtrasv Max	724	1411	10342	54159	-7715	-2510
	Vtrasv Min	-351	-175	5517	21841	3642	1475
	Mtrasv Max	-351	175	5517	24498	3642	1475
	Mtrasv Min	651	1351	12853	64252	-7190	-2323
	Vlong Max	303	2819	8113	55500	-7407	3691
	Vlong Min	0	-234	5826	22691	0	-6
	Mlong Max	-351	175	5517	24498	3642	1475
	Mlong Min	394	1587	10578	56486	-8768	830
	Mtorc Max	303	2819	8113	55500	-7407	3691
	Mtorc Min	-351	-175	5517	21841	3642	1475
SLE RA Impalcato	Nvert Max	444	1356	9031	48241	-4884	-1416
	Nvert Min	-234	-175	5620	22275	2428	983
	Vtrasv Max	495	1422	8873	48076	-5239	-1495
	Vtrasv Min	-234	-175	5620	22275	2428	983
	Mtrasv Max	-234	-175	5620	22275	2428	983
	Mtrasv Min	267	1144	7448	39979	-5848	1605
	Vlong Max	242	1916	7399	45633	-5473	2403
	Vlong Min	-234	-175	5620	22275	2428	983
	Mlong Max	0	256	5826	26418	0	8
	Mlong Min	444	844	9031	44343	-4884	-1432
	Mtorc Max	242	1916	7399	45633	-5473	2403
	Mtorc Min	-234	-175	5620	22275	2428	983
SLE QP Impalcato	Nvert Max	0	175	5826	25798	0	0
	Nvert Min	0	-175	5826	23141	0	0
	Vtrasv Max	0	175	5826	25798	0	0
	Vtrasv Min	0	-175	5826	23141	0	0
	Mtrasv Max	0	175	5826	25798	0	0
	Mtrasv Min	0	-175	5826	23141	0	0
	Vlong Max	0	175	5826	25798	0	0
	Vlong Min	0	-175	5826	23141	0	0
	Mlong Max	0	175	5826	25798	0	0
	Mlong Min	0	-175	5826	23141	0	0
	Mtorc Max	0	175	5826	25798	0	0
	Mtorc Min	0	-175	5826	23141	0	0

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	107

Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1213	0	6126	0	0
E Sisma	Sisma long	0	15256	0	71440	0	0
	Sisma trasv	12267	0	0	0	-60936	-8639
	Sisma vert	0	0	6134	4320	0	0

Tabella 42 – 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 S2**

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

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	SLU6	63356	651	-7190	11813	79837	-2323
N _{vert} Min	SLU24	41256	-351	3642	7386	36431	1475
V _{trasv} Max	SLU3	60844	724	-7715	11873	69743	-2510
V _{trasv} Min	SLU24	41256	-351	3642	7386	36431	1475
M _{long} Max	SLU6	56019	-351	3642	10637	40082	1475
M _{long} Min	SLU24	46317	394	-8768	9148	71075	830
V _{long} Max	SLU7	58615	303	-7407	13282	71084	3691
V _{long} Min	SLU20	41566	0	0	7327	37280	-6
M _{trasv} Max	SLU2	63356	651	-7190	11813	79837	-2323
M _{trasv} Min	SLU22	41256	-351	3642	7386	36431	1475
M _{torc} Max	SLU7	58615	303	-7407	13282	71084	3691
M _{torc} Min	SLU15	46081	724	-7715	8972	68748	-2510
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	47699	3680	-18281	10554	57256	-2592
N _{vert} Min	SLV6	35432	3680	-18281	10554	48616	-2592
V _{trasv} Max	SLV3	43406	12267	-60936	10554	54232	-8639
V _{trasv} Min	SLV6	35432	3680	-18281	10554	48616	-2592
M _{trasv} Max	SLV1	43406	3680	-18281	21233	104240	-2592
M _{trasv} Min	SLV6	39726	12267	-60936	10554	51640	-8639
V _{long} Max	SLV1	43406	3680	-18281	21233	104240	-2592
V _{long} Min	SLV6	35432	3680	-18281	10554	48616	-2592
M _{long} Max	SLV1	43406	3680	-18281	21233	104240	-2592
M _{long} Min	SLV4	35432	3680	-18281	10554	48616	-2592
M _{torc} Max	SLV5	47699	3680	-18281	10554	57256	-2592
M _{torc} Min	SLV4	39726	12267	-60936	10554	51640	-8639

Tabella 44 – ENV SLU, SLV - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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

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	44771	444	-4884	8372	60073	-1416
N _{vert} Min	RA12	41359	-234	2428	6840	34107	983
V _{trasv} Max	RA3	44612	495	-5239	8438	59908	-1495
V _{trasv} Min	RA12	41359	-234	2428	6840	34107	983
M _{trasv} Max	RA1	41359	-234	2428	6840	34107	983
M _{trasv} Min	RA12	43188	267	-5848	8160	51811	1605
V _{long} Max	RA7	43138	242	-5473	8931	57466	2403
V _{long} Min	RA12	41359	-234	2428	6840	34107	983
M _{long} Max	RA12	44771	444	-4884	8372	60073	-1416
M _{long} Min	RA6	41359	-234	2428	6840	34107	983
M _{torc} Max	RA7	43138	242	-5473	8931	57466	2403
M _{torc} Min	RA3	44612	495	-5239	8438	59908	-1495
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	41566	0	0	5977	31504	0
N _{vert} Min	QP12	41566	0	0	5627	28847	0
V _{trasv} Max	QP1	41566	0	0	5977	31504	0
V _{trasv} Min	QP12	41566	0	0	5627	28847	0
M _{trasv} Max	QP1	41566	0	0	5977	31504	0
M _{trasv} Min	QP12	41566	0	0	5627	28847	0
V _{long} Max	QP1	41566	0	0	5977	31504	0
V _{long} Min	QP12	41566	0	0	5627	28847	0
M _{long} Max	QP1	41566	0	0	5977	31504	0
M _{long} Min	QP12	41566	0	0	5627	28847	0
M _{torc} Max	QP1	41566	0	0	5977	31504	0
M _{torc} Min	QP12	41566	0	0	5627	28847	0

Tabella 45 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

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

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.

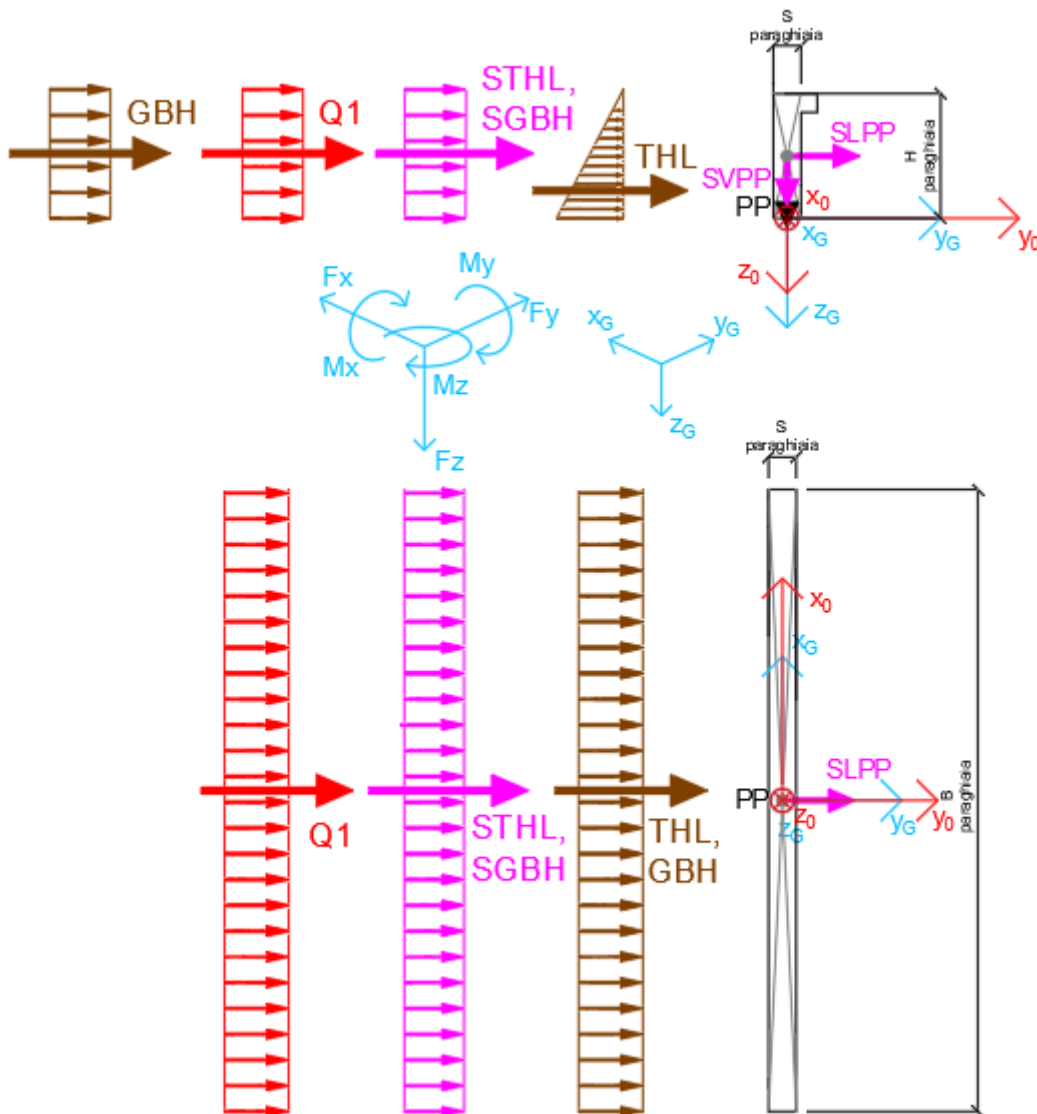


Figura 23 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	112

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	200	0	0,00	0,00	-1,80	359	0	0	0	0	200	0	359	0
Sisma vert	SVPP	0	0	100	0,00	0,00	-1,80	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Sisma ballast long	SGBH	0	94	0	0,00	-0,30	-1,80	168	0	0	0	0	94	0	168	0
Sisma terreno long	STHL	0	0	0	0,00	-0,30	-1,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 46 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: MURO PARAGHIAIA		PARAMETRI DI CALCOLO MURO PARAGHIAIA															
H paraghiaia (m)	3,60	Carico perm. Gb ballast (kPa)						9,72	Angolo di attrito terreno (°)						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	729	0,00	0,00	-1,80	0	0	0	0	0	729	0	0	0	
Ballast	GBH	0	182	0	0,00	-0,30	-1,80	327	0	0	0	182	0	327	0	0	
Spinta terreno	THL	0	0	0	0,00	-0,30	-1,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sovraccarico long	Q1	0	1049	0	0,00	-0,30	-1,80	1889	0	0	0	1049	0	1889	0	0	

Tabella 47 – Riepilogo azioni elementari statiche

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	729	0	0	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	0	182	0	327	0	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (terreno)	0	0	0	0	0	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	0	1049	0	1889	0	0
E Sisma	Sisma long	0	293	0	528	0	0
	Sisma vert	0	0	100	0	0	0
	-Sisma vert	0	0	-100	0	0	0

Tabella 48 – 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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	113

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 49 – Combinazioni di carico adottate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	114

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLU2	984	1794	3229
N _{vert} Min	SLU5	729	1522	2739
V _{long} Max	SLU2	984	1794	3229
V _{long} Min	SLU3	729	272	490
M _{long} Max	SLU2	984	1794	3229
M _{long} Min	SLU3	729	272	490
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	SLV3	829	269	485
N _{vert} Min	SLV4	629	269	485
V _{long} Max	SLV1	759	475	854
V _{long} Min	SLV4	629	269	485
M _{long} Max	SLV1	759	475	854
M _{long} Min	SLV4	629	269	485

Tabella 50 – ENV SLU, SLV - Azioni totali involuppo

INVILUPPO: SLE RA		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	RA1	729	1231	2216
N _{vert} Min	RA2	729	182	327
V _{long} Max	RA1	729	1231	2216
V _{long} Min	RA2	729	182	327
M _{long} Max	RA1	729	1231	2216
M _{long} Min	RA2	729	182	327
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{long}	M _{long}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fy (kN)	Mx (kNm)
N _{vert} Max	QP1	729	182	327
N _{vert} Min	QP2	729	0	0
V _{long} Max	QP1	729	182	327
V _{long} Min	QP2	729	0	0
M _{long} Max	QP1	729	182	327
M _{long} Min	QP2	729	0	0

Tabella 51 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali involuppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	115

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.

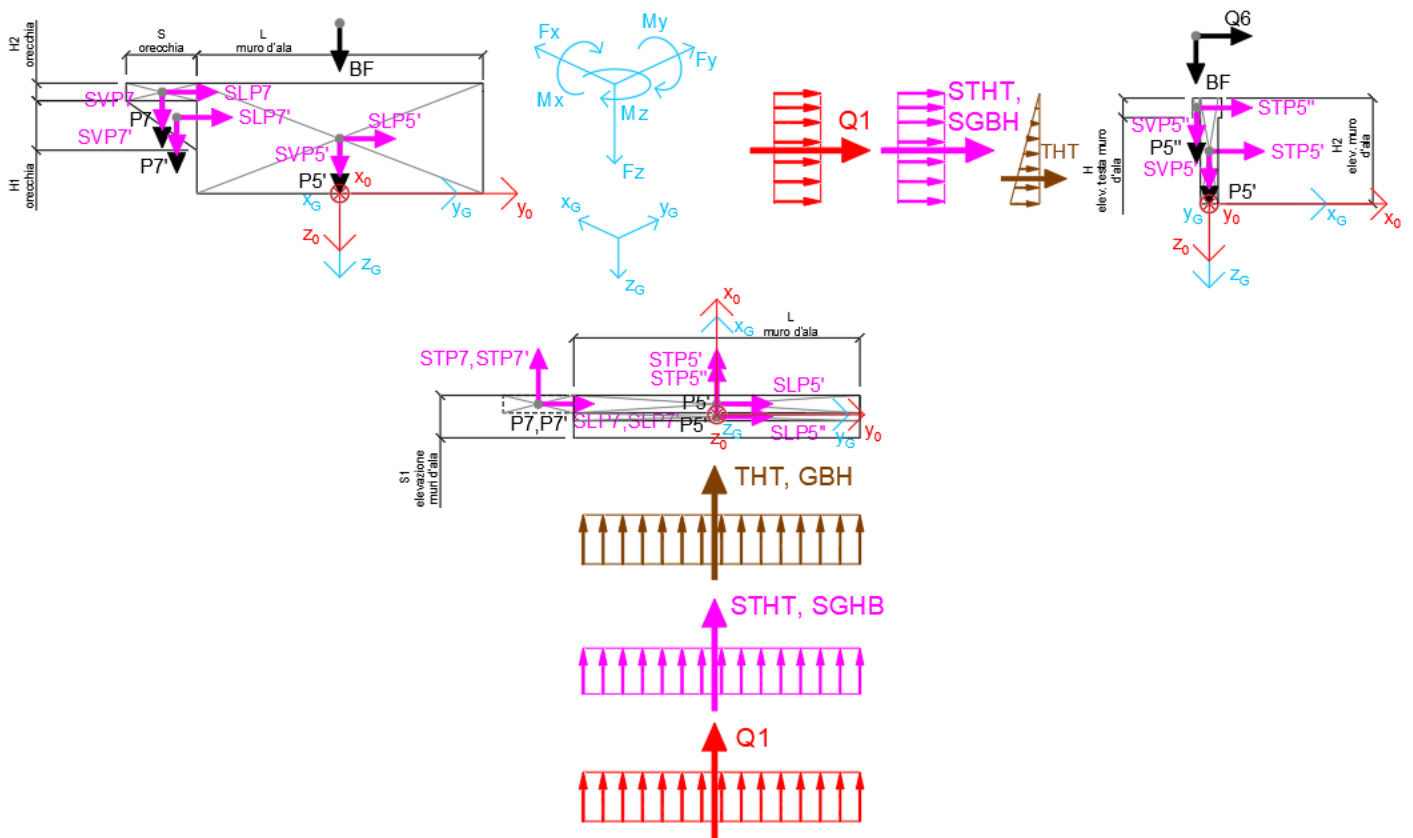


Figura 28 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	116

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 2				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 2				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									
Sisma vert		107	0	0				0	-195	40	107	0	0	0	-195	40			
	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 52 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				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)		4,50		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 reintero muro d'ala sx (m)		7,82		H2 orecchia (m)		0,50						Z _G muro sx				0,00	
NOME: SEZ. SUP MURO D'ALA SPALLA 2				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 53 – Riepilogo azioni elementari statiche

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	117

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} 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	Vento MAX	81	0	0	0	-469	0
	Vento MIN	-81	0	0	0	469	0
E Sisma	Sisma trasv	335	0	0	0	-476	40
	-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 54 – 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 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 55 – Combinazioni di carico adottate

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	118

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 56 – 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 57 – ENV SLE RA, SLE QP - Azioni totali inviluppo

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	119

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.

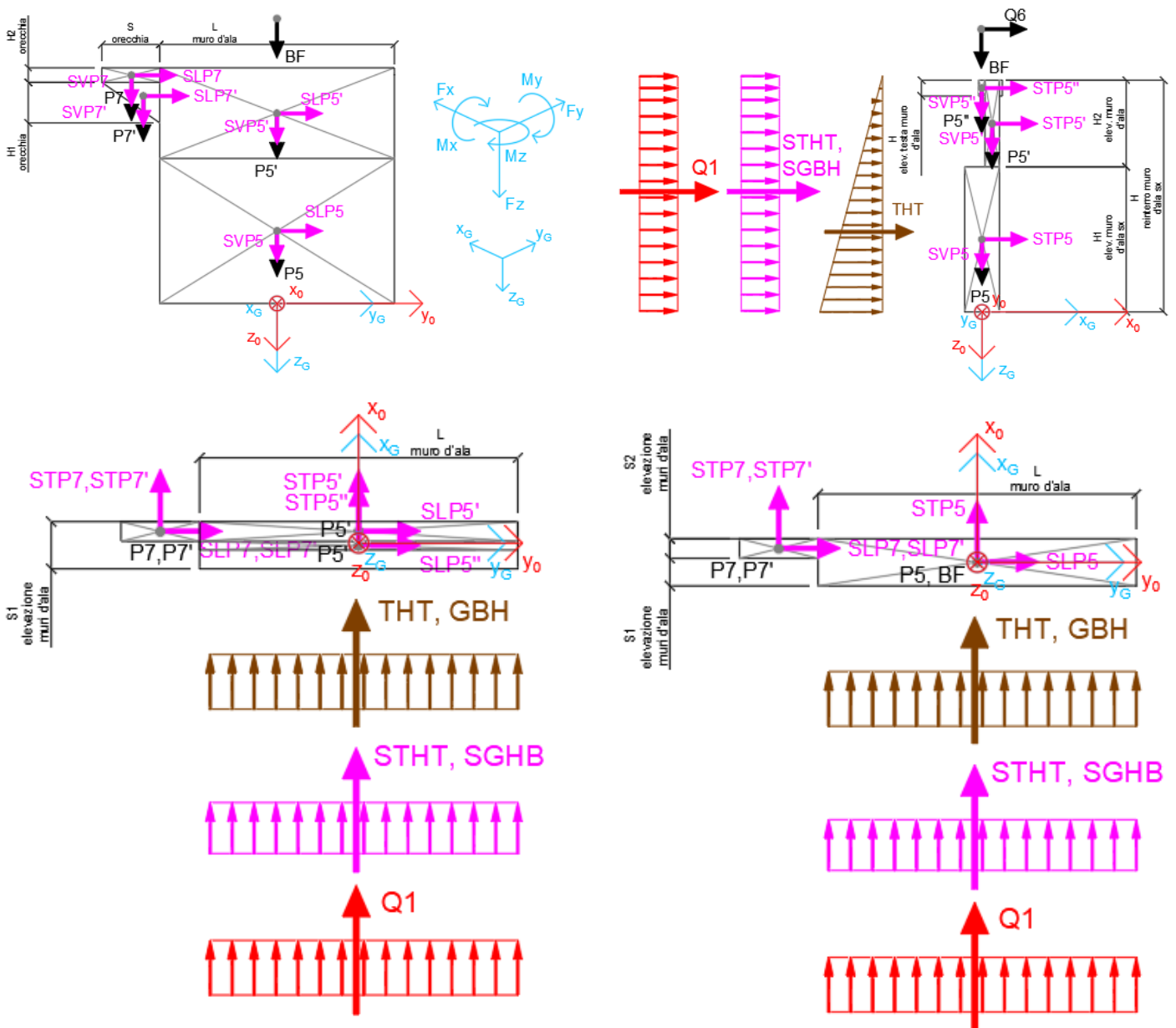


Figura 29 – Schema e sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle azioni applicate

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	120

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 2				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 2				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	299	0	0	0,00	0,00	-2,25	0	-674	0									
	STP5'	92	0	0	0,35	0,00	-6,16	0	-567	0									
	STP5"	7	0	0	-0,01	0,00	-7,55	0	-51	0									
	STP7	3	0	0	0,35	-5,05	-7,57	0	-26	17									
	STP7'	5	0	0	0,35	-4,72	-6,85	0	-33	23									
		406	0	0				0	-1350	40	406	0	0	0	-1350	40			
Sisma vert	SVP5	0	0	150	0,00	0,00	-2,25	0	0	0									
	SVP5'	0	0	46	0,35	0,00	-6,16	0	-16	0									
	SVP5"	0	0	3	-0,01	0,00	-7,55	0	0	0									
	SVP7	0	0	2	0,35	-5,05	-7,57	-9	-1	0									
	SVP7'	0	0	2	0,35	-4,72	-6,85	-11	-1	0									
		0	0	203				-20	-18	0	0	0	203	-20	-18	0			
Sisma ballast trasv	SGBH	122	0	0	-0,60	0,00	-3,91	0	-477	0									
		122	0	0				0	-477	0	122	0	0	0	-477	0			
Sisma terreno trasv	STHT	981	0	0	-0,60	0,00	-2,61	0	-2556	0									
		981	0	0				0	-2556	0	981	0	0	0	-2556	0			

Tabella 58 – Calcolo spettri sismici risposta strutturale e riepilogo azioni elementari sismiche

NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2				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)		4,50		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)		7,82		H2 orecchia (m)		0,50						Z _G muro sx		0,00		
NOME: SEZ. BASE MURO D'ALA SPALLA 2				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	1094	0,00	0,00	-2,25	0	0	0						
	P5'	0	0	336	0,35	0,00	-6,16	0	-118	0						
	P5"	0	0	25	-0,01	0,00	-7,55	0	0	0						
	P7	0	0	13	0,35	-5,05	-7,57	-63	-4	0						
	P7'	0	0	18	0,35	-4,72	-6,85	-83	-6	0						
		0	0	1484				-146	-128	0	0	0	1484	-146	-128	0
Barriera fonoassorbente	BF	0	0	162	0,00	0,00	-10,32	0	0	0						
		0	0	162				0	0	0	0	0	162	0	0	0
Ballast	GBH	237	0	0	-0,60	0,00	-3,91	0	-925	0						
		237	0	0				0	-925	0	237	0	0	0	-925	0
Spinta terreno	THT	1904	0	0	-0,60	0,00	-2,61	0	-4962	0						
		1904	0	0				0	-4962	0	1904	0	0	0	-4962	0
Sovraccarico traffico	Q1	564	0	0	-0,60	0,00	-3,91	0	-2203	0						
		564	0	0				0	-2203	0	564	0	0	0	-2203	0
Vento	Q6	81	0	0	0,00	0,00	-10,32	0	-832	0						
		81	0	0				0	-832	0	81	0	0	0	-832	0

Tabella 59 – 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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOLGIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	121

Tipo azione	Descrizione azione	V _{trasv} F _x [kN]	V _{long} F _y [kN]	N _{vert} F _z [kN]	M _{long} M _x [kNm]	M _{trasv} M _y [kNm]	M _{torc} M _z [kNm]
Gk1 Perm. Str.	G1 (peso proprio)	0	0	1484	-146	-128	0
Gk2b Ballast	G2,1 (ballast)	237	0	0	0	-925	0
Gk2 Perm. Non Str.	G2,2 (barriera)	0	0	162	0	0	0
Gk2 Perm. Non Str. altri	G2,3 (terreno)	1904	0	0	0	-4962	0
Qk1	Q (acc. Traffico)	564	0	0	0	-2203	0
Qk6 Vento	Vento MAX	81	0	0	0	-832	0
	Vento MIN	-81	0	0	0	832	0
E Sisma	Sisma trasv	1509	0	0	0	-4383	40
	-Sisma trasv	-1509	0	0	0	4383	-40
	Sisma vert	0	0	203	-20	-18	0
	-Sisma vert	0	0	-203	20	18	0

Tabella 60 – 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 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 61 – 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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	122

INVILUPPO: SLU		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLU4	2247	3331	-10252
N _{vert} Min	SLU5	2247	4028	-12199
V _{trasv} Max	SLU2	2247	4100	-12948
V _{trasv} Min	SLU4	2247	3331	-10252
M _{trasv} Max	SLU5	2247	3331	-10252
M _{trasv} Min	SLU5	2247	4100	-12948
INVILUPPO: SLV		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	SLV14	1849	1647	-4302
N _{vert} Min	SLV15	1443	1728	-5099
V _{trasv} Max	SLV3	1585	3690	-10809
V _{trasv} Min	SLV10	1707	591	-1222
M _{trasv} Max	SLV12	1585	591	-1212
M _{trasv} Min	SLV1	1707	3690	-10819

Tabella 62 – 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	1646	2511	-6946
N _{vert} Min	RA3	1646	2672	-8610
V _{trasv} Max	RA1	1646	2752	-8718
V _{trasv} Min	RA4	1646	2511	-6946
M _{trasv} Max	RA4	1646	2511	-6946
M _{trasv} Min	RA1	1646	2752	-8718
INVILUPPO: SLE QP		N _{vert}	V _{trasv}	M _{trasv}
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	My (kNm)
N _{vert} Max	QP3	1646	2100	-5600
N _{vert} Min	QP2	1646	2181	-6431
V _{trasv} Max	QP2	1646	2181	-6431
V _{trasv} Min	QP3	1646	2100	-5600
M _{trasv} Max	QP3	1646	2100	-5600
M _{trasv} Min	QP2	1646	2181	-6431

Tabella 63 – 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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	123

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

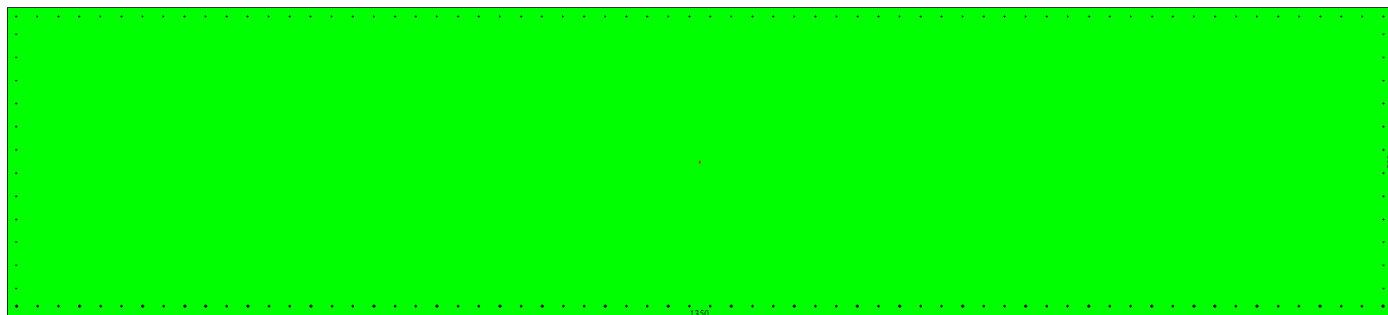


Figura 30 – Sezione trasversale spalla 2 e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SPALLA S2

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

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	124

2	1320,51	291,00	20	3,14
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

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	125

63	70,48	291,00	20	3,14
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

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	126

124	1176,84	9,30	26	5,31
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	1341,00	26,46	20	3,14
134	1341,00	48,92	20	3,14
135	1341,00	71,38	20	3,14
136	1341,00	93,85	20	3,14
137	1341,00	116,31	20	3,14
138	1341,00	138,77	20	3,14
139	1341,00	161,23	20	3,14
140	1341,00	183,69	20	3,14
141	1341,00	206,15	20	3,14
142	1341,00	228,62	20	3,14
143	1341,00	251,08	20	3,14
144	1341,00	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	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)

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	127

N°	N	M _y	M _x	M _t	T _y	T _x	VD	VT
1	20103,0700	32037,4300	-5561,5700	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	10886,9300	15631,5400	2763,6800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	12766,5300	21635,7500	2763,6800	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	15947,9300	27652,3400	-7781,6900	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	15362,5800	36680,5700	-6650,6600	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	11196,3000	15515,3100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
7	13172,6000	-15269,8800	20879,6300	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
8	9220,0000	-15269,8800	17393,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
9	11789,1900	-4580,9600	34979,8500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
10	9220,0000	-15269,8800	17393,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
11	11789,1900	-4580,9600	34979,8500	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
12	9220,0000	-15269,8800	17393,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
13	14401,6900	-3773,4600	23988,6100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
14	10990,0500	1842,4500	14132,5200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
15	10990,0500	1842,4500	14132,5200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
16	12818,2500	-5180,3500	21957,2600	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
17	12769,0500	-4868,3400	25860,8500	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
18	10990,0500	1842,4500	14132,5200	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
19	11196,3000	0,0000	12570,3700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
20	11196,3000	0,0000	10787,6100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
21	11196,3000	0,0000	12570,3700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
22	11196,3000	0,0000	10787,6100	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
23	11196,3000	0,0000	12570,3700	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
24	11196,3000	0,0000	10787,6100	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	639,57	18,31	(1350,00; 673,68)	(-686,02; 0,00)
14	791,93	-20,45	(-916,49; 300,00)	(1350,00; -545,20)
15	791,93	-20,45	(-916,49; 300,00)	(1350,00; -545,20)
16	469,89	12,37	(1350,00; 481,05)	(-844,17; 0,00)
17	503,15	15,23	(1350,00; 521,47)	(-564,86; 0,00)
18	791,93	-20,45	(-916,49; 300,00)	(1350,00; -545,20)
19	2037,62	-82,73	(-704,12; 300,00)	(1350,00; -15807,77)
20	2257,25	-81,55	(-932,04; 300,00)	(1350,00; -15057,09)
21	2037,62	-82,73	(-704,12; 300,00)	(1350,00; -15807,77)
22	2257,25	-81,55	(-932,04; 300,00)	(1350,00; -15057,09)
23	2037,62	-82,73	(-704,12; 300,00)	(1350,00; -15807,77)
24	2257,25	-81,55	(-932,04; 300,00)	(1350,00; -15057,09)

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}
----	--------------------	--------------------	----------------	--------------------	--------------------

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	128

13	0,776	0,000	0,000	11,430	-1,055
14	0,506	0,000	0,000	7,481	0,490
15	0,506	0,000	0,000	7,481	0,490
16	0,797	0,000	0,000	11,678	-2,585
17	0,832	0,000	0,000	12,203	-3,226
18	0,506	0,000	0,000	7,481	0,490
19	0,408	0,000	0,000	6,090	2,015
20	0,389	0,000	0,000	5,809	2,296
21	0,408	0,000	0,000	6,090	2,015
22	0,389	0,000	0,000	5,809	2,296
23	0,408	0,000	0,000	6,090	2,015
24	0,389	0,000	0,000	5,809	2,296

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>116906,3769</u>	<u>-32342,4730</u>	<u>186308,8506</u>	5,82
<u>738556,0045</u>	<u>-204323,5644</u>	32037,4300	36,74
<u>117221,8556</u>	-5561,5700	<u>186811,6160</u>	5,83
<u>754369,9323</u>	-5561,5700	32037,4300	37,53
20103,0700	<u>-271776,0906</u>	32037,4300	48,87
20103,0700	<u>-12253,7279</u>	<u>70587,6129</u>	2,20
20103,0700	-5561,5700	<u>70606,0559</u>	2,20

Combinazione n° 2

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>153408,2185</u>	<u>38943,1387</u>	<u>220264,7306</u>	14,09
<u>747581,8278</u>	<u>189775,9006</u>	15631,5400	68,67
<u>154249,5126</u>	2763,6800	<u>221472,6674</u>	14,17
<u>768351,7347</u>	2763,6800	15631,5400	70,58
10886,9300	<u>222042,0231</u>	15631,5400	80,34
10886,9300	<u>10273,6350</u>	<u>58108,2962</u>	3,72
10886,9300	2763,6800	<u>58124,1603</u>	3,72

Combinazione n° 3

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>98741,2160</u>	<u>21375,3560</u>	<u>167339,1489</u>	7,73
<u>750580,0626</u>	<u>162484,4893</u>	21635,7500	58,79
<u>98900,2904</u>	2763,6800	<u>167608,7362</u>	7,75
<u>763320,2042</u>	2763,6800	21635,7500	59,79
12766,5300	<u>231999,9351</u>	21635,7500	83,95
12766,5300	<u>7751,0026</u>	<u>60679,5122</u>	2,80
12766,5300	2763,6800	<u>60689,0863</u>	2,81

Combinazione n° 4

N _u	M _{xu}	M _{yu}	FS
<u>92163,2570</u>	<u>-44970,4693</u>	<u>159803,1669</u>	5,78
<u>712409,1554</u>	<u>-347615,4711</u>	27652,3400	44,67
<u>92796,1391</u>	-7781,6900	<u>160900,5300</u>	5,82
<u>758127,0247</u>	-7781,6900	27652,3400	47,54

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	129

15947,9300	-249015,7523	27652,3400	32,00
15947,9300	-18281,4183	64963,2655	2,35
15947,9300	-7781,6900	64999,0489	2,35

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
41150,9821	-17814,7935	98254,4261	2,68
716883,4397	-310348,1327	36680,5700	46,66
41191,7007	-6650,6600	98351,6480	2,68
750304,9624	-6650,6600	36680,5700	48,84
15362,5800	-240808,4547	36680,5700	36,21
15362,5800	-11639,4754	64195,5224	1,75
15362,5800	-6650,6600	64208,9254	1,75

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
167871,0286	0,0000	232627,8368	14,99
768472,1105	0,0000	15515,3100	68,64
11196,3000	0,0000	58550,2183	3,77

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
199016,0317	315456,4099	-230702,4370	15,11
585020,0011	927303,7339	-15269,8800	44,41
231277,9469	20879,6300	-268100,9440	17,56
780796,5134	20879,6300	-15269,8800	59,27
13172,6000	231152,8777	-15269,8800	11,07
13172,6000	62020,1721	-45357,1537	2,97
13172,6000	20879,6300	-45707,7711	2,99

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
74979,6216	141444,7461	-124178,9398	8,13
551246,9625	1039895,7070	-15269,8800	59,79
80300,1520	17393,0000	-132990,6383	8,71
780912,1161	17393,0000	-15269,8800	84,70
9220,0000	207105,4070	-15269,8800	11,91
9220,0000	45620,7121	-40051,9059	2,62
9220,0000	17393,0000	-40241,4940	2,64

Combinazione n° 9

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
359182,8404	1065735,8036	-139568,7256	30,47
434763,1745	1289991,1384	-4580,9600	36,88
576885,3598	34979,8500	-224162,0296	48,93
780607,8823	34979,8500	-4580,9600	66,21
11789,1900	226643,2078	-4580,9600	6,48
11789,1900	212892,7089	-27880,4221	6,09
11789,1900	34979,8500	-43709,8627	9,54

Combinazione n° 10

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
74979,6216	141444,7461	-124178,9398	8,13
551246,9625	1039895,7070	-15269,8800	59,79
80300,1520	17393,0000	-132990,6383	8,71

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.	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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	130

780912,1161	17393,0000	-15269,8800	84,70
9220,0000	<u>207105,4070</u>	-15269,8800	11,91
9220,0000	<u>45620,7121</u>	<u>-40051,9059</u>	2,62
9220,0000	17393,0000	<u>-40241,4940</u>	2,64

Combinazione n° 11

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>359182,8404</u>	<u>1065735,8036</u>	<u>-139568,7256</u>	30,47
<u>434763,1745</u>	<u>1289991,1384</u>	-4580,9600	36,88
<u>576885,3598</u>	34979,8500	<u>-224162,0296</u>	48,93
<u>780607,8823</u>	34979,8500	-4580,9600	66,21
11789,1900	<u>226643,2078</u>	-4580,9600	6,48
11789,1900	<u>212892,7089</u>	<u>-27880,4221</u>	6,09
11789,1900	34979,8500	<u>-43709,8627</u>	9,54

Combinazione n° 12

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>74979,6216</u>	<u>141444,7461</u>	<u>-124178,9398</u>	8,13
<u>551246,9625</u>	<u>1039895,7070</u>	-15269,8800	59,79
<u>80300,1520</u>	17393,0000	<u>-132990,6383</u>	8,71
<u>780912,1161</u>	17393,0000	-15269,8800	84,70
9220,0000	<u>207105,4070</u>	-15269,8800	11,91
9220,0000	<u>45620,7121</u>	<u>-40051,9059</u>	2,62
9220,0000	17393,0000	<u>-40241,4940</u>	2,64

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
M_x	Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]
M_y	Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]
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 [°]
S_{rm}	Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
w	Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_x	M_y	σ_t	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
13	140820,6371	-22151,3894	-360,871	-24,540	120773,33	0,0000	0	0,0000
14	146536,5667	19103,9034	-368,581	-24,969	139505,17	0,0000	0	0,0000
15	146536,5667	19103,9034	-368,581	-24,969	139505,17	0,0000	0	0,0000
16	115129,8051	-27162,4367	-362,542	-24,782	107396,64	0,0000	0	0,0000
17	128283,9587	-24149,6288	-373,629	-25,457	113913,69	0,0000	0	0,0000
18	146536,5667	19103,9034	-368,581	-24,969	139505,17	0,0000	0	0,0000
19	230273,4654	0,0000	-648,218	-43,622	163757,70	0,0000	0	0,0000
20	230281,7622	0,0000	-648,250	-43,624	163757,73	0,0000	0	0,0000
21	230273,4654	0,0000	-648,218	-43,622	163757,70	0,0000	0	0,0000
22	230281,7622	0,0000	-648,250	-43,624	163757,73	0,0000	0	0,0000
23	230273,4654	0,0000	-648,218	-43,622	163757,70	0,0000	0	0,0000
24	230281,7622	0,0000	-648,250	-43,624	163757,73	0,0000	0	0,0000

Inviluppo verifiche a pressoflessione

Simbologia adottata

N	Storzo normale espresso in [kN]
M_x	Momento in direzione X espresso in [kNm]
M_y	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
N_u	Storzo 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]

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	131

FS Fattore di sicurezza
 Comb. Combinazione critica

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S2

N	Mx	My	N	Mx,u	My,u	FS	Comb.
15362,58	-6650,66	36680,57	41150,98	-17814,79	98254,43	2.679	5
20103,07	-5561,57	32037,43	738556,00	-204323,56	32037,43	36.738	1
15362,58	-6650,66	36680,57	41191,70	-6650,66	98351,65	2.681	5
20103,07	-5561,57	32037,43	754369,93	-5561,57	32037,43	37.525	1
11789,19	34979,85	-4580,96	11789,19	226643,21	-4580,96	6.479	9
15362,58	-6650,66	36680,57	15362,58	-11639,48	64195,52	1.750	5
15362,58	-6650,66	36680,57	15362,58	-6650,66	64208,93	1.750	5

Inviluppo verifiche tensionali

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,408	14,940	0,132	3,099	2,015	6,090	450,000	19
SLER	0,832	18,260	-0,233	3,099	-3,226	12,203	337,500	17

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

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

Sezione n° 1 - SEZIONE SPALLA S2

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-648,218	-43,622	16059,400	0,0000	0,000	0,000	0,200	19
SLER	-360,871	-24,540	11844,006	0,0000	0,000	0,000	0,200	13

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

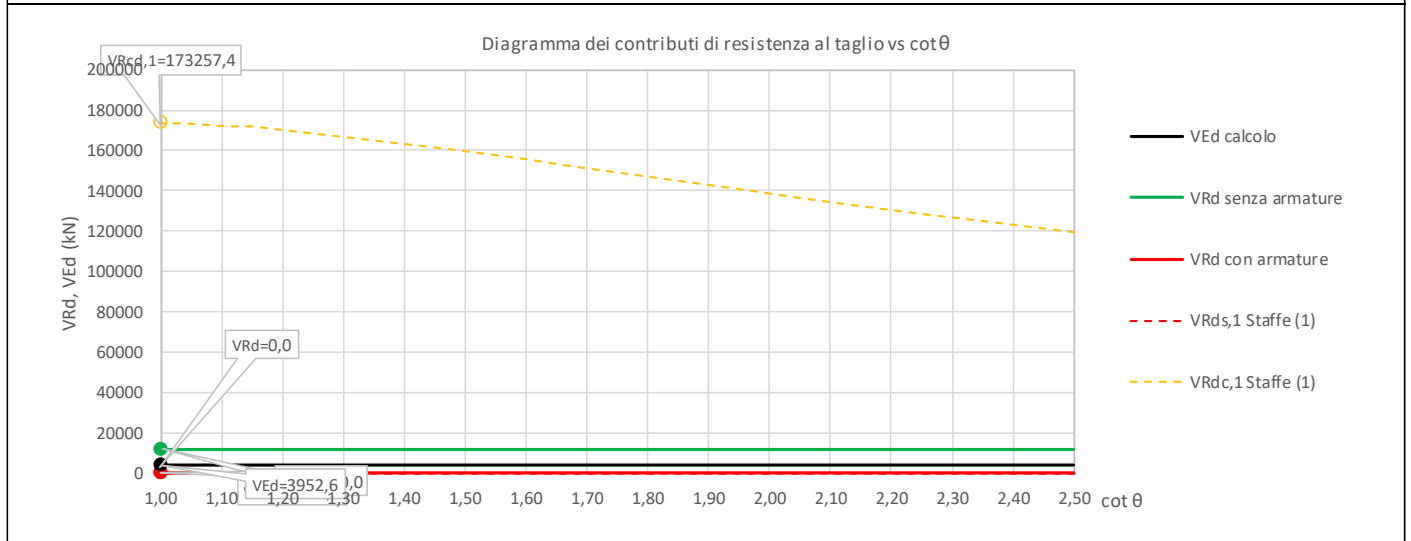
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	132

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	-13172,6	3952,6	20879,6	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	0,33	1,02	11619,7	34,0% VERIFICA OK	



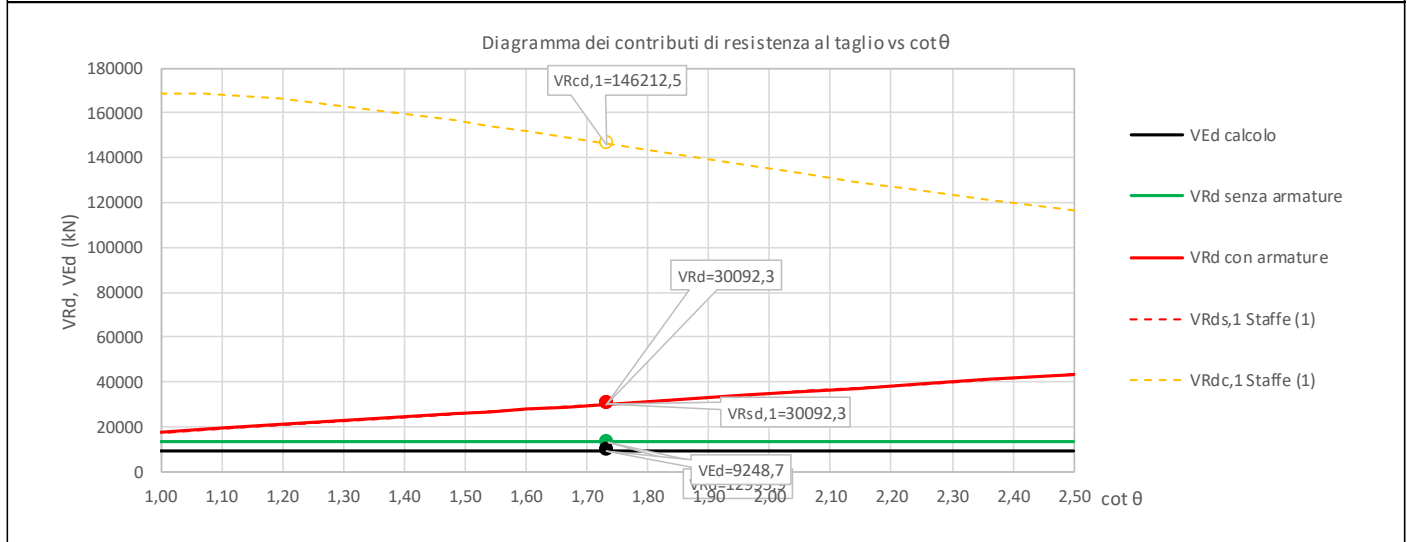
LINEA PESCARA – BARI

**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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	133

NOME: SLV LONG	CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)	Rev. 10.1						
DATI SEZIONE								
b_w (m)	d (m)	θ cotg θ (°)						
13,50	2,91	30,00 1,73						
$1,00 \leq \cotg \theta \leq 2,50$								
AZIONI CALCOLO								
N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)						
-11789,2	9248,7	4581,0						
CALCESTRUZZO								
f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c						
33,20	18,81	1,50						
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)								
f_{yd} (MPa)	n	\varnothing (mm)	$A_{sl,\varnothing}$ (cm ²)	A_{sl} (cm ²)				
Barre B450C 391,3	66	26	5,31	350,41				
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)								
A_{sl} (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	0,30	1,02	12995,9	71,2% VERIFICA OK

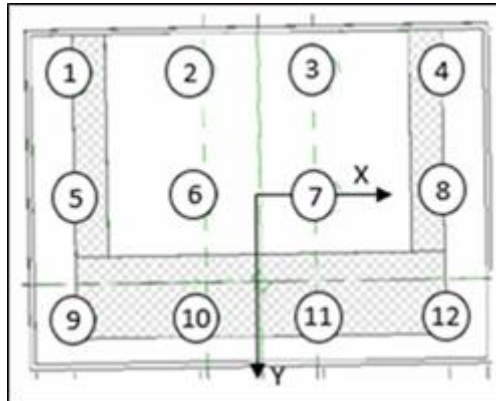


**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	134

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	2902	3009	3115	3222	5120	5226	5333	5439	7338	7444	7551	7657	986	3771
Nvert Min	SLU24	2507	2453	2399	2345	3519	3465	3411	3357	4531	4477	4423	4369	616	2582
Vtrasv Max	SLU3	2962	3076	3190	3304	4899	5013	5127	5242	6836	6950	7065	7179	991	3775
Vtrasv Min	SLU16	2507	2453	2399	2345	3519	3465	3411	3357	4531	4477	4423	4369	616	2582
Mlong Max	SLU2	3636	3582	3528	3474	4749	4695	4641	4587	5863	5809	5755	5701	887	3771
Mlong Min	SLU19	1691	1821	1950	2080	3665	3795	3925	4055	5639	5769	5899	6029	763	2582
Vlong Max	SLU11	2745	2855	2965	3075	4720	4830	4939	5049	6695	6804	6914	7024	1107	3775
Vlong Min	SLU20	2428	2428	2428	2428	3464	3464	3464	3464	4499	4499	4499	4499	611	2561
Mtrasv Max	SLU6	2902	3009	3115	3222	5120	5226	5333	5439	7338	7444	7551	7657	986	3715
Mtrasv Min	SLU16	2507	2453	2399	2345	3519	3465	3411	3357	4531	4477	4423	4369	616	2734
Mtorc Max	SLU2	2745	2855	2965	3075	4720	4830	4939	5049	6695	6804	6914	7024	1107	3715
Mtorc Min	SLU15	1759	1873	1988	2102	3669	3783	3897	4012	5578	5693	5807	5921	750	2739
Nvert Max	SLV5	1978	2249	2520	2791	3569	3840	4110	4381	5159	5430	5701	5972	931	3546
Nvert Min	SLV6	1196	1467	1738	2008	2546	2817	3088	3359	3897	4168	4439	4709	931	3546
Vtrasv Max	SLV3	757	1659	2562	3465	2263	3166	4069	4971	3769	4672	5575	6478	1349	5060
Vtrasv Min	SLV6	1196	1467	1738	2008	2546	2817	3088	3359	3897	4168	4439	4709	931	3546
Mtrasv Max	SLV1	315	586	857	1128	3211	3482	3753	4023	6106	6377	6648	6919	1796	6347
Mtrasv Min	SLV4	522	1425	2327	3230	1956	2859	3762	4665	3391	4294	5196	6099	1349	3546
Vlong Max	SLV1	315	586	857	1128	3211	3482	3753	4023	6106	6377	6648	6919	1796	6347
Vlong Min	SLV6	1196	1467	1738	2008	2546	2817	3088	3359	3897	4168	4439	4709	931	3546
Mlong Max	SLV1	315	586	857	1128	3211	3482	3753	4023	6106	6377	6648	6919	1796	6347
Mlong Min	SLV6	1196	1467	1738	2008	2546	2817	3088	3359	3897	4168	4439	4709	931	5060
Mtorc Max	SLV5	1978	2249	2520	2791	3569	3840	4110	4381	5159	5430	5701	5972	931	3546
Mtorc Min	SLV4	522	1425	2327	3230	1956	2859	3762	4665	3391	4294	5196	6099	1349	5060

SLU	3582	3528		5226	5333		1107
SLV	2249	2562		3840	4110		1796

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	135

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	1954	2026	2098	2171	3622	3695	3767	3839	5291	5363	5436	5508	699	2534	
Nvert Min	RA12	2553	2517	2481	2445	3501	3465	3429	3393	4448	4412	4376	4340	570	2409	
Vtrasv Max	RA3	1937	2015	2092	2170	3601	3679	3757	3834	5265	5343	5421	5498	704	2535	
Vtrasv Min	RA12	2553	2517	2481	2445	3501	3465	3429	3393	4448	4412	4376	4340	570	2409	
Mtrasv Max	RA12	2553	2517	2481	2445	3501	3465	3429	3393	4448	4412	4376	4340	570	2534	
Mtrasv Min	RA10	2030	2116	2203	2290	3469	3556	3642	3729	4908	4995	5081	5168	680	2409	
Vlong Max	RA7	1877	1958	2039	2120	3473	3554	3635	3716	5070	5151	5232	5313	745	2535	
Vlong Min	RA12	2553	2517	2481	2445	3501	3465	3429	3393	4448	4412	4376	4340	570	2384	
Mlong Max	RA6	1954	2026	2098	2171	3622	3695	3767	3839	5291	5363	5436	5508	699	2409	
Mlong Min	RA12	2553	2517	2481	2445	3501	3465	3429	3393	4448	4412	4376	4340	570	2396	
Mtorc Max	RA7	1877	1958	2039	2120	3473	3554	3635	3716	5070	5151	5232	5313	745	2409	
Mtorc Min	RA3	1937	2015	2092	2170	3601	3679	3757	3834	5265	5343	5421	5498	704	2535	
Nvert Max	QP12	2589	2589	2589	2589	3464	3464	3464	3464	4339	4339	4339	4339	498	2122	
Nvert Min	QP11	2662	2662	2662	2662	3464	3464	3464	3464	4265	4265	4265	4265	469	2027	
Vtrasv Max	QP12	2589	2589	2589	2589	3464	3464	3464	3464	4339	4339	4339	4339	498	2122	
Vtrasv Min	QP1	2662	2662	2662	2662	3464	3464	3464	3464	4265	4265	4265	4265	469	2027	
Mtrasv Max	QP12	2589	2589	2589	2589	3464	3464	3464	3464	4339	4339	4339	4339	498	2122	
Mtrasv Min	QP1	2662	2662	2662	2662	3464	3464	3464	3464	4265	4265	4265	4265	469	2027	
Vlong Max	QP12	2589	2589	2589	2589	3464	3464	3464	3464	4339	4339	4339	4339	498	2122	
Vlong Min	QP1	2662	2662	2662	2662	3464	3464	3464	3464	4265	4265	4265	4265	469	2027	
Mlong Max	QP12	2589	2589	2589	2589	3464	3464	3464	3464	4339	4339	4339	4339	498	2122	
Mlong Min	QP1	2662	2662	2662	2662	3464	3464	3464	3464	4265	4265	4265	4265	469	2027	
Mtorc Max	QP12	2589	2589	2589	2589	3464	3464	3464	3464	4339	4339	4339	4339	498	2122	
Mtorc Min	QP1	2662	2662	2662	2662	3464	3464	3464	3464	4265	4265	4265	4265	469	2027	

SLE RA	2517	2481	3695	3767	745
SLE QP	2662	2662	3464	3464	498

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	136

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).

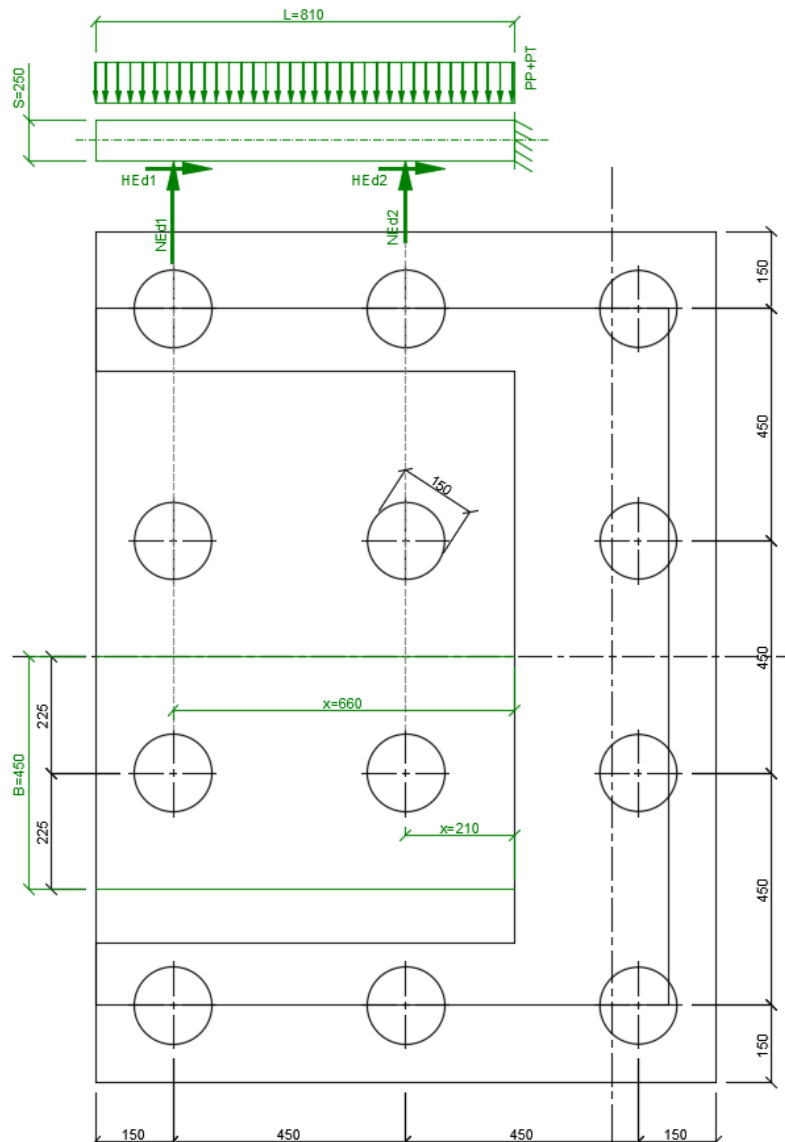
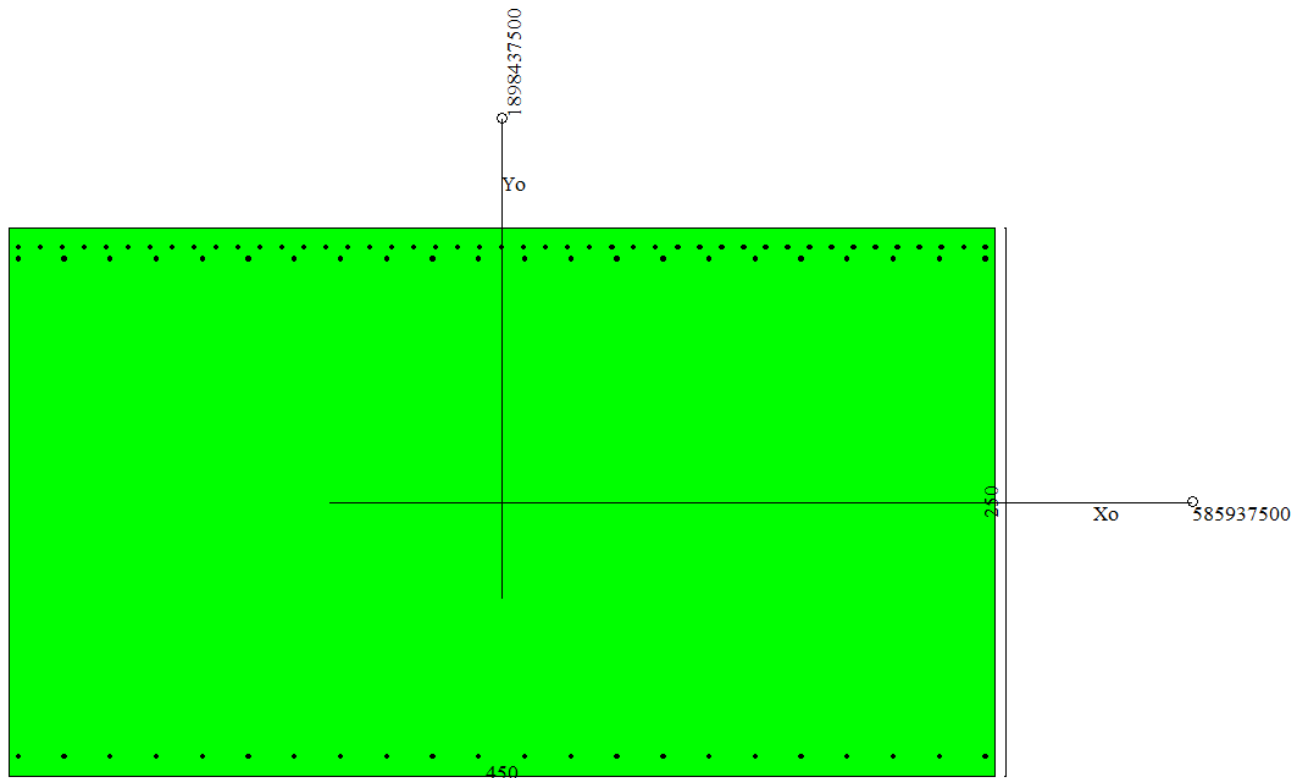


Figura 31 – Schema delle verifiche a flessione del plinto per il palo più caricato

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	137

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)	3582	2249	2517	2662
Palo 6	2,10	N _{Ed2} (kN)	5226	3840	3695	3464
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1107	1796	745	498
		M _{Ed} (kNm)	-17732	-11592	-11440	-11274
	x (m)		SLU	SLV	SLE RA	SLE QP
Palo 3	6,60	N _{Ed1} (kN)	3528	2562	2481	2662
Palo 7	2,10	N _{Ed2} (kN)	5333	4110	3767	3464
		H _{Ed1} =H _{Ed2} (kN)	1107	1796	745	498
		M _{Ed} (kNm)	-17864	-8957	-11526	-11274



Dati

Nome sezione:

SPALLA S2

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	138

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	24	4,52
2	25,32	8,90	24	4,52
3	46,34	8,90	24	4,52
4	67,36	8,90	24	4,52
5	88,38	8,90	24	4,52
6	109,40	8,90	24	4,52
7	130,41	8,90	24	4,52
8	151,43	8,90	24	4,52
9	172,45	8,90	24	4,52
10	193,47	8,90	24	4,52
11	214,49	8,90	24	4,52
12	235,51	8,90	24	4,52
13	256,53	8,90	24	4,52
14	277,55	8,90	24	4,52
15	298,57	8,90	24	4,52
16	319,59	8,90	24	4,52
17	340,60	8,90	24	4,52
18	361,62	8,90	24	4,52
19	382,64	8,90	24	4,52
20	403,66	8,90	24	4,52
21	424,68	8,90	24	4,52
22	445,70	8,90	24	4,52
23	445,70	241,10	24	4,52
24	435,67	241,10	24	4,52
25	425,64	241,10	24	4,52
26	415,60	241,10	24	4,52
27	405,57	241,10	24	4,52
28	395,54	241,10	24	4,52
29	385,51	241,10	24	4,52
30	375,48	241,10	24	4,52
31	365,45	241,10	24	4,52
32	355,41	241,10	24	4,52
33	345,38	241,10	24	4,52
34	335,35	241,10	24	4,52
35	325,32	241,10	24	4,52
36	315,29	241,10	24	4,52
37	305,25	241,10	24	4,52
38	295,22	241,10	24	4,52
39	285,19	241,10	24	4,52

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 S2				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 04 04			PROGR 002	REV C	FOGGIO 139

40	275,16	241,10	24	4,52
41	265,13	241,10	24	4,52
42	255,10	241,10	24	4,52
43	245,06	241,10	24	4,52
44	235,03	241,10	24	4,52
45	225,00	241,10	24	4,52
46	214,97	241,10	24	4,52
47	204,94	241,10	24	4,52
48	194,90	241,10	24	4,52
49	184,87	241,10	24	4,52
50	174,84	241,10	24	4,52
51	164,81	241,10	24	4,52
52	154,78	241,10	24	4,52
53	144,75	241,10	24	4,52
54	134,71	241,10	24	4,52
55	124,68	241,10	24	4,52
56	114,65	241,10	24	4,52
57	104,62	241,10	24	4,52
58	94,59	241,10	24	4,52
59	84,55	241,10	24	4,52
60	74,52	241,10	24	4,52
61	64,49	241,10	24	4,52
62	54,46	241,10	24	4,52
63	44,43	241,10	24	4,52
64	34,40	241,10	24	4,52
65	24,36	241,10	24	4,52
66	14,33	241,10	24	4,52
67	4,30	241,10	24	4,52
68	445,70	235,90	24	4,52
69	424,68	235,90	24	4,52
70	403,66	235,90	24	4,52
71	382,64	235,90	24	4,52
72	361,62	235,90	24	4,52
73	340,60	235,90	24	4,52
74	319,59	235,90	24	4,52
75	298,57	235,90	24	4,52
76	277,55	235,90	24	4,52
77	256,53	235,90	24	4,52
78	235,51	235,90	24	4,52
79	214,49	235,90	24	4,52
80	193,47	235,90	24	4,52
81	172,45	235,90	24	4,52
82	151,43	235,90	24	4,52
83	130,41	235,90	24	4,52
84	109,40	235,90	24	4,52
85	88,38	235,90	24	4,52
86	67,36	235,90	24	4,52
87	46,34	235,90	24	4,52
88	25,32	235,90	24	4,52
89	4,30	235,90	24	4,52

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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	140

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	-17731,5600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	-17863,9400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	0,0000	-11591,5700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
4	0,0000	-8957,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
5	0,0000	-11440,2500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
6	0,0000	-11525,6800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	0,0000	-11274,2200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
8	0,0000	-11274,2200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
X _c	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°	X _c	α	(xi; yi)	(xf; yf)
5	57,83	0,00	(450,00; 57,83)	(0,00; 57,83)
6	57,83	0,00	(450,00; 57,83)	(0,00; 57,83)
7	57,83	0,00	(450,00; 57,83)	(0,00; 57,83)
8	57,83	0,00	(450,00; 57,83)	(0,00; 57,83)

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	3,625	0,000	0,000	46,011	-172,341
6	3,652	0,000	0,000	46,354	-173,628
7	3,573	0,000	0,000	45,343	-169,840
8	3,573	0,000	0,000	45,343	-169,840

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	141

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>-27180,2661</u>	1,53

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-27180,2661</u>	1,52

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-27180,2661</u>	2,34

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-27180,2662</u>	3,03

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]
 σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [MPa]
 σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [MPa]
 A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]
 ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
 S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
 w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _X	M _Y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
5	0,0000	-9840,7752	-148,246	-10,363	12873,36	0,0527	240	0,2148
6	0,0000	-9840,7752	-148,246	-10,363	12873,36	0,0536	240	0,2183
7	0,0000	-9840,7752	-148,246	-10,363	12873,36	0,0511	240	0,2080
8	0,0000	-9840,7752	-148,246	-10,363	12873,36	0,0511	240	0,2080

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° 3 - SPALLA S2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	3,573	9,960	-11,873	2,558	-169,840	45,343	450,000	7
SLER	3,652	13,695	-12,137	2,558	-173,628	46,354	337,500	6

Inviluppo verifiche fessurazione

Simbologia adottata

TC Tipo combinazione

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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	142

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° 3 - SPALLA S2

TC	sf	sc	Aeff	Esp	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-148,246	-10,363	1262,465	0,0511	239,694	0,208	0,300	7
SLER	-148,246	-10,363	1262,465	0,0536	239,694	0,218	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 S2	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 04 04			PROGR 002

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 $V_{Ed} = 5332.9$ kN, vedi schemi di calcolo seguenti.

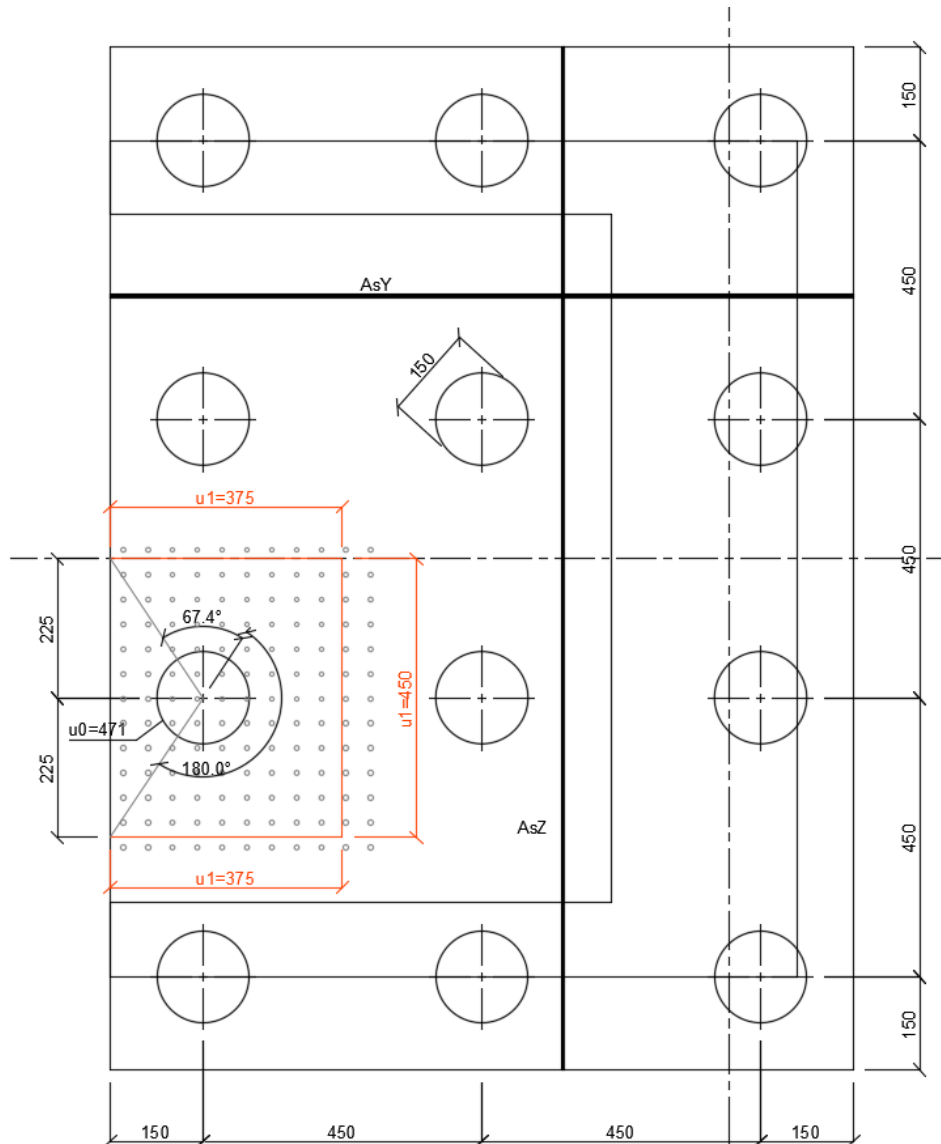


Figura 32 – Schema delle verifiche a taglio-punzonamento per il palo più caricato

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	144

NOME: SPALLA SP2		CALCOLO TAGLIO-PUNZONAMENTO - UNI ENV 1992-1-1: 2005							Rev. 10			
DATI SEZIONE E ARMATURE						AZIONE CALCOLO			CALCESTRUZZO			
	d	A _c	A _s	ρ _l	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	79,60	0,33%	0,0	0,00	5332,9	1,40	24,90	14,11	1,50	
direzione Z	2,39	2,39	79,60	0,33%	0,0	0,00						
VERIFICA AREA CARICATA (§6.4.5)												
Verifiche a taglio-punzonamento 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	0,66	3,81	17,3% VERIFICA OK	
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§6.4.4)												
Angolo settore di verifica (°)	a	k ₁	k	d	ρ _l	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	0,33%	0,26	0,00	0,26	0,74	35,1% 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 0,09d da bordo pilastro			4,21	0,98	
(*) Staffe / Pfoi: 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 ₁ =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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	145

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.

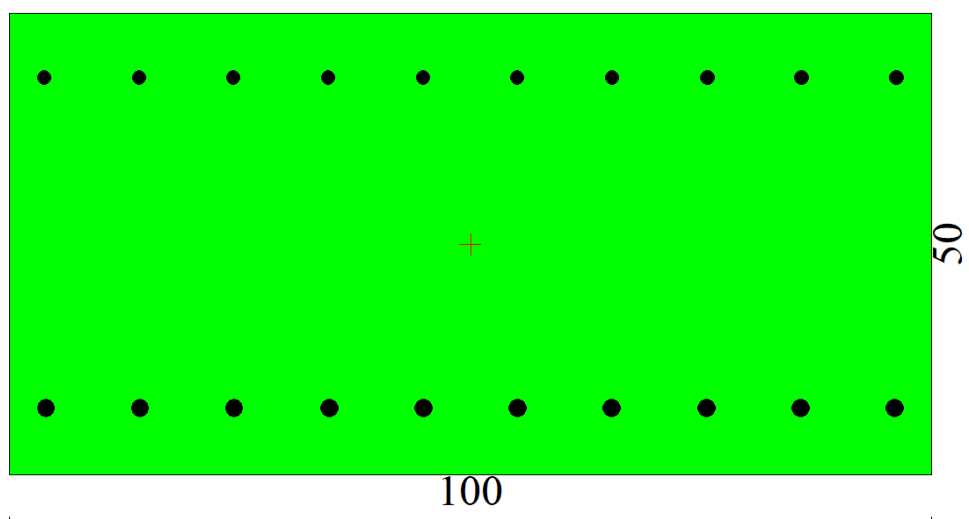


Figura 33 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE SUP MURO D'ALA SP2

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]

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	146

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	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, 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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	147

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]
 Sr-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
 Sr-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sr-max	Sr-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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	148

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 _f	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 _f	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 SP2

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

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	149

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 SP2

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 S2**

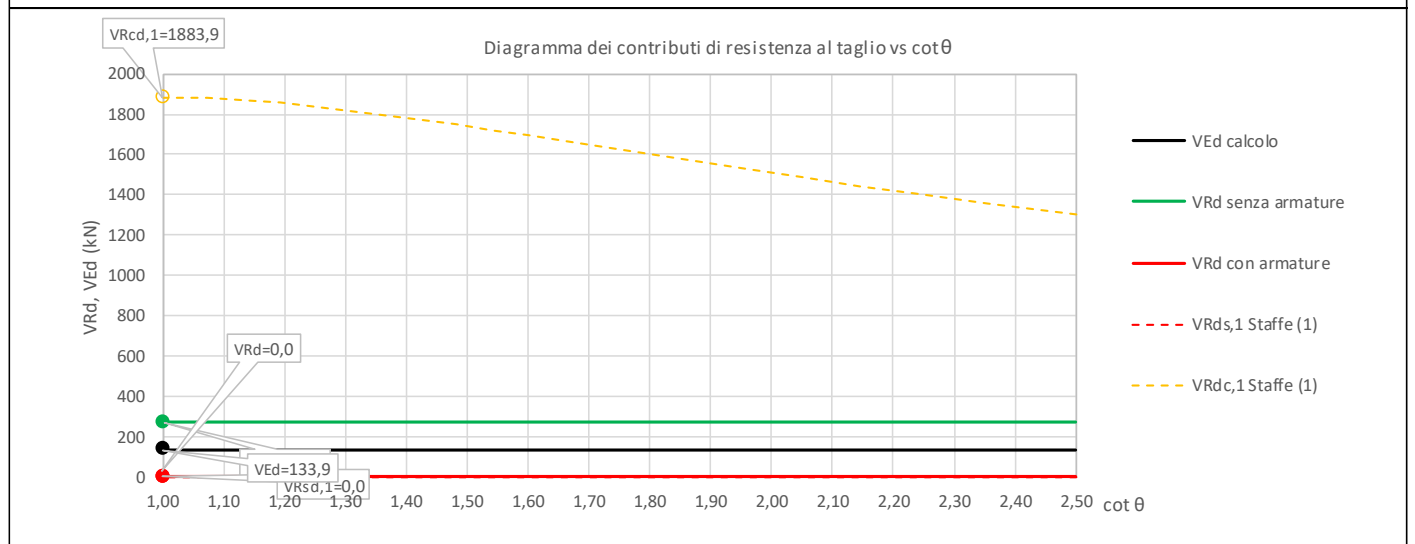
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	150

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	151

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.

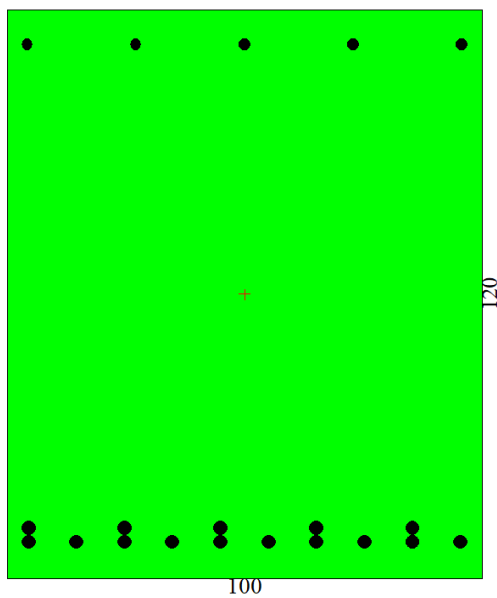


Figura 34 – Sezione trasversale muro d'ala e relativa armatura

Dati

Nome sezione:

SEZIONE BASE MURO D'ALA SP2

Tipo sezione

Rettangolare

Base

100,0 [cm]

Altezza

120,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione

12000,00 [cmq]

Inerzia in direzione X

10000000,0 [cm⁴]

Inerzia in direzione Y

14400000,0 [cm⁴]

Inerzia in direzione XY

0,0 [cm⁴]

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	152

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	153

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]
 Sr-max Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]
 Sr-min Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 tc Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	Sc-max	Sc-min	tc	Sr-max	Sr-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
<u>773,0801</u>	0,0000	<u>4565,6105</u>	2,29
<u>19778,0255</u>	0,0000	1996,7900	58,50
338,1100	0,0000	<u>4391,0000</u>	2,20

Combinazione n° 2

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

Combinazione n° 3

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

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	154

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
612,2622	0,0000	4502,6473	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
1503,0949	0,0000	4828,8679	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
998,0569	0,0000	4650,6997	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
4691,6158	0,0000	5632,0603	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
537,5096	0,0000	4472,8057	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 _i	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 _i	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]
sctf	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 SP2

TC	scc	scl	sct	sctf	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	5,688	14,940	-8,766	3,099	-117,681	72,059	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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	155

SLERA 7,408 18,260 -11,723 3,099 -157,572 93,569 337,500 12

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 SP2

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 S2**

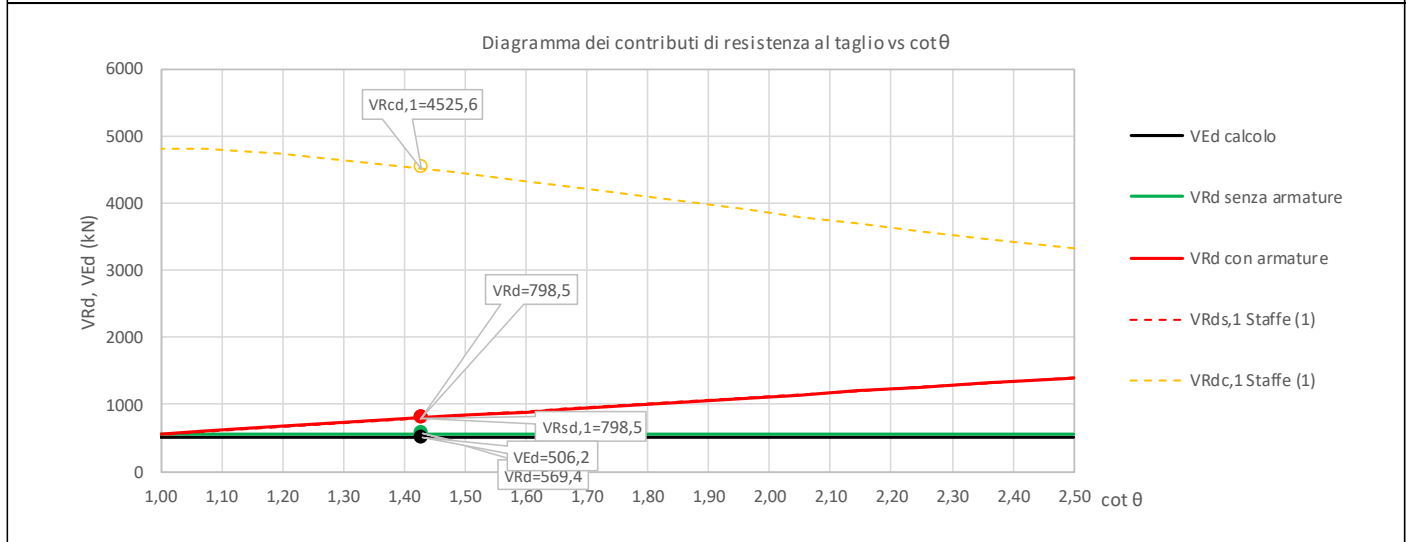
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	156

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	-277,4	506,2	1598,5	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	0,25	1,01	569,4	88,9% VERIFICA OK	



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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	157

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 $\Phi 16/10$ e nel lato compresso di $\Phi 14/20$ come rappresentato nella figura seguente per un totale di 15 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.

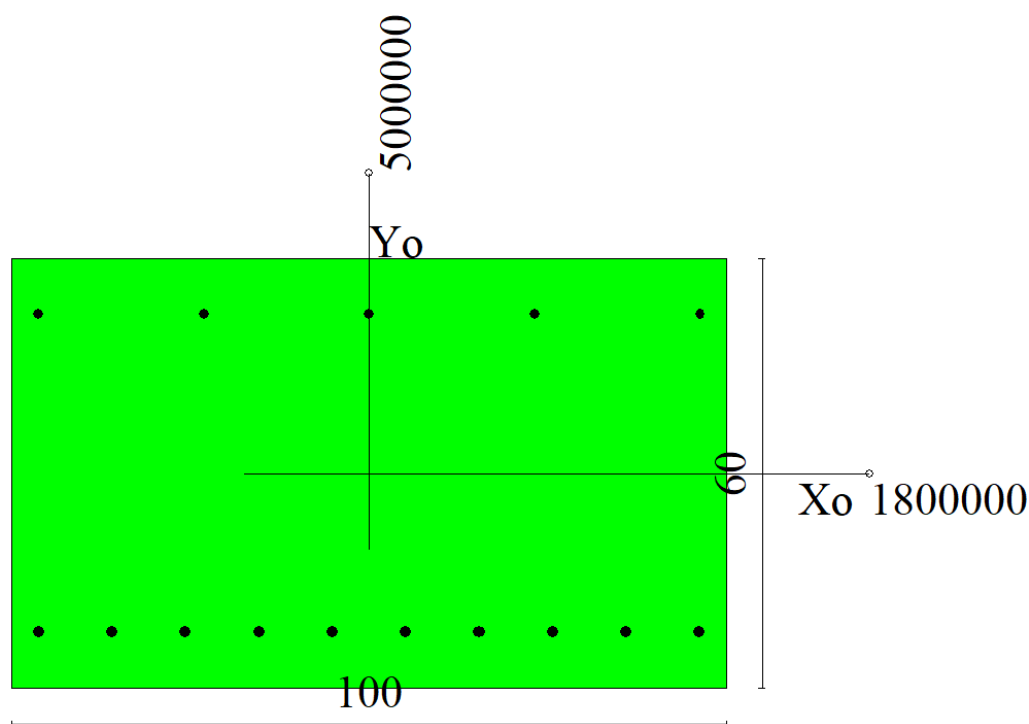


Figura 35 – Sezione trasversale muro paraghiaia e relativa armatura

Dati

Nome sezione: SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP2

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]
 Ordinata baricentro sezione: $Y_G = 30,00$ [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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	158

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	14,07	7,40	16	2,01
3	24,33	7,40	16	2,01
4	34,60	7,40	16	2,01
5	44,87	7,40	16	2,01
6	55,13	7,40	16	2,01
7	65,40	7,40	16	2,01
8	75,67	7,40	16	2,01
9	85,93	7,40	16	2,01
10	96,20	7,40	16	2,01
11	96,30	52,90	14	1,54
12	73,15	52,90	14	1,54
13	50,00	52,90	14	1,54
14	26,85	52,90	14	1,54
15	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	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	72,9000	239,1900	0,0000	0,0000	0,0000	132,8800	SI	NO
2	54,0000	202,8800	0,0000	0,0000	0,0000	112,7100	SI	NO
3	72,9000	239,1900	0,0000	0,0000	0,0000	132,8800	SI	NO
4	54,0000	36,3100	0,0000	0,0000	0,0000	20,1700	SI	NO
5	61,3900	35,9300	0,0000	0,0000	0,0000	19,9600	SI	NO
6	46,6100	35,9300	0,0000	0,0000	0,0000	19,9600	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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	159

7	56,2200	63,2800	0,0000	0,0000	0,0000	35,1600	SI	NO
8	46,6100	35,9300	0,0000	0,0000	0,0000	19,9600	SI	NO
9	54,0000	164,1200	0,0000	0,0000	0,0000	91,1800	NO	SLER
10	54,0000	24,2000	0,0000	0,0000	0,0000	13,4500	NO	SLER
11	54,0000	164,1200	0,0000	0,0000	0,0000	91,1800	NO	SLER
12	54,0000	24,2000	0,0000	0,0000	0,0000	13,4500	NO	SLER
13	54,0000	24,2000	0,0000	0,0000	0,0000	13,4500	NO	SLEQP
14	54,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
15	54,0000	24,2000	0,0000	0,0000	0,0000	13,4500	NO	SLEQP
16	54,0000	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	15,55	0,00	(0,00; 44,45)	(100,00; 44,45)
10	22,60	0,00	(0,00; 37,40)	(100,00; 37,40)
11	15,55	0,00	(0,00; 44,45)	(100,00; 44,45)
12	22,60	0,00	(0,00; 37,40)	(100,00; 37,40)
13	22,60	0,00	(0,00; 37,40)	(100,00; 37,40)
14	512,87	0,00	(0,00; -452,87)	(100,00; -452,87)
15	22,60	0,00	(0,00; 37,40)	(100,00; 37,40)
16	512,87	0,00	(0,00; -452,87)	(100,00; -452,87)

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	4,439	0,000	0,000	36,183	-158,651
10	0,668	0,000	0,000	6,868	-13,293
11	4,439	0,000	0,000	36,183	-158,651
12	0,668	0,000	0,000	6,868	-13,293
13	0,668	0,000	0,000	6,868	-13,293
14	0,089	0,000	0,000	1,324	1,205
15	0,668	0,000	0,000	6,868	-13,293
16	0,089	0,000	0,000	1,324	1,205

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N _u	Storzo 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

VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	160

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>129,7712</u>	0,0000	<u>425,7882</u>	1,78
<u>10827,0264</u>	0,0000	239,1900	148,52
72,9000	0,0000	<u>411,5913</u>	1,72

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
112,1638	0,0000	<u>421,4037</u>	2,08
<u>10997,5415</u>	0,0000	202,8800	203,66
54,0000	0,0000	<u>406,8511</u>	2,01

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>129,7712</u>	0,0000	<u>425,7882</u>	1,78
<u>10827,0264</u>	0,0000	239,1900	148,52
72,9000	0,0000	<u>411,5913</u>	1,72

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>903,5932</u>	0,0000	<u>607,5827</u>	16,73
<u>11757,0089</u>	0,0000	36,3100	217,72
54,0000	0,0000	<u>406,8511</u>	11,20

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1117,3341</u>	0,0000	<u>653,9471</u>	18,20
<u>11758,6873</u>	0,0000	35,9300	191,54
61,3900	0,0000	<u>408,7059</u>	11,38

Combinazione n° 6

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>741,0055</u>	0,0000	<u>571,2150</u>	15,90
<u>11758,6890</u>	0,0000	35,9300	252,28
46,6100	0,0000	<u>404,9947</u>	11,27

Combinazione n° 7

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>446,8311</u>	0,0000	<u>502,9433</u>	7,95
<u>11636,9803</u>	0,0000	63,2800	206,99
56,2200	0,0000	<u>407,4085</u>	6,44

Combinazione n° 8

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>741,0055</u>	0,0000	<u>571,2150</u>	15,90
<u>11758,6890</u>	0,0000	35,9300	252,28
46,6100	0,0000	<u>404,9947</u>	11,27

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]

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	161

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
9	0,0000	155,5293	-149,677	-11,974	1940,00	0,0419	212	0,1512
10	0,0000	155,5228	-149,670	-11,974	1940,00	0,0000	0	0,0000
11	0,0000	155,5293	-149,677	-11,974	1940,00	0,0419	212	0,1512
12	0,0000	155,5228	-149,670	-11,974	1940,00	0,0000	0	0,0000
13	0,0000	155,5228	-149,670	-11,974	1940,00	0,0000	0	0,0000
14	0,0000	0,0000	1,205	0,079	0,00	0,0000	0	0,0000
15	0,0000	155,5228	-149,670	-11,974	1940,00	0,0000	0	0,0000
16	0,0000	0,0000	1,205	0,079	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° 1 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP2

TC	scc	scl	sct	sctl	sfc	sft	sfl	Comb.
SLEQP	0,668	14,940	-1,105	3,099	-13,293	6,868	450,000	13
SLER	4,439	18,260	-12,689	3,099	-158,651	36,183	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° 1 - SEZIONE MURO PARAGHIAIA SP2

TC	sf	sc	Aeff	Eps	sr	w	wl	Comb.
SLEQP	-149,670	-11,974	190,252	0,0000	0,000	0,000	0,200	13
SLER	-149,677	-11,974	190,252	0,0419	212,123	0,151	0,200	9

**VI04 da km 8+492.130 a km 8+907.130:
Relazione di calcolo Spalla S2**

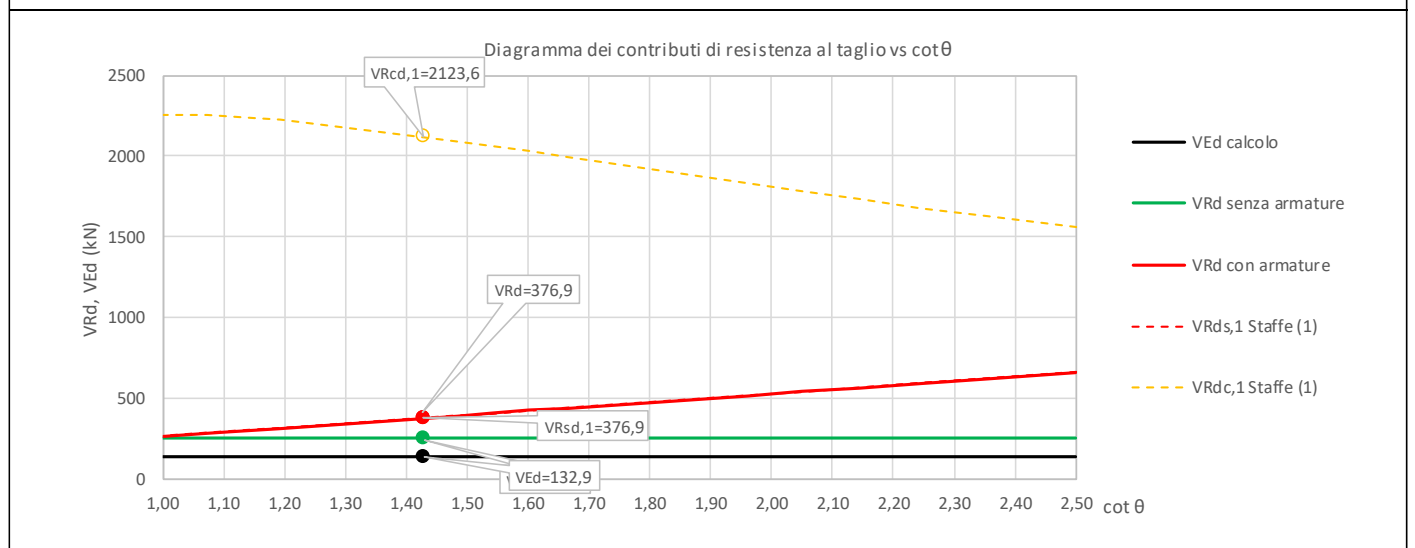
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	162

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 (m)	d (m)	θ cotg θ (°)	N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)	f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c
1,00	0,53	35,00 1,43	-72,9	132,9	239,2	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)	$A_{sl,\varnothing}$ (cm ²)	A_{sl} (cm ²)			
Barre B450C	391,3	10	16	2,01	20,11			
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)								
	A_{sl} (cm ²)	k_1	k	ρ_l (%)	V_{min} (MPa)	σ_{cp} (MPa)	α_c	V_{Rd} (kN)
	20,11	0,15	1,61	0,38%	0,41	0,14	1,01	249,8
								V_{Ed}/V_{Rd} 53,2% 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 S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	163

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).

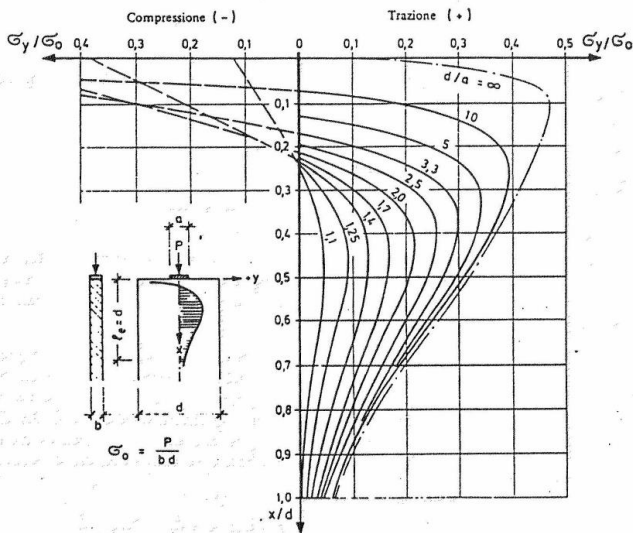


Fig. 3.6: Curve e grandezza delle tensioni trasversali σ_y , riferite a $\sigma_0 = \frac{P}{b d}$, lungo l'asse x per condizioni diverse d/a (40)

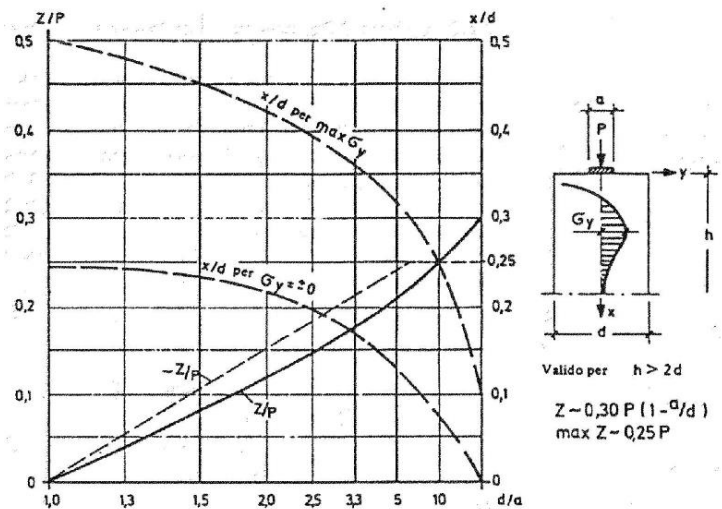


Fig. 3.8: Grandezza della forza di fenditura risultante Z, riferita al carico P, distanza della tensione massima trasversale $\max \sigma_y$ e distanza del punto con $\sigma_y = 0$ dal bordo caricato in lastre con $h > 2d$ (40)

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 S2**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	164

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'_x (m)	0,750	α_{cc}	0,85			
		a_y (m)	0,800	a'_y (m)	0,750					
	Altezza (m)	Posiz. (m)	T_{Ed} (m)	Altezza zona (m)	Posizione zona	Posizione zona				
	(b)	(0,3b(1+a/b))		Region II (0,6b)	Region I (grafico)	Region II (da)	Region I (a)	Region II (da)	Region I (a)	b/a'
Direz. X	1,50	0,69		0,90	0,22	1,12	0,00	0,22	2,00	
Direz. Y	1,80	0,78		1,08	0,23	1,31	0,00	0,23	2,40	
VERIFICA ARMATURE ORIZZONTALI (Trazione, Region II, MC90 §3.3.1, Leonhart §3.3.1)										
		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)										
		A_{sh} (cm ²)	σ_1 (MPa)	α	σ_2 (MPa)	$i_{ck,c}$ (MPa)	$i_{cd,c}$ (MPa)	σ_{Ed} (MPa)	$\sigma_{Ed}/f_{cd,c}$	
Direz. X	2x2Ø12	4,52	0,10	0,00	0,00	33,2	18,8	> 10,8	57,3%	VERIFICA OK
Direz. Y	2x2Ø12	4,52	0,10	0,00	0,00	33,2	18,8	> 10,3	54,8%	VERIFICA OK
ν	0,20	(formule cls confinato da EN 1992-1-1: 2005, NTC2018)						(stress compressione σ_{Ed} con distribuzione approssimata triangolare)		
C_{Ed} (kN)	890,0	$(C_{Ed} = \nu \cdot N_{Ed})$								
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				
$\tau_{Rd} = \beta f_{ctd} + \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{ed}) < 0.25 f_{cd}$		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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	165

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 $\psi_{0i}=1,0$ 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.”

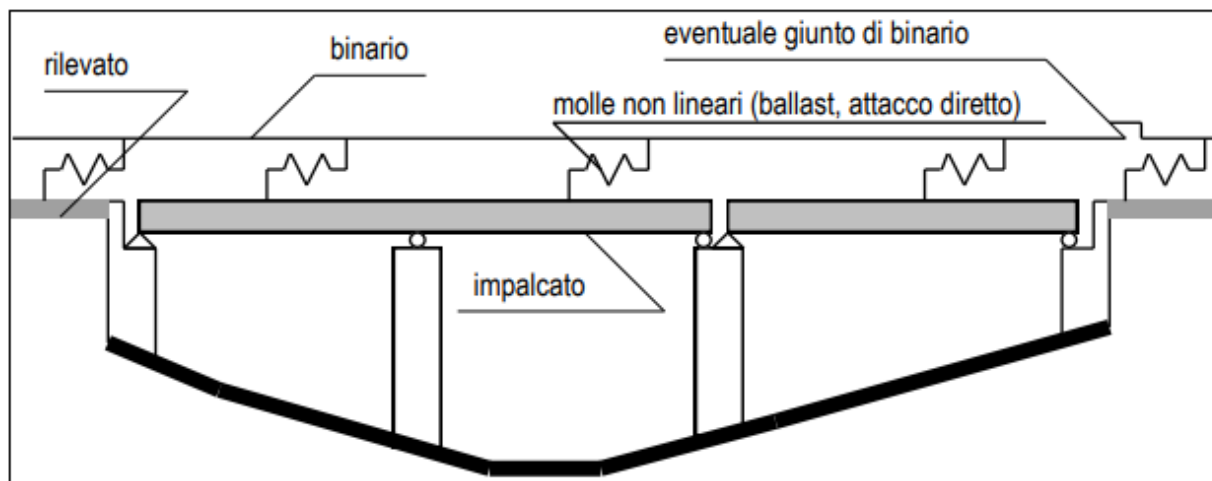


Fig. 2.5.1.4.5.3-1 - Schema di modello strutturale per valutare l'interazione.

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 rigidezza K sufficiente a limitare lo spostamento dell'impalcato in direzione longitudinale dovuto all'avviamento e alla frenatura δ_B , ad un massimo di 5 mm in presenza delle forze longitudinali dovute all'avviamento e alla frenatura definite in 2.5.1.4.3.3; per la determinazione degli spostamenti si raccomanda di prendere in conto la configurazione e le proprietà della struttura date in 2.5.1.4.5.3;

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 S2	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 04 04			PROGR 002

- 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.”

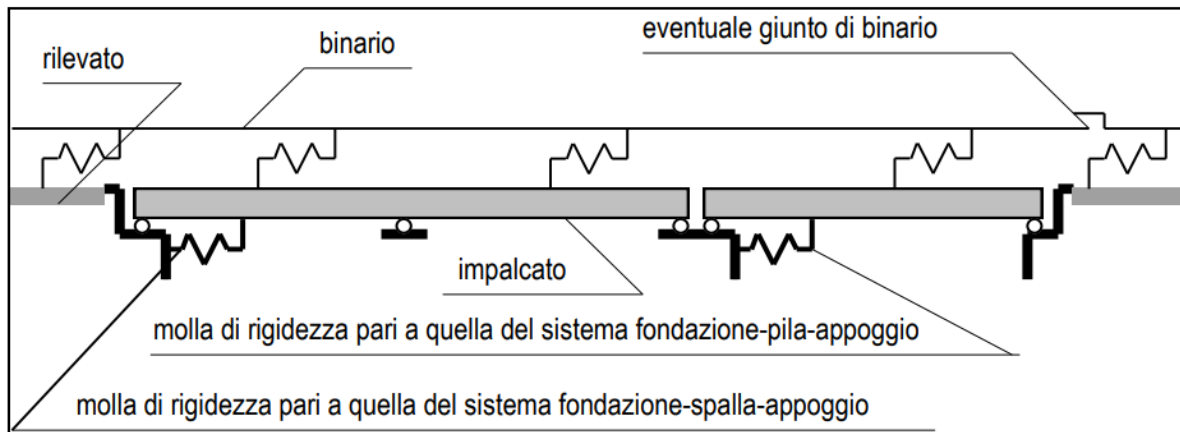


Fig. 2.5.1.4.5.3-3 - Schema di modello strutturale semplificato per valutare l'interazione.

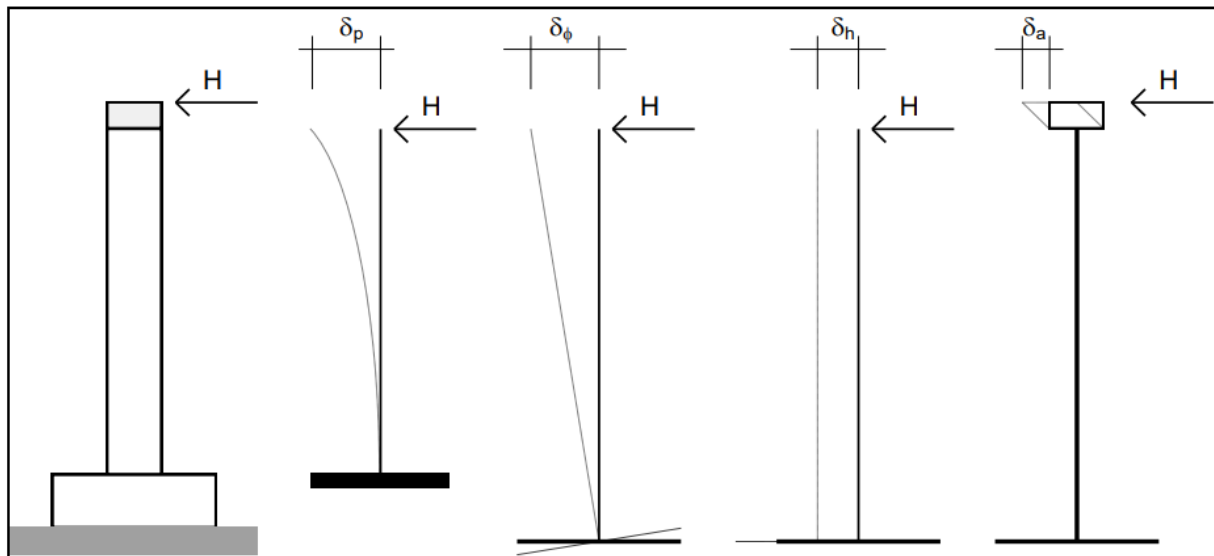


Fig. 2.5.1.4.5.3-4 - Individuazione dei contributi alla deformabilità complessiva del sistema fondazione-pila-appoggio

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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	167

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)	4,50	Altezza elevazione				
K (kN/m)	33346000	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				
Σ δ _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 		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 S2				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	168

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

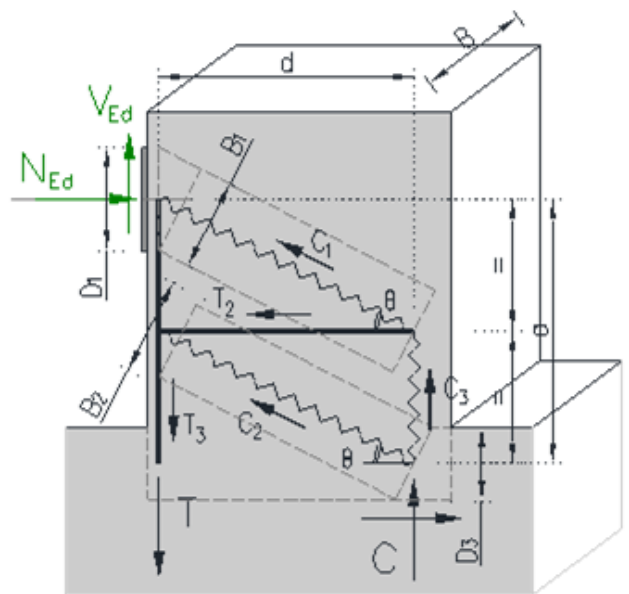
12.3.1.9 Ritegni trasversali

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}	86,7% VERIFICA OK						
σ_s (MPa)	339,42								
$T_w=T_2$ (kN)	5060,0								
A_{sw} (mm ²)	19109 (1Ø14/10/10)	σ_{Ed}/f_{yd}	67,7% VERIFICA OK						
σ_{sw} (MPa)	264,79								
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 S2

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	169

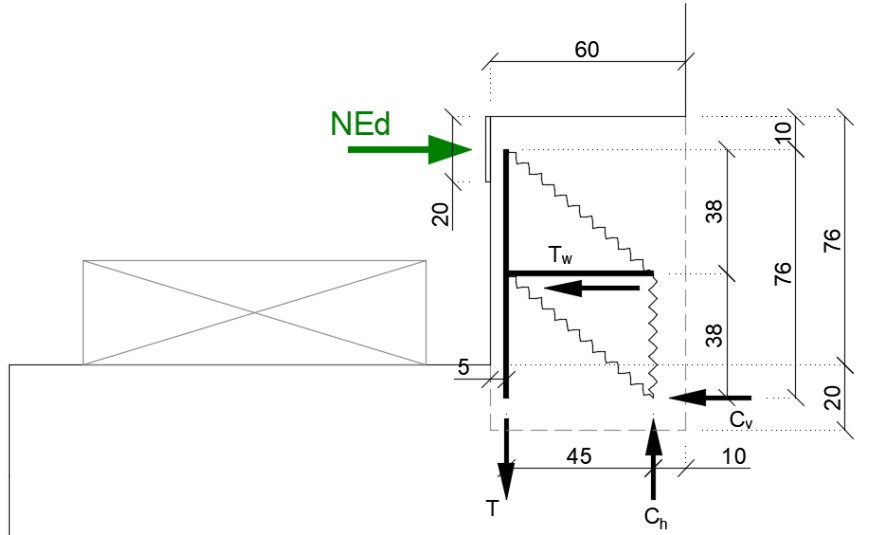


Figura 40 – Schema delle verifiche locali del ritegno longitudinale

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 S2	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	170

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 SP2	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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO	
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	171

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.
SLE PERM									
Max (kN)	±0	±0	+1050	±0	±0	+1050	±0	±0	+2000
Min (kN)	±0	±0	+950	±0	±0	+950	±0	±0	+1650
SLE									
Max (kN)	±200	±150	+2150	±0	±250	+2350	±0	±0	+3100
Min (kN)	-±600	-±50	+950	±0	-±50	+950	±0	±0	+1600
SLU PERM									
Max (kN)	±0	±0	+1450	±0	±0	+1450	±0	±0	+2750
Min (kN)	±0	±0	+1350	±0	±0	+1350	±0	±0	+2300
SLU									
Max (kN)	±300	±250	+3050	±0	±400	+3350	±0	±0	+4450
Min (kN)	-±850	-±50	+950	±0	-±100	+950	±0	±0	+1550
SLV q=1.00									
Max (kN)	±4600	±1950	+1550	±0	±3900	+1550	±0	±0	+2450
Min (kN)	-±4200	-±1950	+900	±0	-±3900	+900	±0	±0	+1550
TOTALE (kN)	±4600	±1950	±3050	±0	±3900	±3350	±0	±0	±4450
Spont. Max (mm)	-	-	-	±110	-	-	±110	±5	-

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 S2		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	04	04	002	C	172

14.2 ESCURSIONE DEI GIUNTI

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

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

E_1 spostamento dovuto alla variazione termica uniforme

E_2 spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica

E_3 spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate

k_1 coefficiente di non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo

k_2 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti

$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$ spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento d_E prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 delle NTC 2008

d_{Ee} spostamento corrispondente al periodo di vibrazione della pila ricavato dallo spettro elastico in termini di spostamento e $\mu_D = q$ per $T_1 \geq T_C$ oppure $\mu_D = 1 + (q-1) \cdot T_C / T_1$ per $T_1 < T_C$ e con la limitazione $\mu_D \leq 5q-4$ (q è il fattore di struttura).

d_{eg} spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 delle NTC 2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo di un punto può calcolarsi come $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$

a_g, S, T_C, T_D parametri sismici definiti ai capitoli precedenti

Nel caso in esame si ha che l'impalcato risulta vincolato con appoggi fissi al pulvino spalla, pertanto le fondazioni sono tra loro collegate e prive di spostamenti relativi, sia in condizione statica che sismica.

L'unico spostamento relativo al livello del giunto strutturale risulta in una minima deformazione termica del retrotrave, la quale escursione viene imposta con il valore convenzionale di ± 5 mm e un varco di dimensioni 50 mm.