

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Opere D'Arti Maggiori - Ponti e Viadotti Ferroviari Stradali

IV06 cavalcaferrovia al km 18+650.00

Relazione di calcolo spalle

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L I 0 2 0 2 D 7 8 C L I V 0 6 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	R. Michelangeli	Aprile 2019	G. Giustino 	Aprile 2019	B.M.Bianchi 	Aprile 2019	D. Tiberti Aprile 2019

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Tecnica
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Danilo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878

File: LI0202D78CLIV0600002A.docx

n. Elab.:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

INDICE

1	PREMESSA.....	5
1.1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3	MATERIALI.....	10
3.1	FONDAZIONI – PALI.....	10
3.2	ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE.....	10
3.3	ACCIAIO B450C.....	11
3.4	VERIFICA S.L.E.....	11
	3.4.1 Verifiche alle tensioni	11
	3.4.2 Verifiche a fessurazione.....	12
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	14
4.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO.....	14
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	15
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D’USO.....	15
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	15
5.3	AZIONI SISMICHE SULLE SPALLE.....	20
5.4	SOVRASPINTA SISMICA DEL TERRENO	21
6	VERIFICHE.....	23
6.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	23
	6.1.1 Verifiche geotecniche (GEO).....	23

6.1.2	Verifiche strutturali (STR)	23
6.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	24
6.2.1	Verifica di fessurazione.....	24
7	ANALISI E VERIFICHE SPALLA S1 (LATO APPOGGI FISSI)	26
7.1	GENERALITÀ	26
7.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE	26
7.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	27
7.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA.....	28
7.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA	29
7.6	ANALISI DEI CARICHI	32
7.6.1	Peso proprio elementi strutturali (g_1).....	32
7.6.2	Carichi trasmessi dall'impalcato.....	32
7.6.3	Sovraccarico terrapieno	32
7.6.4	Spinta statica (g_3).....	32
7.6.5	Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche	33
7.6.6	Incremento di spinta del terrapieno.....	34
7.6.7	Inerzia terrapieno	35
7.6.8	Inerzie strutturali	35
7.6.9	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	35
7.6.10	Riepilogo risultati	35
7.7	SOLLECITAZIONI	39

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	4 di 60

7.7.1	Muro paraghiaia.....	39
7.7.2	Muro frontale.....	39
7.7.3	Plinto di fondazione.....	41
7.8	PALI DI FONDAZIONE.....	43
7.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	44
7.9.1	Paraghiaia.....	46
7.9.2	Muro frontale.....	50
7.9.3	Zattera di fondazione.....	55
7.9.3.1	Unghia anteriore platea fondazione.....	55
7.9.4	Palo di fondazione L=24.0m.....	57

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	5 di 60

1 PREMESSA

La presente relazione riporta i calcoli statici e le verifiche di sicurezza relative alle spalle del cavalcaferrovia IV06, nell’ambito della progettazione definitiva della linea Termoli-Lesina.

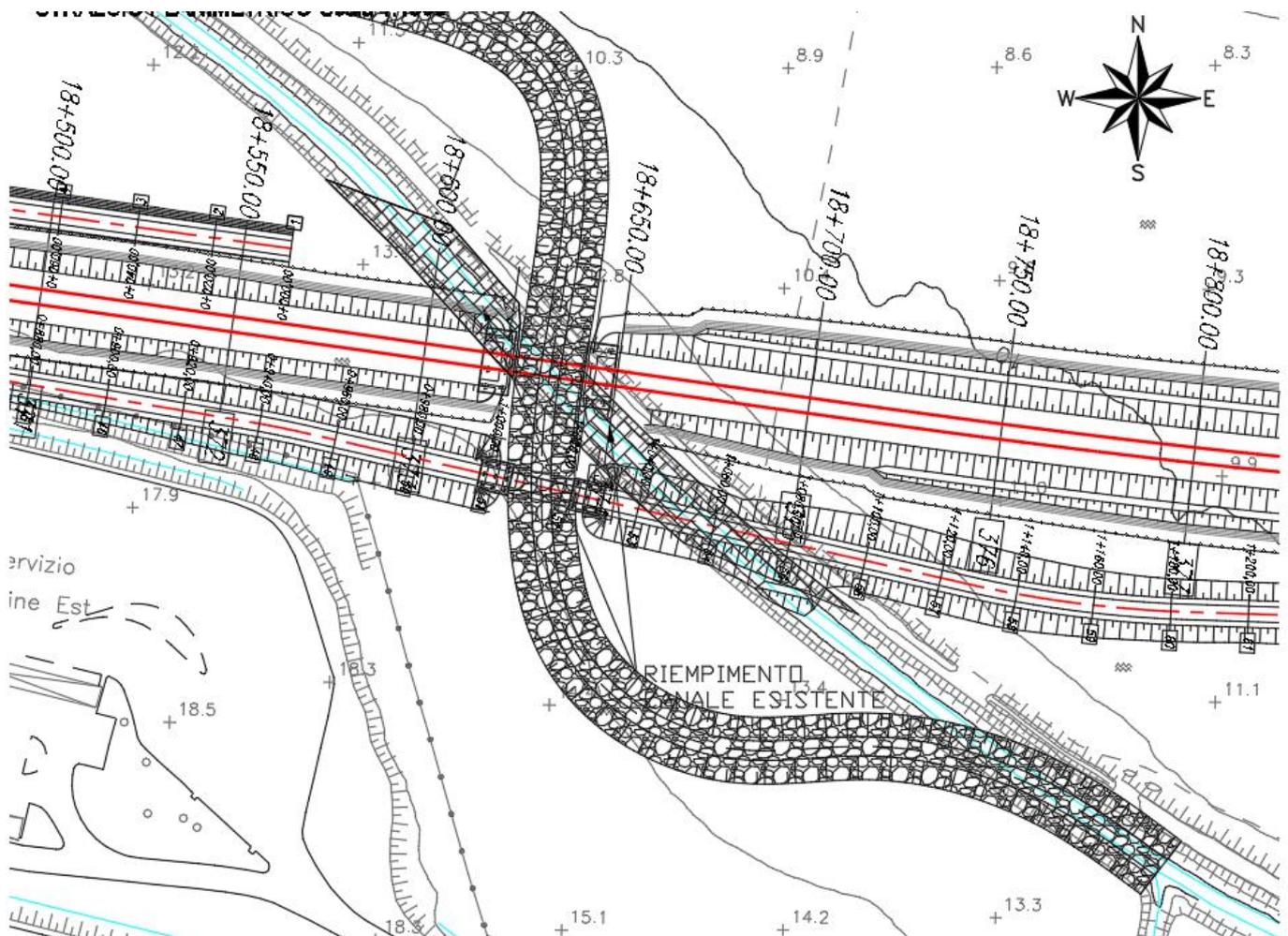


Fig. 1 – Stralcio planimetrico – ubicazione opera d’arte

Il cavalcaferrovia ha uno sviluppo di 22 m (20.80m in asse appoggi) ad unica campata.

Le strutture sono state progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, NTC 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” e Circolare n .617 “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A	FOGLIO 6 di 60

1.1 Descrizione della struttura

L'impalcato è caratterizzato da una parte pavimentata larga 4.00 m e da due cordoli laterali da 1.50 m, per una larghezza totale di 7.00 m.

L'impalcato è costituito da cinque travi in c.a.p. con sezione a T di altezza pari a 1.10m poste ad interasse di 1.00 m accostate. La soletta in cls è gettata in opera e presenta spessore variabile tra 0.25 e 0.35m.

Esso è vincolato alle sottostrutture mediante appoggi a cerniera sferica con superficie di rotazione rivestita con PTFE (Politetrafluoroetilene).

Le sottostrutture sono di tipo tradizionale, in particolare le spalle poggiano su 9 pali di diametro Ø1000.

Le spalle presentano un'altezza complessiva del paramento a tergo del terreno di circa 7.30 m identico per entrambe le spalle, spessore del fusto di 2.00 m; la zattera di fondazione ha spessore 1.70 m.

La trave paraghiaia che contiene il terreno immediatamente a ridosso dell'impalcato ha uno spessore di 40 cm per un'altezza di 1.80 m per entrambe le spalle.

Si riportano a seguire le immagini delle carpenteria dell'opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	7 di 60

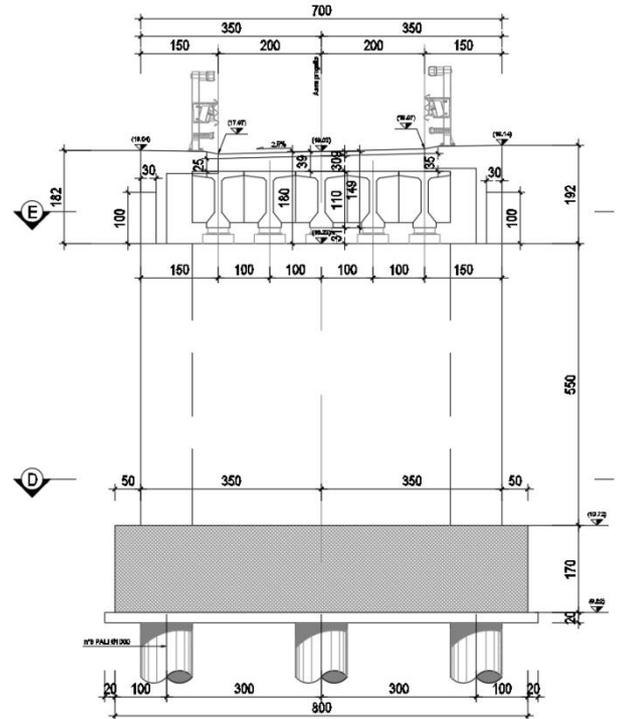
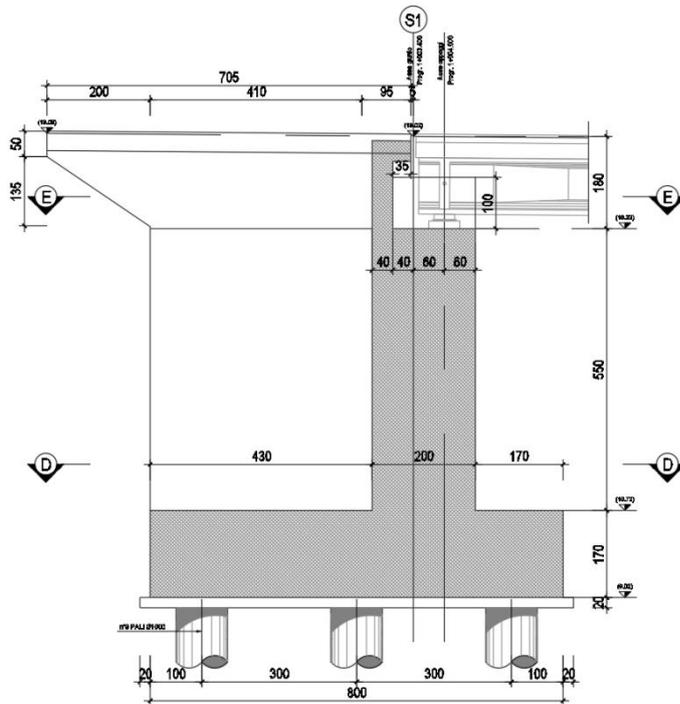


Fig. 2 – Spalla S1 - sezioni

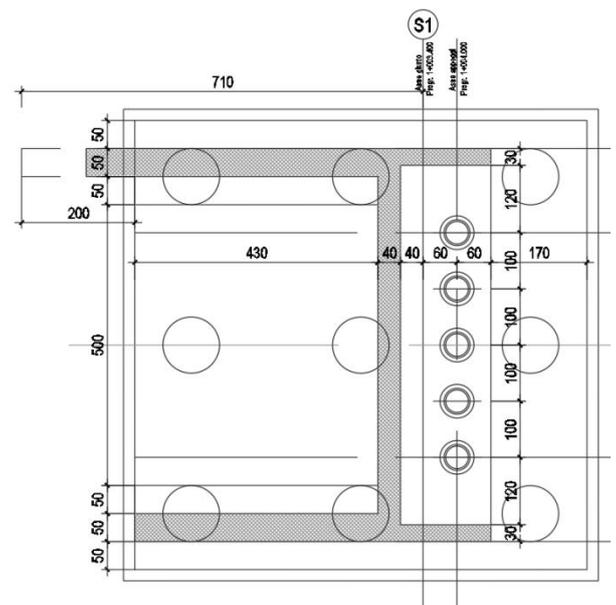
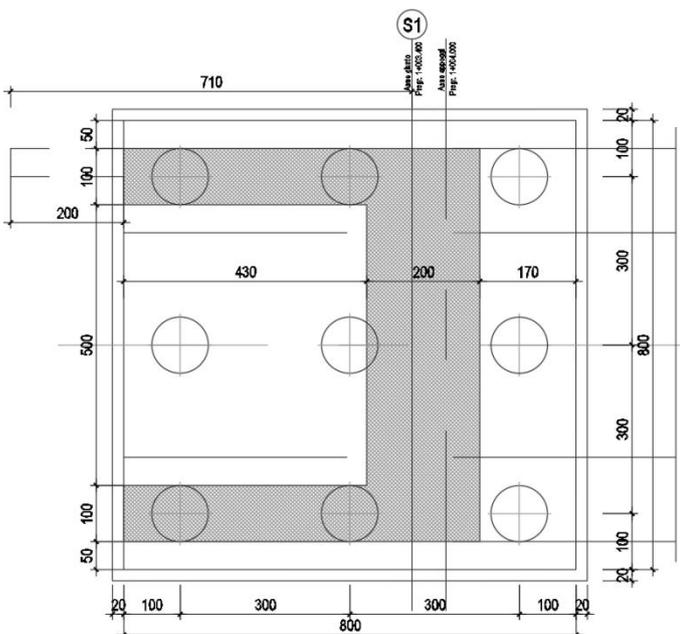


Fig. 3 – Spalla S1 - piante

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	8 di 60

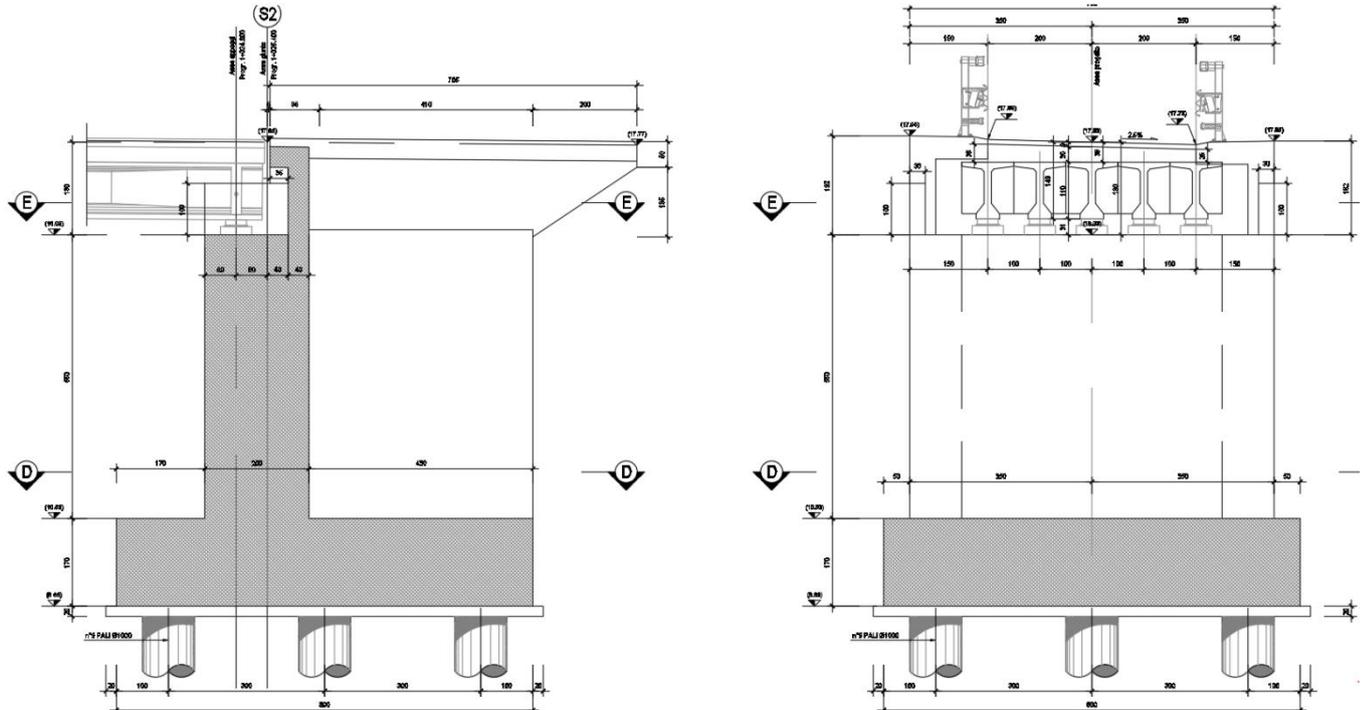


Fig. 4 –Spalla S2 - sezioni

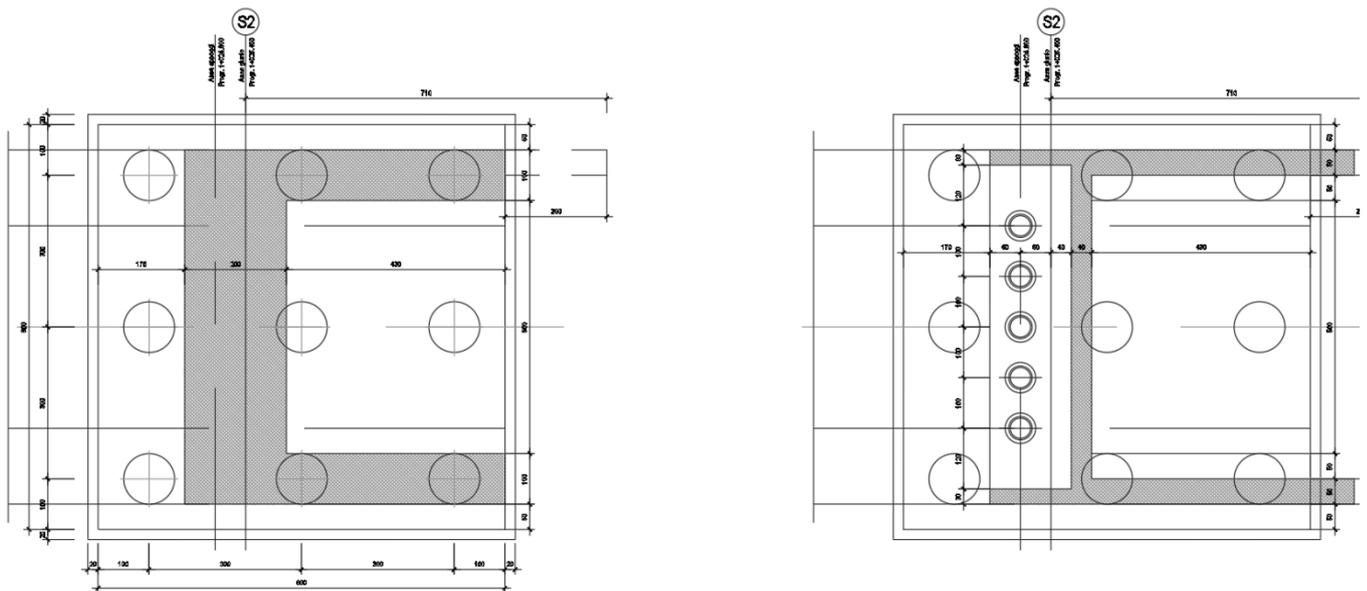


Fig. 5 –Spalla S2 - piante

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A	FOGLIO 9 di 60

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell’Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08;
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.
- Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

3 MATERIALI

3.1 Fondazioni – pali

Per le strutture in fondazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30: $f_{ck} \geq 25$ MPa $R_{ck} \geq 30$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24,90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32,90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16,60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14,11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1,79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3,07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

3.2 Elevazione sottostrutture

Per le strutture in elevazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4+XS1

C32/40: $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} \quad [R_{ck} < 50/60]$	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

3.3 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
Tensione di progetto:	$f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$
in cui $\gamma_m = 1.15$	$f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa};$
Modulo Elastico	$E_s = 210'000 \text{ MPa}.$

3.4 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

3.4.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento secondo quanto indicato in tabella precedente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

3.4.2 ___ Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 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

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \qquad w_2 = 0.3 \text{ mm} \qquad w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A	FOGLIO 13 di 60

– Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto ” C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione” della Circolare n.617/09.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0600 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 14 di 60</p>

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto per la trattazione completa dei parametri geologico e geotecnici.

4.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$\varphi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **B**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	16 di 60

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:
 LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:
 PROVINCIA:
 COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione



...a "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N

info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U

info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R

info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R

info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

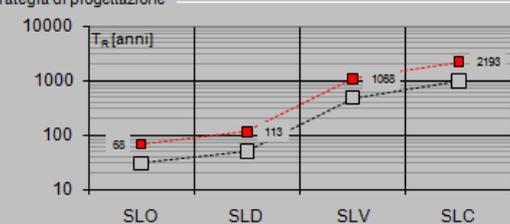
Tabella parametrizzazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T^*_c) per gli stati limite di normativa sono dunque:

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	17 di 60

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.074	2.499	0.307
SLD	113	0.094	2.523	0.319
SLV	1068	0.242	2.452	0.346
SLC	2193	0.315	2.440	0.354

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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;

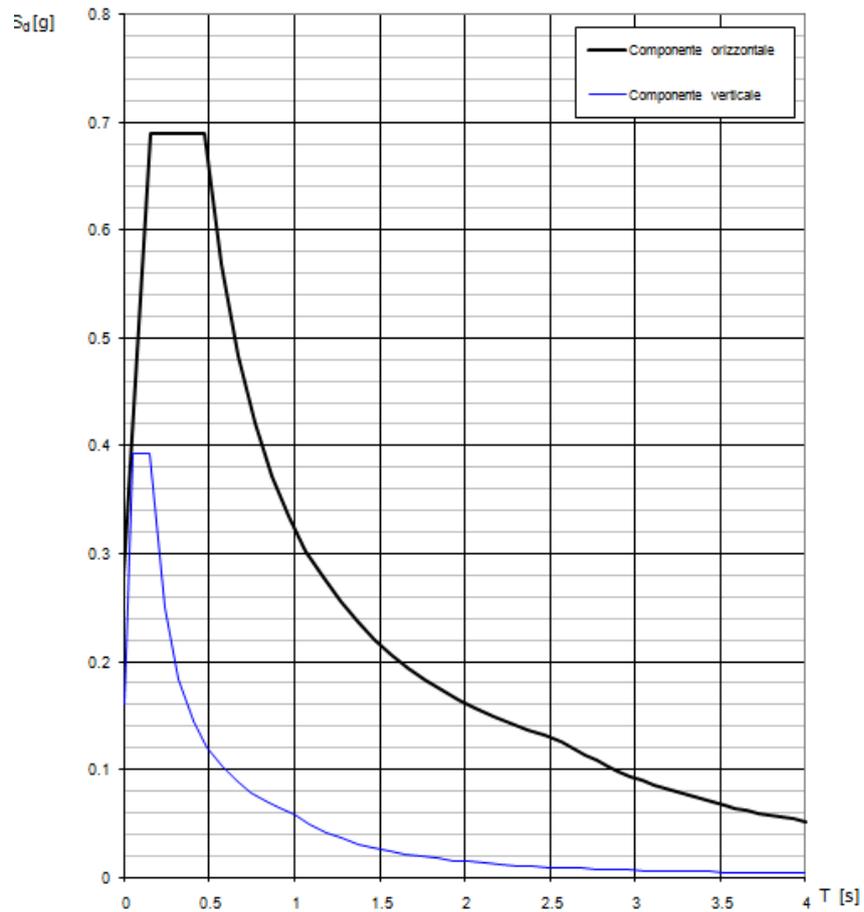
S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Le accelerazioni massime per i vari stati limite di normativa nelle condizioni di sito reali sono:

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	18 di 60

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



IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	19 di 60

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.242 g
F_0	2.452
T_C^*	0.346 s
S_s	1.163
C_C	1.360
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.163
η	1.000
T_B	0.157 s
T_C	0.470 s
T_D	2.567 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_0(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ 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	0.281
$T_B \leftarrow$	0.157	0.689
$T_C \leftarrow$	0.470	0.689
	0.570	0.568
	0.670	0.484
	0.770	0.421
	0.869	0.373
	0.969	0.334
	1.069	0.303
	1.169	0.277
	1.269	0.255
	1.369	0.237
	1.468	0.221
	1.568	0.207
	1.668	0.194
	1.768	0.183
	1.868	0.173
	1.968	0.165
	2.067	0.157
	2.167	0.149
	2.267	0.143
	2.367	0.137
	2.467	0.131
$T_D \leftarrow$	2.567	0.126
	2.635	0.120
	2.703	0.114
	2.771	0.108
	2.840	0.103
	2.908	0.098
	2.976	0.094
	3.044	0.090
	3.113	0.086
	3.181	0.082
	3.249	0.079
	3.317	0.076
	3.386	0.073
	3.454	0.070
	3.522	0.067
	3.590	0.064
	3.659	0.062
	3.727	0.060
	3.795	0.058
	3.863	0.056
	3.932	0.054
	4.000	0.052

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A	FOGLIO 20 di 60

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

5.3 Azioni sismiche sulle Spalle

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v , relativi allo stato limite considerato, sono posti pari all'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo $T=0$, per le due componenti orizzontali, mentre per la componente verticale viene considerata un'accelerazione pari alla metà di quella orizzontale.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

5.4 Sovrappinta sismica del terreno

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A	FOGLIO 22 di 60

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidezza relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia valutata con la teoria di Wood ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero:

$$\Delta S_s = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad H/2.

La spinta totale di progetto Ed esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20%.

$$E_d = S_{\text{stat}} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidezza relativa, il tipo di movimento e la massa dell'opera di sostegno, si assume che la forza dovuta alla spinta dinamica del terreno sia applicata a metà altezza del muro ed agisca con un'inclinazione rispetto alla normale al muro uguale a zero.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle</p>	<p>COMMESSA LI02</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0600 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 23 di 60</p>

6 VERIFICHE

6.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU)

6.1.1 Verifiche geotecniche (GEO)

Si rimanda alla relazione geotecnica allegata al presente progetto.

6.1.2 Verifiche strutturali (STR)

- Verifica al taglio

La verifica di resistenza di elementi in c.a. sprovvisti di specifiche armature trasversali resistenti a taglio si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm)

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$)

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione della sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$)

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm)

- Verifica a presso-flessione

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Con riferimento alla sezione pressoinflessa rappresentata in Figura 1 assieme al diagrammi $\sigma - \epsilon$ dell'acciaio, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

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

dove:

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a $N_{Rd} = N_{Ed}$;

N_{Ed} è il valore di progetto della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di progetto della componente flettente dell'azione.

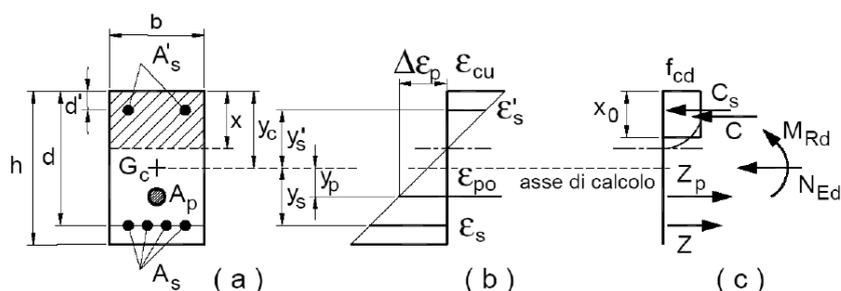
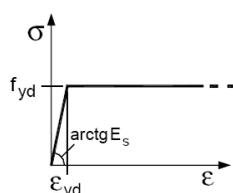


Figura 1 - Sezione presso-inflessa



Per l'acciaio d'armatura il diagramma tensioni-deformazioni è quello riportato nella figura sopra, mentre per il calcestruzzo si è assunto un diagramma rettangolare (stress-block) ottenuto considerando $x_0 = 0,80 x$.

6.2 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

6.2.1 Verifica di fessurazione

Con riferimento al D.M.14-01-2008, punto 4.1.2.2.4.1 per la verifica di fessurazione si prendono in considerazione le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazioni quasi permanenti

- combinazioni frequenti.

Il valore di calcolo dell'apertura delle fessure, w_k , può essere ottenuto con l'espressione:

$$w_k = 1.7 w_m = 1.7 \varepsilon_{sm} \Delta_{rm}$$

dove:

ε_{sm} = deformazione unitaria media delle barre d'armatura

Δ_{rm} = distanza media tra le fessure.

Come suggerito dalla normativa, in alternativa al calcolo diretto dell'ampiezza delle fessure, la verifica può riferirsi ai limiti di tensione dell'acciaio di armatura, definiti nelle tabelle C4.1.II e C4.1.III della Circolare di applicazione delle NTC, di seguito riportate.

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ_s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A	FOGLIO 26 di 60

7 ANALISI E VERIFICHE SPALLA S1 (LATO APPOGGI FISSI)

7.1 Generalità

Le due spalle presentano una configurazione a paramento di spessore 200 cm e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 100 cm. L'altezza delle due spalle (escluso paraghiaia) è identica ed è di circa 5.50 m per entrambe le spalle.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 40 cm ed altezza pari a circa 180cm.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 100cm collegate in testa da una platea di spessore 170cm.

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

7.2 Modelli a mensola per la verifica delle spalle

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia, muro frontale e muri laterali che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

7.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e, quindi, alle verifiche strutturali.

Si considerano le seguenti condizioni elementari:

- Condizione 1 : Peso proprio elementi strutturali (g1)
- Condizione 2 : Carichi permanenti portati (g2)
- Condizione 3 : Spinta statica (g3)
- Condizione 4 : Carichi mobili (q1+q2)
- Condizione 5 : Forza di frenatura (q3)
- Condizione 6 : Vento (q5)
- Condizione 7 : Sisma longitudinale (q6,L)
- Condizione 8 : Sisma trasversale (q6,T)
- Condizione 9 : Sisma verticale (q6,V)

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	28 di 60

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

Descrizione		Peso proprio	Permanenti	Centrifuga		ced. Vineolari	Ritiro	Var. termiche	Viscosità	C. mobili				Frenatura	Vento ponte carico	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z	attrito vineoli
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	0.60		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30				0.86
	C.C. GEO 2	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	0.60		1.15	1.15	1.15	1.15	0.00	0.78				0.86
	C.C. GEO 3	1.00	1.00	0.00		1.00	1.00	0.60		0.86	0.86	0.86	0.86	1.30	0.78				0.86
	C.C. GEO 4	1.00	1.00	1.30		1.00	1.00	0.60		0.86	0.86	0.86	0.86	0.00	0.78				0.86
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1	1.00	1.00	0.00			1.20	0.72		1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 2	1.35	1.35	0.00			1.20	0.72		1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 3	1.00	1.00	0.00			1.20	0.72		1.01	1.01	1.01	1.01	1.50	0.90				1.01
	C.C. SLU 4	1.35	1.35	0.00			1.20	0.72		1.01	1.01	1.01	1.01	1.50	0.90				1.01
	C.C. SLU 5	1.00	1.00	1.50			1.20	0.72		1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 6	1.35	1.35	1.50			1.20	0.72		1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.90				1.01
	C.C. SLU 7	1.00	1.00	0.00			1.20	0.72		1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.50				1.01
	C.C. SLU 8	1.35	1.35	0.00			1.20	0.72		1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.50				1.01
	C.C. SLU 9	1.00	1.00	0.00			1.20	0.72		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				1.01
	C.C. SLU 10	1.35	1.35	0.00			1.20	0.72		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				1.01
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara	1.00	1.00	1.00			1.00	0.72		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60				
	C.C. SLE Frequente	1.00	1.00	0.75			1.00	0.60		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.20				
	C.C. SLE Q.P.	1.00	1.00	0.00			1.00	0.50		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
SISMA	Sisma X Nmax+	1.00	1.00							0.20	0.20	0.20	0.20			1.00	0.30	0.30	
	Sisma Z Nmax+	1.00	1.00							0.20	0.20	0.20	0.20			0.30	0.30	1.00	
	Sisma Y Nmax+	1.00	1.00							0.20	0.20	0.20	0.20			0.30	1.00	0.30	
	Sisma X Nmax-	1.00	1.00							0.20	0.20	0.20	0.20			1.00	0.30	-0.30	
	Sisma Z Nmax-	1.00	1.00							0.20	0.20	0.20	0.20			0.30	0.30	-1.00	
Sisma Y Nmax-	1.00	1.00							0.20	0.20	0.20	0.20			0.30	1.00	-0.30		

7.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- Lunghezze = m
- Forze = kN

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

LI02

02 D 78

CL

IV0600 002

A

29 di 60

7.5 Geometria della spalla

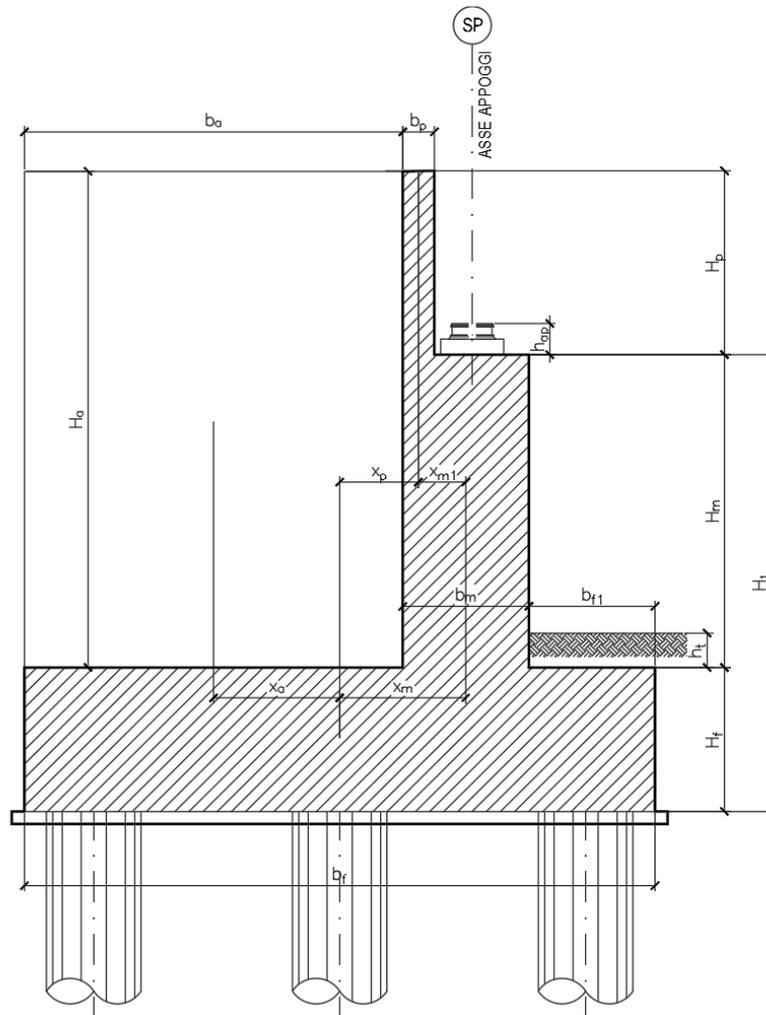


Figura 2 – Significato dei simboli: sezione

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	30 di 60

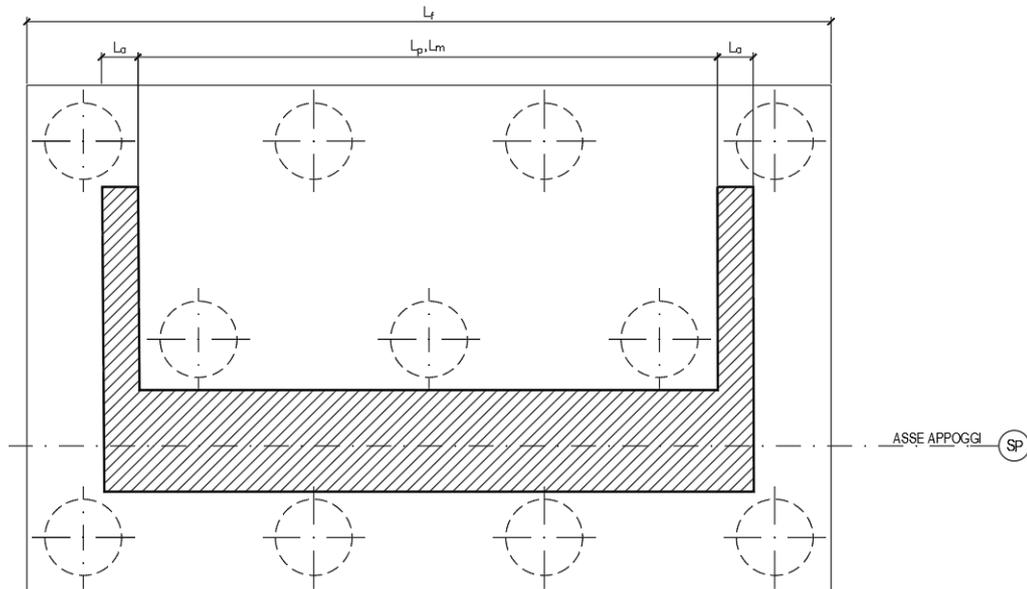


Figura 3 – Significato dei simboli: pianta

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	31 di 60

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	20.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{sp}	0.30	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	7.50	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	1.80	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.4	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	6.00	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		6.00	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	0.50	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	5.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	5.00	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	1.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-0.80	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.40	m
Plinto			
Altezza	H_f	1.70	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	8.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	8.00	m
Mensola anteriore plinto	b_{f1}	1.70	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		1.70	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	7.25	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.00	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	4.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.85	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	$K_0 = 0.426$
Sisma			
S_s		1.163	
a_g		0.242	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.281	
Mononobe e Okabe	K_{AE}		
% carico accidentale su rilevato in fase sismica		20%	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.141	
% del carico mobile su impalcato nell'azione sismica		20%	

Tabella 2 – Dati di input

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.6 Analisi dei carichi

7.6.1 ___ Peso proprio elementi strutturali (g₁)

➤ *Peso proprio strutture*

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

7.6.2 ___ Carichi trasmessi dall'impalcato

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato, a cui si rimanda per le reazioni sugli appoggi derivanti dall'analisi dell'impalcato (un appoggio fisso centrale e due appoggi unidirezionali longitudinali ai lati):

Appoggio	Descrizione carico	A			B			C			D			E			biz [m]	Mx [kNm]	My [kNm]	
		FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	FX [kN]	FY [kN]				
	Peso proprio+permanenti	g ₁ +g ₂	331			248			247			248			331			0.00	0	0
	C. Mobili disposiz. A - Max	q _{1a}	268			232			195			158			119			0.00	372	0
	Frenatura	q ₃		83		83			83			83			83			1.50	0	624
	Vento a ponte carico	q ₅					125						125					2.27	0	0
	Sisma longitudinale	q ₆		90		90			90			90			90			0.85	0	383
	Sisma trasversale	q ₆					225						225					0.85	0	0
	Sisma verticale	q ₆	54			41			40			39			50			0.00	10	0
	Attrito dei vincoli	q ₇		18		14			13			12			14			0.00	0	0

7.6.3 ___ Sovraccarico terrapieno

A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

7.6.4 ___ Spinta statica (g₃)

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico γ , su una parete di altezza H, risulta:

$$S_o = 1/2 * \gamma * H^2 * K_o \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di K_o è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume $K_o = 1 - \sin \phi$ (si rimanda alla tabella 2: dati di input).

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (1/3 H rispetto alla base della parete).

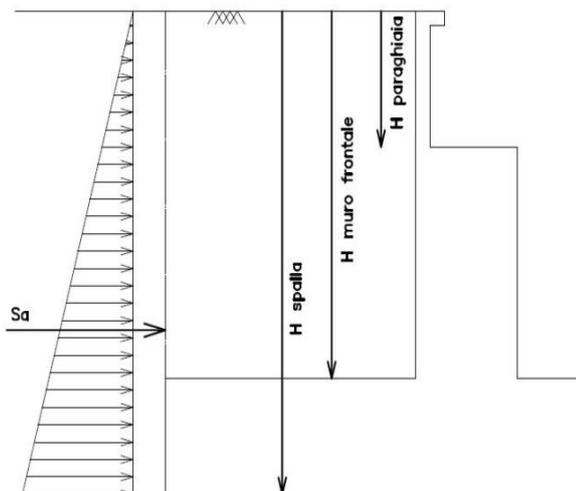


Fig. 6 Spinta statica terreno di riporto

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

Parametri Geotecnici Terreno di riempimento		
γ [kN/m³]	φ' [°]	c' [kPa]
20	35	0

Tabella 3 – Caratteristiche terreno di riempimento

7.6.5 ___ Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 20.0 \text{ kN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

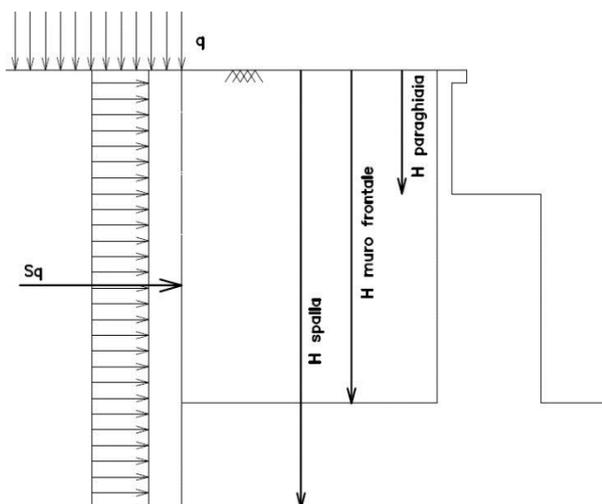


Fig. 7 : Spinta statica sovraccarico accidentale

$$S_q = 20 * 0.426 = 8.52 \text{ kN/ m}^2$$

7.6.6 ___ Incremento di spinta del terrapieno

L'incremento dinamico della spinta del terrapieno è stata valutata in accordo alla formulazione data da Wood, generalmente impiegata per muri rigidamente vincolati in cui si associa tale incremento alla spinta litostatica valutata con coefficiente di spinta a riposo K_0 .

L'incremento di spinta è proporzionale all'altezza del fronte di spinta e del coefficiente sismico orizzontale, mentre non dipende dal tipo di terreno, questo perché è una teoria basata sulla propagazione dell'onda sismica in un mezzo elastico isotropo, quindi lontano dalle condizioni di rottura del terreno. Il valore di tale incremento è :

$$\Delta PE = \gamma_s * H_s^2 * k_h$$

Dove:

γ_s peso specifico del terreno adottata

k_h coefficiente sismico orizzontale

H_s altezza complessiva del fronte di spinta

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.6.7 ___ Inerzia terrapieno

Si valutano le inerzie legate alla massa del terrapieno confinato a tergo:

$$F_{i,T} = k_h \cdot W_{terr} \text{ (si rimanda alle tabelle seguenti "azioni sulla spalla")}$$

7.6.8 ___ Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = k_h \cdot W_{str}$$

7.6.9 ___ Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

N, M_l, M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l, J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l, H_t

sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

7.6.10 ___ Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
 per NV14B
 Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	36 di 60

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.
- Per i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M. Il momento sul singolo palo viene calcolato come $M = T * \lambda/2$, essendo λ la lunghezza elastica del palo immerso in un terreno alla Winkler con costante k.

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	108			0.00	0.00	0.90	0	0
Rinterro	g3		83		0.00	0.00	0.60	0	50
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	1.80	0	324
Sovr. acc. sul rilevato			92		0.00	0.00	0.90	0	83

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	30	0	0.00	0.00	0.90	0	27
Rinterro	Spinta		83				0.60	0	50
	Inerzia		94				0.90	0	85
	Sovraspinta		-193				0.90	0	-174
Rinterro [totale]			-16					0	-40
Sovr. acc. sul rilevato			18		0.00	0.00	0.90	0	17
Totale generale			32					0	4

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	30	0.00	0.00	0.90	27	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	15	0	0	0.00	0.00	0.90	0	0

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	37 di 60

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	108	0	0	-0.80		6.40	0	-86
Muro frontale	g1	1375	0	0			2.75	0	0
Totale Permanenti		1483	0	0				0	-86
Rinterro	g3		1591	0			2.43	0	3871
Sovr. acc. sul rilevato			374	0			3.65	0	1363

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		30		-0.80	0.00	6.40	0	195
Muro frontale	q6		387		0.00	0.00	2.75	0	1064
Rinterro	Spinta		1591				2.43	0	3871
	Inerzia		1500				3.65	0	5474
	Sovraspinta		-3181				3.65	0	-11612
Rinterro [totale]			-91					0	-2267
Sovr. acc. sul rilevato			75				3.65	0	273
Totale generale			401					0	-736

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			30	-0.80	0.00	6.40	195	0
Muro frontale	q6			387	0.00	0.00	2.75	1064	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				417				1259	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	15			-0.80	0.00	6.40	0	-12
Muro frontale	q6	193			0.00	0.00	2.75	0	0
Totale generale		209						0	-12

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	38 di 60

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	108			0.50	0.00	8.10	0	54
Muro frontale	g1	1375			1.30	0.00	4.45	0	1788
Plinto	g1	2720			0.00	0.00	0.85	0	0
Muri andatori	g1	1559			-1.85	0.00	5.33	0	-2884
Totale Permanenti		5762						0	-1042
Rinterro	g3	3118			-1.85	0.00	5.33	0	-5767
Ricop. Plinto	g3	398			1.85	0.00	2.20	0	736
Sovr. acc. sul rilevato		516			-1.85	0.00	9.00	0	-955
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		2418		-1.85	0.00	3.00	0	7253
Sovr. acc. sul rilevato			461		0.00	0.00	4.50	0	2072

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s		30		0.50	0.00	8.10	0	246
Muro frontale	q _s		387		1.30	0.00	4.45	0	1722
Plinto	q _s		766		0.00	0.00	0.85	0	651
Muri andatori	q _s		439		-1.85	0.00	5.33	0	2336
Rinterro	Spinta		2418		-1.85	0.00	3.00	0	7253
	Inerzia		877		-1.85	0.00	3.65	0	3203
	Sovraspinta		3192		-1.85	0.00	4.50	0	14362
Rinterro [totale]			6487				5.33	0	24818
Sovr. acc. sul rilevato		86.00	92		-1.85		5.33	0	-49
Totale generale			8201						29725

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s			30	0.50	0.00	8.10	246	0
Muro frontale	q _s			387	1.30	0.00	4.45	1722	0
Plinto	q _s			766	0.00	0.00	0.85	651	0
Muri andatori	q _s			439	-1.85	0.00	5.33	2336	0
Rinterro	Spinta			2418	-1.85	0.00	2.98	7213	0
	Inerzia			877	-1.85		3.65	3203	0
	Sovraspinta			287			4.48	1285	0
Rinterro [totale]				3582				11701	0
Sovr. acc. sul rilevato		86.00	92		-1.85		9.00	829	-159
Totale generale				5296				17485	-159

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s	15			0.50	0.00	8.10	0.00	8
Muro frontale	q _s	193			1.30	0.00	4.45	0.00	252
Plinto	q _s	383			0.00	0.00	0.85	0.00	0
Muri andatori	q _s	219			-1.85	0.00	5.33	0.00	-406
Rinterro	q _s	811			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	439			1.85	0.00	2.20	0.00	812
Totale generale		2060						0.00	665

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.7 Sollecitazioni

7.7.1___Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta a riposo del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta attiva e sismica del rilevato, dalle masse del muro e della mensola. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA				
		COMB. DI CARICO	N _{z,A} [kN]	M _{yy} [kNm]	M _{xx} [kNm]	T _{x,A} [kN]
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1	108	50	0	83	0
	C.C. GEO 2	108	145	0	189	0
	C.C. GEO 3	498	542	0	396	0
	C.C. GEO 4	108	121	0	162	0
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1	108	162	0	207	0
	C.C. SLU 2	146	179	0	236	0
	C.C. SLU 3	558	620	0	446	0
	C.C. SLU 4	596	637	0	475	0
	C.C. SLU 5	108	134	0	176	0
	C.C. SLU 6	146	151	0	205	0
	C.C. SLU 7	108	133	0	175	0
	C.C. SLU 8	146	150	0	204	0
	C.C. SLU 9	108	50	0	83	0
	C.C. SLU 10	146	67	0	112	0
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara	408	457	0	355	0
	C.C. SLE Freq.	333	355	0	287	0
	C.C. SLE Q.P.	108	50	0	83	0
SISMA	Sisma X Nmax+	305	21	8	51	9
	Sisma Z Nmax+	123	18	8	28	9
	Sisma Y Nmax+	113	18	27	28	30
	Sisma X Nmax-	103	21	8	51	9
	Sisma Z Nmax-	93	18	8	28	9
	Sisma Y Nmax-	103	18	27	28	30

Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia

7.7.2___Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno di riempimento.

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE					
		COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Myy [kNm]	Mxx [kNm]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1		2888	4703	1885	1652	325
	C.C. GEO 2		4007	6719	1986	2082	195
	C.C. GEO 3		3727	10163	1772	2515	195
	C.C. GEO 4		3727	6215	1772	1974	195
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1		4201	7131	2309	2167	225
	C.C. SLU 2		5212	8652	2309	2724	225
	C.C. SLU 3		3873	11095	2058	2665	225
	C.C. SLU 4		4884	12616	2058	3222	225
	C.C. SLU 5		3873	6540	2058	2041	225
	C.C. SLU 6		4884	8061	2058	2598	225
	C.C. SLU 7		3861	6518	2918	2036	375
	C.C. SLU 8		4872	8039	2918	2593	375
	C.C. SLU 9		2888	4765	0	1663	0
	C.C. SLU 10		3899	6286	0	2220	0
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara		3861	9136	1613	2380	150
	C.C. SLE Frequente		3618	7938	848	2183	50
	C.C. SLE Q.P.		2888	4346	0	1591	0
SISMA	Sisma X Nmax+		3213	6023	533	926	260
	Sisma Z Nmax+		3516	4496	547	330	260
	Sisma Y Nmax+		3213	4442	1414	330	868
	Sisma X Nmax-		2953	5976	520	926	260
	Sisma Z Nmax-		2649	4341	505	330	260
	Sisma Y Nmax-		2953	4395	1401	330	868

Tabella 5 – Sollecitazioni alla base del muro frontale

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.

7.7.3___ Plinto di fondazione

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

		CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE				
		COMB. DI CARICO	Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]
AZIONI SLU GEO	C.C. GEO 1	10351	2468	325	3100	3380
	C.C. GEO 2	11926	2997	195	3255	6333
	C.C. GEO 3	11532	3298	195	2972	9651
	C.C. GEO 4	11532	2865	195	2972	5595
AZIONI SLU STR	C.C. SLU 1	12200	3098	225	3676	6912
	C.C. SLU 2	15822	3944	225	3908	7964
	C.C. SLU 3	11737	3442	225	3345	10725
	C.C. SLU 4	15360	4288	225	3576	11777
	C.C. SLU 5	11737	2943	225	3345	6045
	C.C. SLU 6	15360	3789	225	3576	7097
	C.C. SLU 7	11720	2937	375	4457	6013
	C.C. SLU 8	15343	3783	375	4689	7065
	C.C. SLU 9	10351	2476	0	663	3445
	C.C. SLU 10	13974	3323	0	894	4497
AZIONI SLE	C.C. SLE Rara	11720	3211	150	2770	8694
	C.C. SLE Frequente	11378	3013	50	1774	7272
	C.C. SLE Q.P.	10351	2418	0	663	3006
SISMA	Sisma X Nmax+	11666	8743	1724	6414	30668
	Sisma Z Nmax+	13266	2687	1724	6428	7963
	Sisma Y Nmax+	11666	2687	5746	21017	7229
	Sisma X Nmax-	10294	8743	1724	6401	30040
	Sisma Z Nmax-	8695	2687	1724	6386	5867
	Sisma Y Nmax-	10294	2687	5746	21004	6601

Tabella 6 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA

Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	42 di 60

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni, derivanti dal modello di calcolo, sono comprensive dei coefficienti γ_G e γ_Q previsti dalla normativa.

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
C.C. SLU 1	12200	3098	225	3676	6912	1944	767	345
C.C. SLU 2	15822	3944	225	3908	7964	2418	1098	439
C.C. SLU 3	11737	3442	225	3345	10725	2086	523	383
C.C. SLU 4	15360	4288	225	3576	11777	2560	854	477
C.C. SLU 5	11737	2943	225	3345	6045	1826	783	328
C.C. SLU 6	15360	3789	225	3576	7097	2300	1114	422
C.C. SLU 7	11720	2937	375	4457	6013	1884	721	329
C.C. SLU 8	15343	3783	375	4689	7065	2358	1052	422
C.C. SLU 9	10351	2476	0	663	3445	1378	922	275
C.C. SLU 10	13974	3323	0	894	4497	1852	1253	369
						2560	523	477

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
Sisma X Nmax+	11666	8743	1724	6414	30668	3356	-764	990
Sisma Z Nmax+	13266	2687	1724	6428	7963	2273	674	355
Sisma Y Nmax+	11666	2687	5746	21017	7229	2865	-273	705
Sisma X Nmax-	10294	8743	1724	6401	30040	3168	-881	990
Sisma Z Nmax-	8695	2687	1724	6386	5867	1647	285	355
Sisma Y Nmax-	10294	2687	5746	21004	6601	2677	-390	705
						3356	-881	990

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
C.C. SLE Rara	11720	3211	150	2770	8694	1939	665	357
C.C. SLE Frequente	11378	3013	50	1774	7272	1767	762	335
C.C. SLE Quasi permanenti	10351	2418	0	663	3006	1354	946	269

Tabella 9 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
 per NV14B
 Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	44 di 60

7.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	C.C. GEO 3	498	396	0	0	542
	Tx,A _{max}	C.C. GEO 3	498	396	0	0	542
	Ty,A _{max}	C.C. GEO 1	108	83	0	0	50
	Mxx _{max}	C.C. GEO 1	108	83	0	0	50
	Myy _{max}	C.C. GEO 3	498	83	0	0	542
SLU STR	Nz,A _{max}	C.C. SLU 4	596	475	0	0	637
	Tx,A _{max}	C.C. SLU 4	596	475	0	0	637
	Ty,A _{max}	C.C. SLU 1	108	207	0	0	162
	Mxx _{max}	C.C. SLU 1	108	207	0	0	162
	Myy _{max}	C.C. SLU 4	596	207	0	0	637
SLE		C.C. SLE Rara	408	355	0	0	457
		C.C. SLE Freq.	333	287	0	0	355
		C.C. SLE Q.P.	108	83	0	0	50
SISMA	Nz,A _{max}	Sisma X Nmax+	305	51	9	8	21
	Tx,A _{max}	Sisma X Nmax+	305	51	9	8	21
	Ty,A _{max}	Sisma Y Nmax+	113	28	30	27	18
	Mxx _{max}	Sisma Y Nmax+	113	28	9	27	18
	Myy _{max}	Sisma X Nmax+	305	28	9	8	21

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
 per NV14B

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	45 di 60

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
 INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	C.C. GEO 2	4007	2082	195	1986	6719
	Tx,A _{max}	C.C. GEO 3	3727	2515	195	1772	10163
	Ty,A _{max}	C.C. GEO 1	2888	1652	325	1885	4703
	Mxx _{max}	C.C. GEO 2	4007	2082	195	1986	6719
	Myy _{max}	C.C. GEO 3	3727	2082	195	1772	10163
SLU STR	Nz,A _{max}	C.C. SLU 2	5212	2724	225	2309	8652
	Tx,A _{max}	C.C. SLU 4	4884	3222	225	2058	12616
	Ty,A _{max}	C.C. SLU 7	3861	2036	375	2918	6518
	Mxx _{max}	C.C. SLU 7	3861	2036	225	2918	6518
	Myy _{max}	C.C. SLU 4	4884	2036	225	2058	12616
SLE		C.C. SLE Rara	3861	2380	150	1613	9136
		C.C. SLE Frequente	3618	2183	50	848	7938
		C.C. SLE Q.P.	2888	1591	0	0	4346
SISMA	Nz,A _{max}	Sisma Z Nmax+	3516	330	260	547	4496
	Tx,A _{max}	Sisma X Nmax+	3213	926	260	533	6023
	Ty,A _{max}	Sisma Y Nmax+	3213	330	868	1414	4442
	Mxx _{max}	Sisma Y Nmax+	3213	330	260	1414	4442
	Myy _{max}	Sisma X Nmax+	3213	330	260	533	6023

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
 INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	C.C. GEO 2	11926	2997	195	3255	6333
	Tx,A _{max}	C.C. GEO 3	11532	3298	195	2972	9651
	Ty,A _{max}	C.C. GEO 1	10351	2468	325	3100	3380
	Mxx _{max}	C.C. GEO 2	11926	2997	195	3255	6333
	Myy _{max}	C.C. GEO 3	11532	2997	195	2972	9651
SLU STR	Nz,A _{max}	C.C. SLU 2	15822	3944	225	3908	7964
	Tx,A _{max}	C.C. SLU 4	15360	4288	225	3576	11777
	Ty,A _{max}	C.C. SLU 7	11720	2937	375	4457	6013
	Mxx _{max}	C.C. SLU 8	15343	3783	225	4689	7065
	Myy _{max}	C.C. SLU 4	15360	3783	225	3576	11777
SLE	Nz,A _{max}	C.C. SLE Rara	11720	2770	8694	150	3211
		C.C. SLE Frequente	11378	1774	7272	50	3013
		C.C. SLE Q.P.	10351	663	3006	0	2418
SISMA	Nz,A _{max}	Sisma Z Nmax+	13266	2687	1724	6428	7963
	Tx,A _{max}	Sisma X Nmax+	11666	8743	1724	6414	30668
	Ty,A _{max}	Sisma Y Nmax+	11666	2687	5746	21017	7229
	Mxx _{max}	Sisma Y Nmax+	11666	2687	1724	21017	7229
	Myy _{max}	Sisma X Nmax+	11666	2687	1724	6414	30668

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.9.1 ___ Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 40x600 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 16/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 16/20$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 12/20$

$A'_s = \phi 12/20$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	188.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	336430	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	31.00	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1^* \beta 2$:	1.00	

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	47 di 60

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Comb.Rare - Sf Limite: 3375.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	600.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	54Ø14	(83.1 cm ²)
Barre superiori:	51Ø14	(78.5 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	9.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	63700	47500	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	45700

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	35500 (122803)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	5000 (122803)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.3 cm

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	48 di 60

Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 8.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	63700	-22	173055	2.717	53.8	0.12	0.70	161.6 (54.8)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00155	51.0	-0.02511	9.0

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	47500	155144	51.0	600.0	0.0053	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	24.8	60.0	0.0	47.8	-1181	51.0	15.9	9561	83.1	11.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00073	0.00019	0.50	0.60	0.000354 (0.000354)	556	0.197 (0.20)	122803

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	19.2	60.0	0.0	47.8	-917	51.0	15.9	9561	83.1	11.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00057	0.00014	0.50	0.60	0.000275 (0.000275)	556	0.153 (0.20)	122803

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.7	60.0	0.0	47.8	-129	51.0	15.9	9561	83.1	11.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00008	0.00002	0.50	0.40	0.000039 (0.000039)	556	0.022 (0.20)	122803

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli 9Ø8/m²

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.9.2 ___ Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 200x500 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 26/10$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 24/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 24/20$ (lato esterno)

Spille 13 $\phi 24/m^2$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	188.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	94.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	336430	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	31.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	182.60	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	132.80	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²	

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	51 di 60

Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^* \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^* \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-250.0	0.0
2	-250.0	200.0
3	250.0	200.0
4	250.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-241.0	9.0	26
2	-241.0	191.0	26
3	241.0	191.0	26
4	241.0	9.0	26
5	-241.0	16.0	26
6	241.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	48	26
2	2	3	48	26
3	5	6	24	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	1261600	0	322200	0

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	913600	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	793800 (1302810)	0 (0)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	434600 (1302810)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	---------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

1 S 0 1261600 0 0 2697557 0 2.14403.5(171.1)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00064	0.247	-250.0	200.0	0.00052	-241.0	191.0	-0.00196	-241.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000013612	-0.002079009	0.247	0.749

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	322200	2785966	2201225	191.0	500.0	2.500	1.000	19.2	130.9(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	54 di 60

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	32.7	-250.0	200.0	-1330	-162.3	9.0	14250	403.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.500	26.0	77	0.00040 (0.00040)	418	0.167 (0.20)	1302810	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	28.4	-250.0	200.0	-1156	-93.4	9.0	14250	403.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00062	0	0.500	26.0	77	0.00035 (0.00035)	418	0.145 (0.20)	1302810	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	15.5	-250.0	200.0	-633	-231.2	9.0	14250	403.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00034	0	0.500	26.0	77	0.00019 (0.00019)	418	0.079 (0.20)	1302810	0

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

7.9.3 ___ Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 2300 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 658 \text{ kN (CC. SLV)}$$

7.9.3.1 Unghia anteriore platea fondazione

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 d_p (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

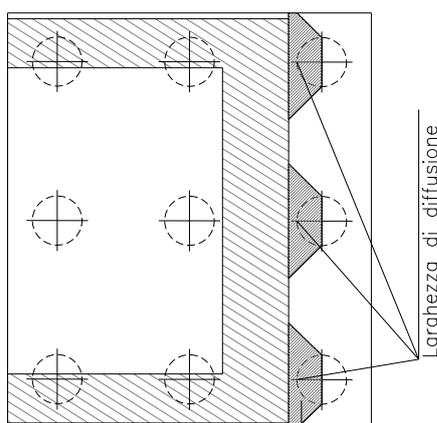


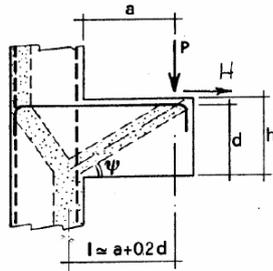
Figura 4 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 617 del 02-02-09.

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	56 di 60

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTO.



P,H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

P_r : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_r = P_{Rs} = \left(A_s f_{yd} - H_{Ed} \right) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d)$$

P_{Rc} : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- 1 $P_r \geq P_{Ed}$
- 2 $P_{Rc} \geq P_{Rs}$

Dati di progetto

$b(m) =$	3.20	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	3356.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	-990.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	1.70	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	1.70	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	0.10	m	copriferro riferito al baricentro delle armature compressive in trazione
$d(m) =$	1.60	m	altezza utile
$l(m) =$	2.02	m	$a + 0,2d$
$\lambda =$	1.40		$\lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d)$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

$c(m) = 1.00$

Caratteristiche Materiali

$f_{cd} =$	16.5	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1						
$n^\circ R1 =$	1	$\phi 1(mm) =$	22.0	$p1(cm) =$	10.0	$\theta 1^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	380.13	$nb \text{ tot } 1 =$	32.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	12164.24	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	12164.24

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

Verifiche di resistenza

$$\Psi = \boxed{0.619} \text{ rad} = \boxed{35.48} ^\circ$$

$$P_{RS} = \boxed{4096.3} \text{ KN} \quad \boxed{PR_s > PE_d - \text{Verifica Soddisfatta}}$$

$$P_{RC} = \boxed{11386.3} \text{ KN} \quad \boxed{PR_c > PR_s - \text{Verifica Soddisfatta}}$$

7.9.4 ___ Palo di fondazione L=24.0m

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 1.63$ (vedi relazione geotecnica generale §9.2)

$$N_{\max} = 3356 \text{ kN} \quad T = 990 \text{ kN} \quad M = 990 * 1.63 = 1614 \text{ kNm}$$

$$N_{\max} = -881 \text{ kN} \quad T = 990 \text{ kN} \quad M = 990 * 1.63 = 1614 \text{ kNm}$$

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 100 \text{ cm}$

$$A_s = 30 + 15 \phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/15$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 24.00 \text{ m}$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm ²

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	58 di 60

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.0	30	26
2	0.0	0.0	37.0	15	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	335600	161400	99000
2	-88100	161400	99000

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA					
	IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria) per NV14B Relazione di calcolo spalle	COMMESSA LI02	LOTTO 02 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IV0600 002	REV. A

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	335600	161400	335595	242377	1.50	238.9(23.6)
2	S	-88100	161400	-88100	186015	1.15	238.9(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIAMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00200	0.0	50.0	0.00164	0.0	41.0	-0.00163	0.0	-41.0
2	0.00127	0.0	50.0	0.00095	0.0	41.0	-0.00196	0.0	-41.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000039927	0.000003631	----	----
2	0.000000000	0.000035407	-0.000504820	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vvd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vvd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	99000	164228	192571	75.9 59.7	90.1	2.500	1.250	17.0	33.0(0.0)
2	S	99000	144216	210612	76.5 65.3	90.5	2.500	1.000	15.5	33.0(0.0)



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA

Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA

IV06–Ponte sul canale al km 18+650 (progr. ferroviaria)
per NV14B
Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0600 002	A	60 di 60