

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

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali

IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13)

Relazione di calcolo spalla S01

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 4 0 0    0 0 2    A

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

File: LI0202D78CLIV0500002A.docx

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Generale  
UO Infrastrutture Sud  
Dott. Ing. Piero Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 19878

## INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
4	MATERIALI.....	10
4.1	FONDAZIONI – PALI.....	10
4.2	ELEVAZIONE SOTTOSTRUTTURE.....	11
4.3	ACCIAIO B450C.....	11
4.4	CLASSI DI ESPOSIZIONE E COPRIFERRI.....	12
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	14
5.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO.....	14
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	15
6.1	VITA NOMINALE.....	16
6.2	CLASSE D’USO.....	16
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO.....	17
6.4	VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	17
6.5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO.....	19
6.6	PARAMETRI SISMICI DI CALCOLO E SPETTRO DI PROGETTO.....	20
6.7	AZIONI SISMICHE SULLE SPALLE.....	22
6.8	SOVRASPINTA SISMICA DEL TERRENO.....	23
7	VERIFICHE.....	24
7.1	VERIFICA AGLI SLU: PRESSOFLESSIONE E TAGLIO.....	24

7.1.1	Verifica a pressoflessione .....	24
7.1.2	Verifica a taglio .....	24
7.2	VERIFICA AGLI SLE: LIMITAZIONE DELLE TENSIONI E FESSURAZIONE .....	26
7.2.1	Verifica di fessurazione.....	26
7.2.2	Verifica delle tensioni di esercizio .....	26
8	MODELLO DI CALCOLO .....	27
8.1	GENERALITÀ .....	27
8.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE .....	27
8.3	ANALISI DEI CARICHI .....	28
8.3.1	Peso proprio elementi strutturali ( $g_1$ ).....	28
8.3.2	Carichi trasmessi dall'impalcato.....	28
8.3.3	Sovraccarico terrapieno .....	29
8.3.4	Spinta statica.....	29
8.3.5	Sovraccarico terrapieno .....	30
8.3.6	Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche .....	30
8.3.7	Incremento di spinta del terrapieno.....	31
8.3.8	Inerzia terrapieno .....	32
8.3.9	Inerzie strutturali .....	32
8.3.10	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	32
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	33
8.4.1	Gruppi di carico.....	34
8.4.2	Coefficienti parziali e di combinazione.....	35

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>4 di 144</b></p>

8.4.3	Combinazioni agli SLU.....	36
8.4.4	Combinazioni agli SLE.....	36
9	ANALISI E VERIFICHE SPALLA 01 (LATO APPOGGI FISSI).....	37
9.1	MURO FRONTALE.....	37
9.2	SOLETTONE SUPERIORE.....	40
9.3	MURO PARAGHIAIA.....	42
9.4	MURI LATERALI.....	43
10	VERIFICA DELLE FONDAZIONI.....	44
10.1	PLINTO DI FONDAZIONE.....	44
10.2	PALI DI FONDAZIONE.....	48
10.2.1	Verifiche di capacità portante Palo singolo.....	50
10.2.2	Verifiche capacità portante Pali Di Gruppo.....	51
10.2.3	Capacità portante laterale dei pali di fondazione.....	51
10.3	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI IN FONDAZIONE.....	53
11	APPOGGI E GIUNTI.....	53
11.1	APPOGGI (IMPALCATO IN ACCIAIO-CLS 45M).....	53
11.2	ESCURSIONE DEI GIUNTI (IMPALCATO IN ACCIAIO-CLS 45M).....	54
12	VERIFICHE STRUTTURA SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01.....	56
12.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	56
12.2	ANALISI DEI CARICHI.....	57
12.2.1	Peso proprio (cond. di carico 1).....	58
12.2.2	Permanenti (cond. di carico 2).....	58

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>5 di 144</b></p>

12.2.3	<i>Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)</i> .....	59
12.2.4	<i>Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)</i> .....	59
12.2.5	<i>Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)</i> .....	59
12.2.6	<i>Ritiro e viscosità (cond. di carico 10)</i> .....	60
12.2.7	<i>Azioni variabili da traffico (Q1) (cond. di carico 8)</i> .....	60
12.2.8	<i>Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)</i> .....	62
12.3	COMBINAZIONI DI CARICO .....	63
12.4	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA .....	64
12.5	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	64
12.6	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE .....	66
12.6.1	<i>Modello di calcolo</i> .....	66
12.6.2	<i>Sollecitazioni di calcolo</i> .....	69
12.6.3	<i>Armature di progetto</i> .....	70
12.6.4	<i>Verifiche di resistenza e fessurazione</i> .....	70
12.6.5	<i>Verifiche Allo SLU</i> .....	71
12.6.6	<i>Verifiche Allo SLE</i> .....	71
12.6.7	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	71
13	VERIFICHE INTEGRATIVE MURO POSTERIORE .....	72
14	ALLEGATO 1: TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01.....	75

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>6 di 144</b></p>

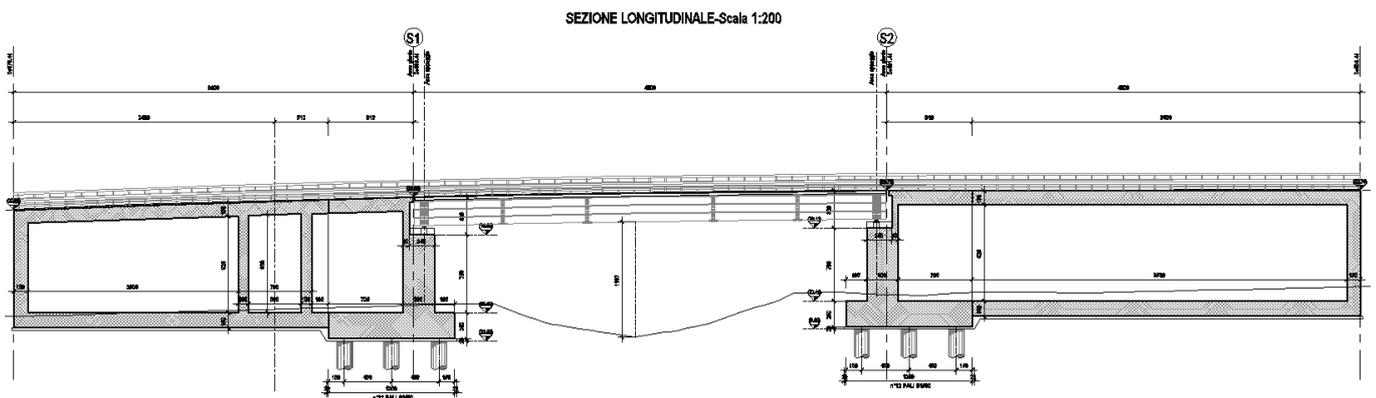
## 1 PREMESSA

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

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

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

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento e verifica della spalla S01 del "Ponte sul canale variante SP44 (NV13)".



**Figura 1 - Profilo longitudinale**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>7 di 144</b></p>

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

L'impalcato è costituito da una travata semplicemente appoggiata di lunghezza complessiva pari a 45 m e lunghezza netta tra gli appoggi pari a 43 m. La piattaforma ha una larghezza totale di 14.50 m con carreggiata di larghezza 10.80.

L'impalcato prevede una struttura mista in acciaio-calcestruzzo costituita da quattro travi metalliche ad interasse (distanza fra i baricentri) di 3.10 m alla soletta in c.a. gettata in opera. Le travi sono poi collegate mediante controventi superiori e diaframmi verticali posti ad interasse di 5 m.

La soletta in c.a. di spessore variabile con valore medio pari a 300 mm è gettata su predalles di 50 mm di spessore poggiate sulle piattabande superiori delle travi e collegata ad essi mediante connettori tipo "Nelson".

La soletta in calcestruzzo armato collaborante con le travi, garantisce, insieme ai traversi, la ripartizione dei carichi tra le travi dell'impalcato in esame.

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

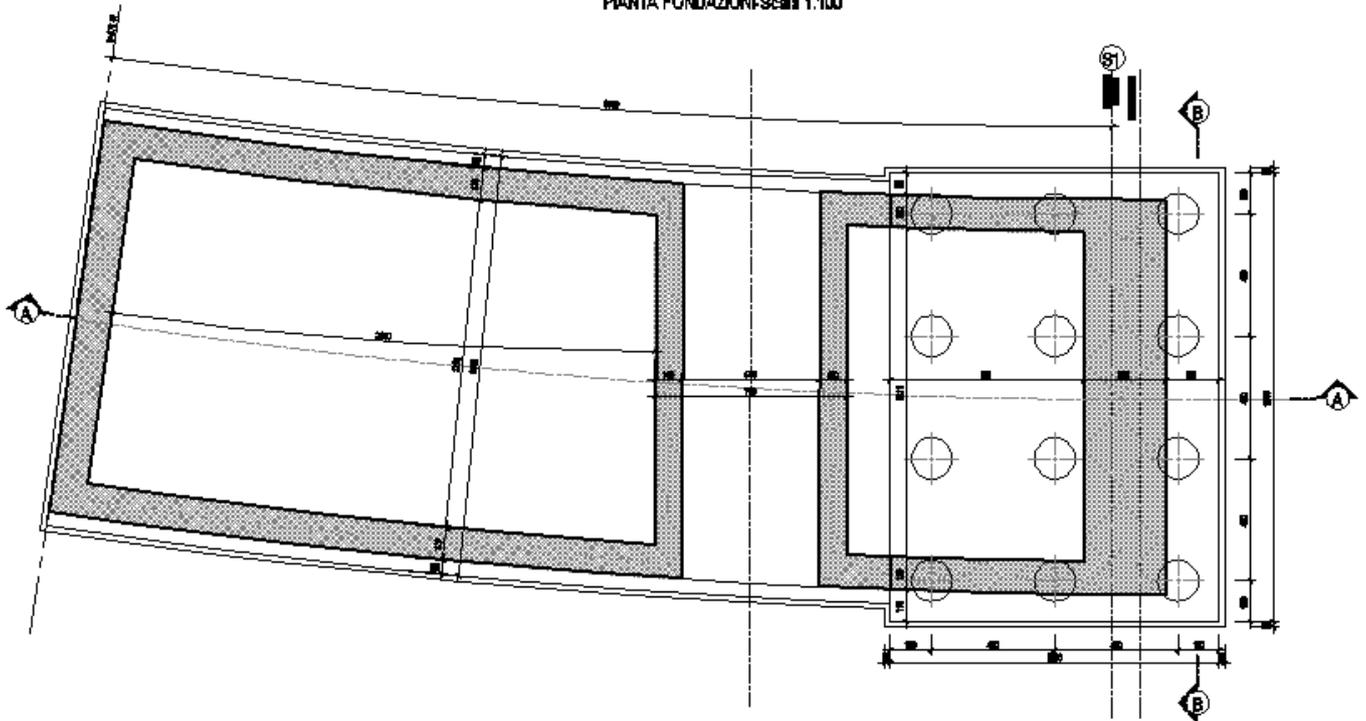
Le sottostrutture consistono in due spalle con fondazioni di tipo profondo su pali. La spalla indicata con "S01" è la spalla fissa mentre quella indicata con "S02" è la spalla mobile. Il presente documento contiene le verifiche strutturali e geotecniche della spalla S01.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche delle sottostrutture ed a seguire le immagini delle carpenterie dell'opera in oggetto, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

### SPALLA FISSA S01

Altezza muro frontale:	7.50 m
Spessore muro frontale:	3.00 m
Altezza muro paraghiaia:	3.50 m
Spessore muro paraghiaia:	0.60 m
Spessore plinto di fondazione:	2.50 m
Lunghezza plinto di fondazione:	12.0 m
Larghezza plinto di fondazione:	16.5 m
Spessori muri laterali:	1.20 m
Pali:	12φ1500, Interasse: 4.50 m, L = 29 m

PIANTA FONDAZIONI-Scala 1:100



SEZIONE A-A-Scala 1:100

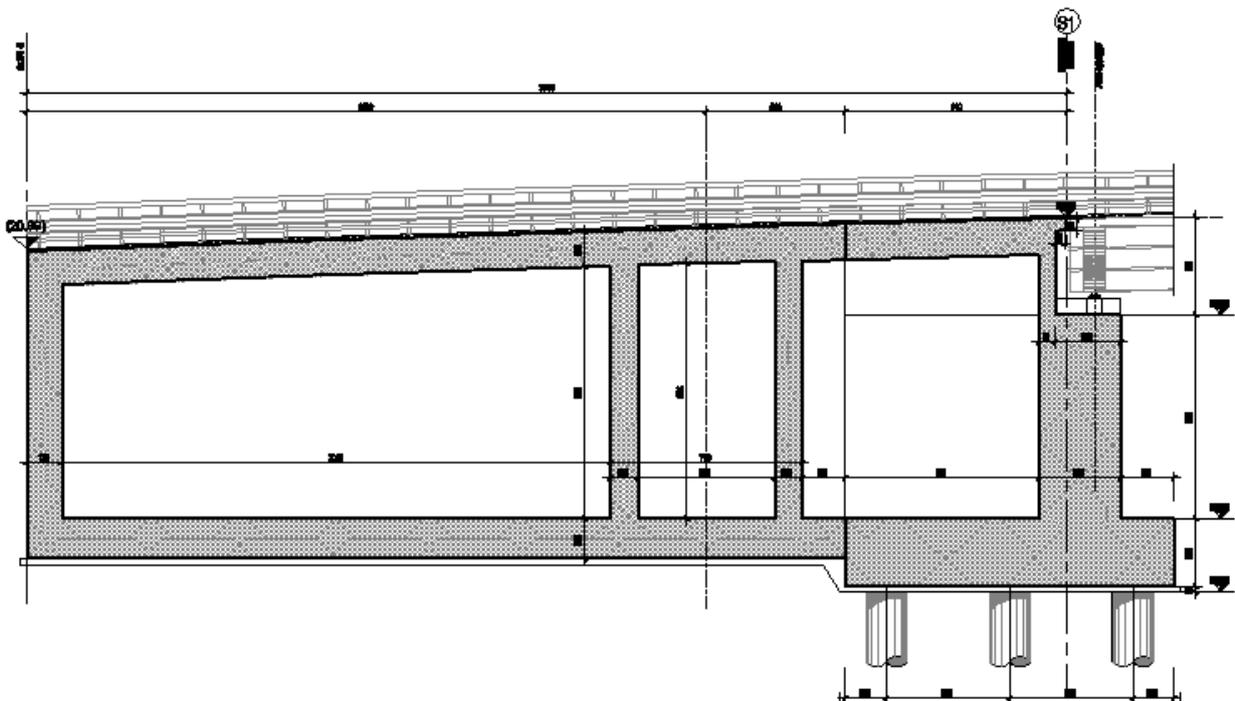


Fig. 1 – Spalla 01

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>9 di 144</b></p>

### 3    **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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>10 di 144</b></p>

## 4 MATERIALI

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 4.2 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:

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

## 4.3 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 450$  MPa;

Tensione di progetto:  $f_{yk} = 450$  MPa;

Tensione di progetto:  $f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$

in cui  $\gamma_m = 1.15$   $f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3$  MPa;

Modulo Elastico  $E_s = 210'000$  MPa.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
	<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA</p> <p><b>L102</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>IV0400 002</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>

#### 4.4 Classi di esposizione e copriferri

Con riferimento alle specifiche di cui alla norma UNI EN 206-1-2006, si definiscono di seguito le classi di esposizione del calcestruzzo delle diverse parti della struttura oggetto dei dimensionamenti di cui al presente documento:

- Pile e spalle: XC4;
- Plinti e pali di fondazione: XC2;

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>						
Nota: Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoperto di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettono quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido.	0,50	C 32/40	
5 b			Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.			
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 b			Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti.	0,45	C 35/45	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.			

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>						
4 a	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
5 b			Permanentemente sommerso.	0,45	C 35/45	
			Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	0,45	C 35/45	
<b>5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *</b>						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, in presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti, in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
<b>6 Attacco chimico**</b>						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di fanghi e vasche di desorbimento. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 b			Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive.	0,45	C 35/45	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contentori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. Tori di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.			

\*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:  
- moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione;  
- elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.  
\*\*) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.

#### Classi di esposizione secondo norma UNI – EN 206-2006

La determinazione delle classi di resistenza dei conglomerati dei conglomerati, di cui ai successivi paragrafi, sono state inoltre determinate tenendo conto delle classi minime stabilite dalla stessa norma UNI-EN 206-2006, di cui alla successiva tabella:

	Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione					Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
							Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	-	-	-	
Altri requisiti												Aggregati in accordo alla EN 12620 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati <sup>b)</sup>			
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.																		
b)	Qualora la presenza di SO <sub>2</sub> comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.																		

Classi di resistenza minima del calcestruzzo secondo UNI – EN 206-2006

I copriferri di progetto adottati per le barre di armatura, tengono infine conto inoltre delle prescrizioni di cui alla Tabella C4.1.IV della Circolare n°617 del 02-02-09; si è in particolare previsto di adottare i seguenti Copriferri minimi espressi in mm

- Pile e spalle: 50 mm
- Plinti di fondazione: 40 mm
- Pali di fondazione: 60 mm

In termini di limiti di apertura delle fessure, alle prescrizioni normative presenti nelle NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili del 29/12/2016*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$  per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

In definitiva, nel caso in esame, si adotta il limite  $w_1$  sia per pile e spalle che per pali e plinti in quanto i primi ricadono in condizioni ambientali aggressive (classe XC4), mentre i secondi sono elementi a permanente contatto con il terreno.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo si riporta la descrizione e la valutazione dell'azione sismica secondo le specifiche del D.M. 14 gennaio 2008 nonché la valutazione delle sollecitazioni di verifica e di dimensionamento dei vari elementi strutturali secondo il criterio della Gerarchia delle Resistenze.

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

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

**Tabella 1: Tabella di riepilogo località di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche per il progetto delle opere**

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

Il viadotto stradale oggetto della presente relazione è posto in prossimità della progressiva di tracciato 17+700 e ricade pertanto nella zona sismica S3 nell'ambito sismico individuato come “Marina di Chieuti /Chieuti (FG)”.

ZONA SISMICA	S3
LATITUDINE	41.92
LONGITUDINE	15.16
COMUNE	Marina di Chieuti /Chieuti
PROVINCIA	FOGGIA

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  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.

Nei paragrafi seguenti è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica per la zona sismica di riferimento in cui ricade l'opera.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 6.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è 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. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI" - RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

**Tabella 2 Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione**

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale [ $V_N$ ] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITA' CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ( $V < 250$ km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ ( $V \geq 250$ Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>

(1) - La medesima  $V_N$  si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.  
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno vita nominale  $V_N = 75$ .

## 6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

Per la definizione della Classe di uso da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria esistente si rimanda al “*MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI*” - *RFI DTC SI PS MA IFS 001 A*.

**Tabella 3 Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria**

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [C <sub>U</sub> ]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

Facendo riferimento all' Allegato 5 della specifica alla pagina 151 del “*MANUALE DI PROGETTAZIONE DI PONTI E STRUTTURE*” - *RFI DTC SICS MA IFS 001 A* si ricade in classe d'uso tipo **Classe III con coefficiente d'uso C<sub>U</sub>=1,5**.

### 6.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :  
 $V_R = V_N \cdot C_U = 75 \cdot 1.50 = 112.5$  anni (periodo di riferimento).

### 6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{V_R}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} = - \frac{C_u \cdot V_s}{\ln - (1 - P_{V_s})}$$

da cui si ottiene la seguente Tabella:

**Tabella 4 Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato**

	STATO LIMITE	probabilità di superamento $P_{V_R}$	Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$
<b>SLE</b>	SLO - Stato Limite di Operatività	81%	68
	SLD - Stato Limite di Danno	63%	113
<b>SLU</b>	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	1068
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%	2193

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati si ha:

STATO LIMITE	SLV
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	B
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1
VITA NOMINALE $V_N$	75
CLASSE D'USO	C III
COEFFICIENTE D'USO $C_U$	1.5

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>18 di 144</b></p>

VITA DI RIFERIMENTO V<sub>R</sub>

112.5

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

### Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008.

### Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente  $S = S_S \cdot S_T$  e di  $C_C$  in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle Tab.18 e 19 che sono riportate di seguito:

**Tabella 5 Tabella delle espressioni per  $S_S$  e  $C_C$**

**Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$**

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**Tabella 6 Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica  $S_T$**

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel caso in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO  
 CATEGORIA TOPOGRAFICA

B  
 T1

## 6.6 Parametri sismici di calcolo e spettro di progetto

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.

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato IIR&LV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_x$	0.224 $g$
$F_x$	2.482
$T_c$	0.352 $s$
$S_x$	1.177
$C_c$	1.355
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.177
$\eta$	1.000
$T_B$	0.159 $s$
$T_C$	0.477 $s$
$T_D$	2.498 $s$

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_x / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

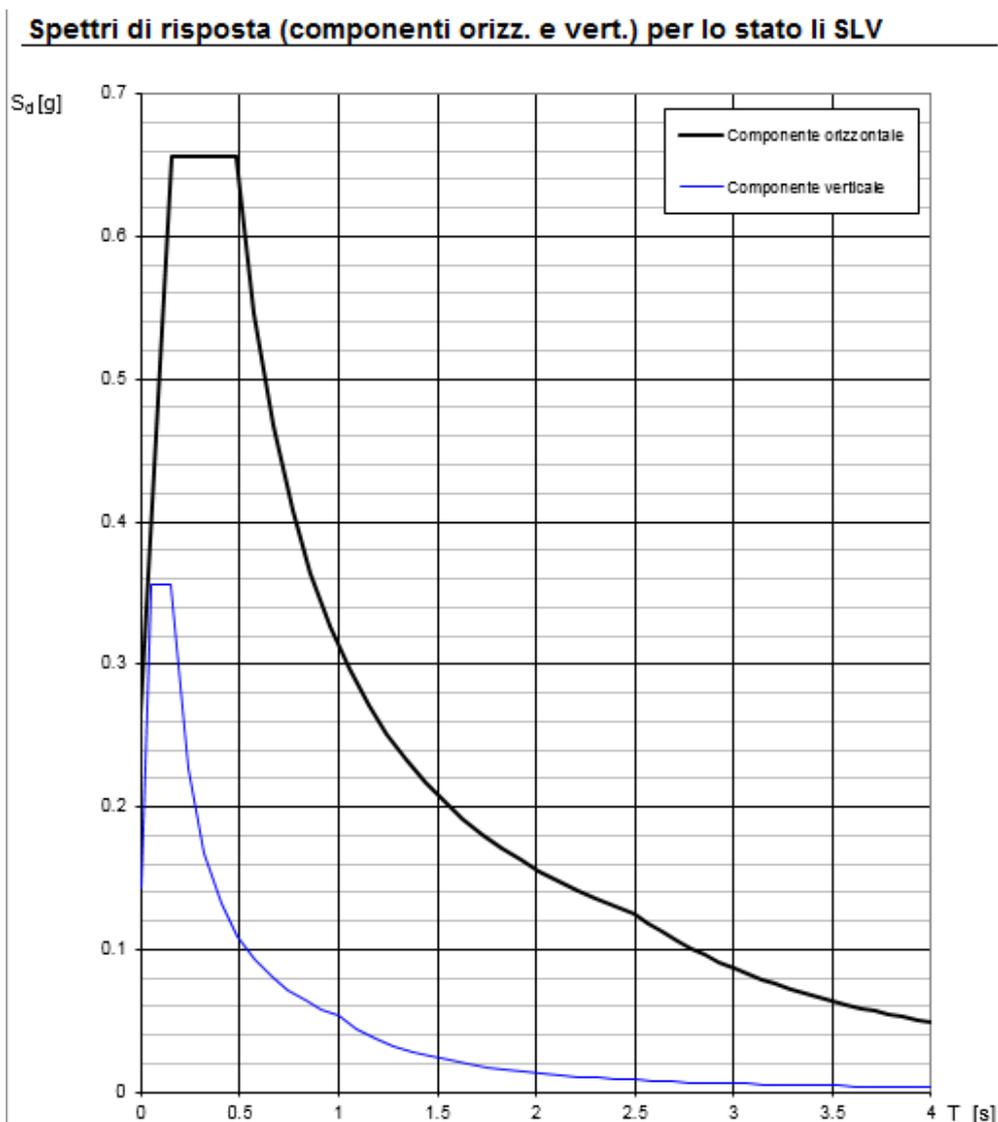
$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è attenuato dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  moltiplicando 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	0.264
$T_B$ ←	0.159	0.656
$T_C$ ←	0.477	0.656
	0.573	0.546
	0.670	0.467
	0.766	0.409
	0.862	0.363
	0.958	0.327
	1.054	0.297
	1.151	0.272
	1.247	0.251
	1.343	0.233
	1.439	0.217
	1.536	0.204
	1.632	0.192
	1.728	0.181
	1.824	0.172
	1.920	0.163
	2.017	0.155
	2.113	0.148
	2.209	0.142
	2.305	0.136
	2.402	0.130
$T_D$ ←	2.498	0.125
	2.569	0.118
	2.641	0.112
	2.712	0.106
	2.784	0.101
	2.855	0.096
	2.927	0.091
	2.999	0.087
	3.070	0.083
	3.142	0.079
	3.213	0.076
	3.285	0.072
	3.356	0.069
	3.428	0.067
	3.499	0.064
	3.571	0.061
	3.642	0.059
	3.714	0.057
	3.785	0.055
	3.857	0.053
	3.928	0.051
	4.000	0.049

Gli spettri di risposta di progetto allo SLV in direzione orizzontale (con  $q = 1.0$ ) e verticale (con  $q = 1.0$ ) sono rappresentati nella figura seguente.



### **Combinazione degli effetti dell'azione sismica**

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2008, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X"  $1.0 E_X + 0.3 E_Y + 0.3 E_Z$
- Sisma in direzione trasversale "Y"  $0.3 E_X + 1.0 E_Y + 0.3 E_Z$
- Sisma in direzione verticale "Z"  $0.3 E_X + 0.3 E_Y + 1.0 E_Z$

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>22 di 144</b></p>

## 6.7 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.

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  $\beta_m$  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  $\beta_m$  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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>23 di 144</b>

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente  $\beta_m$ , 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  $\beta_m$  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.

## 6.8 Sovrappinta sismica del terreno

In assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la rigidità 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  $E_d$  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 rigidità 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 7 VERIFICHE

Nelle pagine che seguono si riportano le verifiche strutturali previste dalla Normativa di riferimento allo SLU e allo SLE.

### 7.1 Verifica agli SLU: Pressoflessione e Taglio

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (CS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

#### 7.1.1 Verifica a pressoflessione

Le verifiche flessionali allo SLU sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge  $\sigma$ - $\epsilon$  del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e con  $\epsilon_{c2}=0,2\%$  ed  $\epsilon_{cu}=0,35\%$ .

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente elastico finito con  $\epsilon_{cu}=1,0\%$ .

#### 7.1.2 Verifica a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; \left( v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d \right\}$ , resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$ , valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot\theta + \tan\theta}$ , valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$  con d in mm
- $\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$
- $A_{s1}$  è l'area dell'armatura tesa
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$
- $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo
- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0,15$
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
- $v = 0,5$  per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$
- $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v$  è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- $\alpha_{cw}$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>26 di 144</b>

## 7.2 Verifica agli SLE: Limitazione delle Tensioni e Fessurazione

Il controllo delle tensioni nei materiali viene effettuato supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare.

### 7.2.1 Verifica di fessurazione

In accordo con quanto riportato al paragrafo 4, si adotta il limite  $w_1 = 0.2$  mm per tutti gli elementi strutturali analizzati nella presente relazione.

### 7.2.2 Verifica delle tensioni di esercizio

In accordo con la normativa ferroviaria, che pone limiti tensionali più severi rispetto a quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008, la massima tensione di compressione del cls deve rispettare la limitazione:

- $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  per combinazione caratteristica (rara);
- $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$  per combinazione quasi permanente;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

La massima tensione di trazione dell'acciaio deve rispettare la limitazione:

- $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$  per combinazione caratteristica (rara).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>27 di 144</b></p>

## 8 MODELLO DI CALCOLO

### 8.1 Generalità

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 spiccatto della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

### 8.2 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.

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.

Nelle tabelle riportate nei successivi paragrafi, i valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati agli apparecchi di appoggio di estremità sono indicati con:

- $T_L$  = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse longitudinale dell'impalcato (taglio longitudinale);
- $T_T$  = risultante delle azioni orizzontali dirette lungo l'asse trasversale dell'impalcato (taglio trasversale);
- $N$  = risultante delle azioni verticali (sforzo normale);
- $M_T$  = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato (momento trasversale);
- $M_L$  = risultante delle azioni flettenti che provocano flessione nel piano parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato (momento longitudinale).

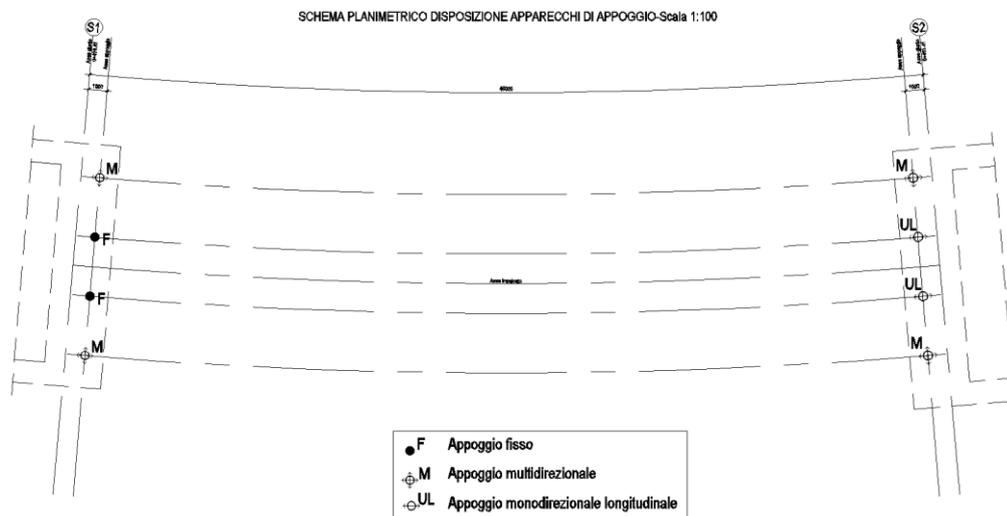
### 8.3 Analisi dei carichi

#### 8.3.1 Peso proprio elementi strutturali ( $g_1$ )

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 8.3.2 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 (vedi schema appoggi campata tipo):



**SCARICHI APPOGGI FISSI**

Load	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)
A1_STR.1.max.N(max)	1	0.00	0.00	2583.07	2	1077.07	0.00	3088.72	3	1960.78	-184.52	3268.98	4	0.00	0.00	3331.56
A1_STR.1.max.N(min)	1	0.00	0.00	1800.83	2	-2465.00	0.00	1026.61	3	-1581.29	-439.87	1410.51	4	0.00	0.00	1915.89
A1_STR.2a.max.N(max)	1	0.00	0.00	2602.00	2	1100.55	0.00	3120.96	3	1937.29	-50.69	3260.95	4	0.00	0.00	3288.42
A1_STR.2a.max.N(min)	1	0.00	0.00	1819.77	2	-2441.52	0.00	1058.85	3	-1604.78	-306.05	1402.48	4	0.00	0.00	1872.75
A1_STR.2b.max.N(max)	1	0.00	0.00	2560.51	2	1309.83	0.00	3135.45	3	2232.25	-134.90	3319.68	4	0.00	0.00	3287.18
A1_STR.2b.max.N(min)	1	0.00	0.00	1778.28	2	-2232.25	0.00	1073.34	3	-1309.83	-390.26	1461.21	4	0.00	0.00	1871.51
SLV Z.1	1	0.00	0.00	1279.97	2	892.38	0.00	1138.99	3	892.38	856.69	1203.11	4	0.00	0.00	1310.51
SLV Z.2	1	0.00	0.00	1279.97	2	892.38	0.00	1138.99	3	892.38	856.69	1203.11	4	0.00	0.00	1310.51
RARA.1.max.N(max)	1	0.00	0.00	1657.78	2	288.14	0.00	1795.87	3	777.66	-166.22	1965.42	4	0.00	0.00	2074.96
RARA.1.max.N(min)	1	0.00	0.00	1341.12	2	-1151.16	0.00	914.19	3	-661.64	-269.99	1125.78	4	0.00	0.00	1434.38
RARA.2a.max.N(max)	1	0.00	0.00	1671.81	2	305.54	0.00	1819.75	3	760.26	-67.09	1959.48	4	0.00	0.00	2043.01
RARA.2a.max.N(min)	1	0.00	0.00	1355.14	2	-1133.76	0.00	938.07	3	-679.04	-170.86	1119.84	4	0.00	0.00	1402.43
RARA.2b.max.N(max)	1	0.00	0.00	1641.07	2	460.55	0.00	1830.48	3	978.75	-129.47	2002.97	4	0.00	0.00	2042.09
RARA.2b.max.N(min)	1	0.00	0.00	1324.41	2	-978.75	0.00	948.80	3	-460.55	-233.24	1163.34	4	0.00	0.00	1401.51
FREQUENTE.2a.max.N(max)	1	0.00	0.00	1679.68	2	308.71	0.00	1831.53	3	757.09	-2.07	1958.24	4	0.00	0.00	2024.58
FREQUENTE.2a.max.N(min)	1	0.00	0.00	1363.02	2	-1130.59	0.00	949.85	3	-682.21	-105.83	1118.61	4	0.00	0.00	1384.00
FREQUENTE.2b.max.N(max)	1	0.00	0.00	1648.95	2	463.72	0.00	1842.27	3	975.58	-64.44	2001.74	4	0.00	0.00	2023.66
FREQUENTE.2b.max.N(min)	1	0.00	0.00	1332.28	2	-975.58	0.00	960.59	3	-463.72	-168.21	1162.11	4	0.00	0.00	1383.09
QUASI.PERMANENTE	1	0.00	0.00	1279.97	2	-79.11	0.00	1138.99	3	79.11	-5.70	1203.11	4	0.00	0.00	1310.51

**SCARICHI APPOGGI SPALLA MOBILE**

Load	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)	Node	TL (kN)	TT (kN)	N (kN)
A1_STR.1.max.N(max)	5	0.00	0.00	2630.34	6	0.00	0.00	2998.36	7	0.00	-18.79	3069.37	8	0.00	0.00	3326.62
A1_STR.1.max.N(min)	5	0.00	0.00	1685.74	6	0.00	0.00	1593.56	7	0.00	-274.15	1637.72	8	0.00	0.00	1871.55
A1_STR.2a.max.N(max)	5	0.00	0.00	2650.56	6	0.00	0.00	3022.36	7	0.00	111.65	3069.10	8	0.00	0.00	3282.66
A1_STR.2a.max.N(min)	5	0.00	0.00	1705.96	6	0.00	0.00	1617.57	7	0.00	-143.71	1637.45	8	0.00	0.00	1827.59
A1_STR.2b.max.N(max)	5	0.00	0.00	2618.09	6	0.00	0.00	2982.47	7	0.00	-68.40	3061.39	8	0.00	0.00	3332.24
A1_STR.2b.max.N(min)	5	0.00	0.00	1673.50	6	0.00	0.00	1577.68	7	0.00	-323.76	1629.74	8	0.00	0.00	1877.17
SLV Z.1	5	0.00	0.00	1274.32	6	0.00	0.00	1166.91	7	0.00	5.70	1190.70	8	0.00	0.00	1321.97
SLV Z.2	5	0.00	0.00	1274.32	6	0.00	0.00	1166.91	7	0.00	5.70	1190.70	8	0.00	0.00	1321.97
RARA.1.max.N(max)	5	0.00	0.00	1668.74	6	0.00	0.00	1835.91	7	0.00	-55.36	1893.89	8	0.00	0.00	2058.51
RARA.1.max.N(min)	5	0.00	0.00	1286.16	6	0.00	0.00	1183.25	7	0.00	-159.13	1218.99	8	0.00	0.00	1406.22
RARA.2a.max.N(max)	5	0.00	0.00	1683.72	6	0.00	0.00	1853.69	7	0.00	41.26	1893.69	8	0.00	0.00	2025.95
RARA.2a.max.N(min)	5	0.00	0.00	1301.14	6	0.00	0.00	1201.03	7	0.00	-62.51	1218.80	8	0.00	0.00	1373.66
RARA.2b.max.N(max)	5	0.00	0.00	1659.67	6	0.00	0.00	1824.15	7	0.00	-92.11	1887.98	8	0.00	0.00	2062.67
RARA.2b.max.N(min)	5	0.00	0.00	1277.09	6	0.00	0.00	1171.48	7	0.00	-195.88	1213.08	8	0.00	0.00	1410.38
FREQUENTE.2a.max.N(max)	5	0.00	0.00	1691.77	6	0.00	0.00	1864.36	7	0.00	105.83	1893.50	8	0.00	0.00	2007.42
FREQUENTE.2a.max.N(min)	5	0.00	0.00	1309.19	6	0.00	0.00	1211.70	7	0.00	2.07	1218.60	8	0.00	0.00	1355.13
FREQUENTE.2b.max.N(max)	5	0.00	0.00	1667.72	6	0.00	0.00	1834.82	7	0.00	-27.54	1887.79	8	0.00	0.00	2044.14
FREQUENTE.2b.max.N(min)	5	0.00	0.00	1285.14	6	0.00	0.00	1182.15	7	0.00	-131.31	1212.89	8	0.00	0.00	1391.85
QUASI.PERMANENTE	5	0.00	0.00	1274.32	6	0.00	0.00	1166.91	7	0.00	5.70	1190.70	8	0.00	0.00	1321.97

### 8.3.3 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  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

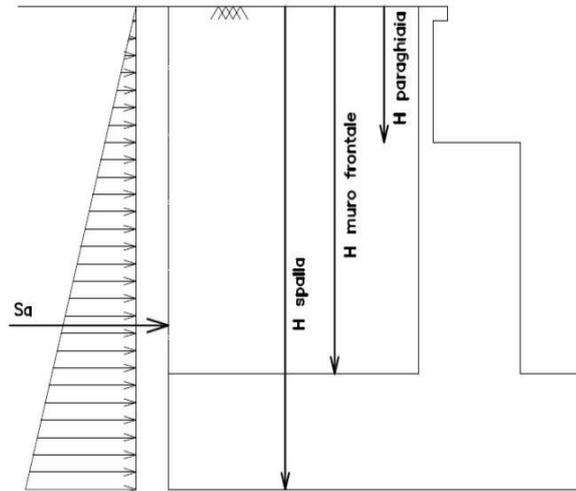
### 8.3.4 Spinta statica

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico  $\gamma$ , 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. 2 Spinta statica terreno di rinterro**

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

<b>Parametri Geotecnici Terreno di riempimento</b>		
<b><math>\gamma</math></b> <b>[kN/m<sup>3</sup>]</b>	<b><math>\varphi'</math></b> <b>[°]</b>	<b><math>c'</math></b> <b>[kPa]</b>
20	35	0

**Tabella 7 – Caratteristiche terreno di riempimento**

### 8.3.5 Sovraccarico terrapieno

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 30 \text{ kN/ m}^2$$

$$S_q = 30 * 0.426 = 12.78 \text{ kN/ m}^2$$

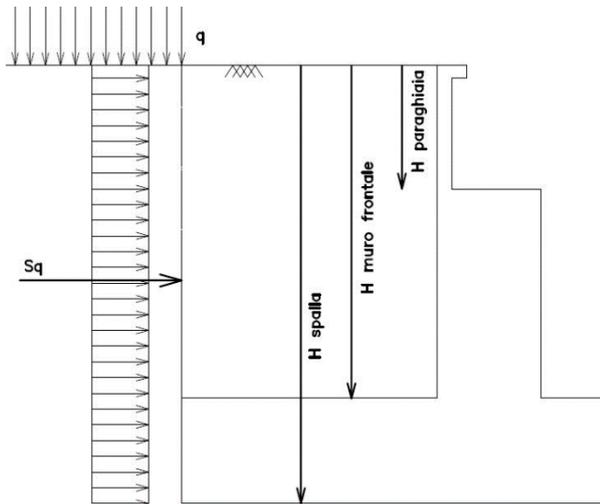
### 8.3.6 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a  $Q = 30.0 \text{ kN/m}^2$  gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa. La presenza del sovraccarico  $Q$  genera una spinta pari a:

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

	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>31 di 144</b>

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



**Fig. 3 : Spinta statica sovraccarico accidentale**

### 8.3.7 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:

$\gamma_s$  peso specifico del terreno adottata

$k_h$  coefficiente sismico orizzontale (si rimanda alla tabella 2: dati di input)

$H_s$  altezza complessiva del fronte di spinta

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>32 di 144</b></p>

### 8.3.8 Inerzia terrapieno

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

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

### 8.3.9 Inerzie strutturali

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

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

### 8.3.10 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>33 di 144</b>

## 8.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC08, si definiscono le seguenti combinazioni di:

- Combinazione FONDAMENTALE, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot \gamma_{Q2} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot \gamma_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione RARA, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione FREQUENTE, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione SISMICA, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente  $\psi_{2i}$  per i carichi mobili è pari a  $\psi_{2i} = 0.0$ .

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione  $g_G$ ,  $g_Q$  e  $Y$  sono riepilogati nei paragrafi seguenti.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

### 8.4.1 Gruppi di carico

Nella tabella seguente, in accordo a quanto specificato in tabella 5.1.3.12 del D.M.14/01/2008., sono esplicitati i gruppi di carico considerati per i carichi accidentali da traffico.

**Tabella 8 – Valori caratteristici delle azioni da traffico**

Gruppo di azioni	<i>Carichi sulla carreggiata</i>					<i>Carichi su marciapiedi e piste ciclabili</i>
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m <sup>2</sup>
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti di 3<sup>a</sup> categoria  
 (\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
 (\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Coerentemente nel seguito si fa riferimento ai gruppi di azioni da traffico 1, 2a e 2b.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>				
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>

### 8.4.2 Coefficienti parziali e di combinazione

Si utilizzano i coefficienti parziali di sicurezza e i coefficienti di combinazione di seguito riportati.

**Tabella 9 – Coefficienti parziali di sicurezza agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 10 – Coefficienti di combinazione**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

### 8.4.3 Combinazioni agli SLU

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche strutturali dell'impalcato agli SLU.

Combinazione		G1	G2	E1	E2	E3	Gr.1	Gr.2a	Gr.2b	Q5	Q6	Q7	Q8
A1 STR	Gr.1	1.35	1.35	0	1.2	0.72	1.35	0	0	0.9	0	0	0
	Gr.2a	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	1.35	0	0.9	0	0	0
	Gr.2b	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	0	1.35	0.9	0	0	0
	Q5	1.35	1.35	0	1.2	0.72	0	0	1	1.5	0	0	0
SISMA	SLV Z	1	1	0	1	0.5	0	0	0	1	0	0	0
ECCEZIONALE	-	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0	0	0	1

### 8.4.4 Combinazioni agli SLE

Di seguito si esplicitano i coefficienti utilizzati per le singole combinazioni di carico rilevanti per le verifiche dell'impalcato agli SLE.

Combinazione		G1	G2	E1	E2	E3	Gr.1	Gr.2a	Gr.2b	Q5
RARA	Gr.1	1	1	0	1	0.6	1	0	0	0.6
	Gr.2a	1	1	0	1	0.6	0	1	0	0.6
	Gr.2b	1	1	0	1	0.6	0	0	1	0.6
FREQUENTE	Gr.2a	1	1	0	1	0.5	0	1	0	0
	Gr.2b	1	1	0	1	0.5	0	0	1	0
QUASI PERMANENTE	-	1	1	0	1	0.5	0	0	0	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 9 ANALISI E VERIFICHE SPALLA 01 (LATO APPOGGI FISSI)

Di seguito si riportano le modalità di calcolo delle sollecitazioni e le verifiche di resistenza nei diversi elementi.

### 9.1 Muro Frontale

Il muro frontale della spalla in esame riceve le azioni provenienti dall'impalcato trasmesse dagli apparecchi di appoggio riportate al paragrafo 8.3.2. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato. Le sollecitazioni a quota testa muro, riportate nella tabella seguente, si ottengono a partire dagli scarichi dei singoli appoggi e considerando le eccentricità dei singoli appoggi rispetto all'asse del muro frontale.

**Tabella 11– Scarichi dall'impalcato per combinazioni di carico a quota testa muro**

TESTA MURO FRONTALE					
Combinazioni	N KN	Mlong kNm	Mtrasv kNm	Tlong KN	Ttrasv KN
A1_STR.1.max.N(max)	12272	0	3760	3038	185
A1_STR.1.max.N(min)	6154	0	1130	4046	440
A1_STR.2a.max.N(max)	12272	0	3409	3038	51
A1_STR.2a.max.N(min)	6154	0	779	4046	306
A1_STR.2b.max.N(max)	12303	0	3665	3542	135
A1_STR.2b.max.N(min)	6184	0	1035	3542	390
SLV Z.1	4933	0	241	1785	857
SLV Z.2	4933	0	241	1785	857
RARA.1.max.N(max)	7494	0	2203	1066	166
RARA.1.max.N(min)	4815	0	762	1813	270
RARA.2a.max.N(max)	7494	0	1943	1066	67
RARA.2a.max.N(min)	4815	0	502	1813	171
RARA.2b.max.N(max)	7517	0	2132	1439	129
RARA.2b.max.N(min)	4838	0	691	1439	233
FREQUENTE.2a.max.N(max)	7494	0	1800	1066	2
FREQUENTE.2a.max.N(min)	4815	0	359	1813	106
FREQUENTE.2b.max.N(max)	7517	0	1990	1439	64
FREQUENTE.2b.max.N(min)	4838	0	549	1439	168
QUASI.PERMANENTE	4933	0	241	0	6

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia, del solettone superiore e la spinta del terreno di riempimento che nel caso in esame è nulla in quanto non è presente terreno di riempimento.

<b>MURO FRONTALE</b>	
<b>H Muro Frontale</b>	7.50 m
<b>Spessore Muro Frontale</b>	3.00 m
<b>Lunghezza Muro Frontale</b>	14.5 m
<b>Altezza Muro Paraghiaia</b>	3.50 m
<b>Spessore Muro Paraghiaia</b>	0.60 m
<b>Spessore solettone</b>	1.30 m
<b>Peso Solettone superiore</b>	229.13 kN/m
<b>Peso Muro Frontale</b>	8156 kN
<b>Peso Muro Paraghiaia</b>	761 kN
<b>Eccentr. appoggi - muro frontale (base)</b>	0.55 m
<b>Eccentr. paraghiaia - muro frontale (base)</b>	-1.20 m
<b>Peso Specifico Terreno di Rilevato</b>	0 kN/mc
<b>Angolo di Attrito Terreno di Rilevato</b>	35 °
<b>Coefficiente di spinta a riposo <math>K_0</math></b>	0.426
<b>Coefficiente di spinta attiva <math>K_a</math></b>	0.271
<b>Altezza del rilevato</b>	11.2 m
<b>Spinta a riposo</b>	0 kN
<b>Spinta attiva</b>	0 kN
<b>Sovraccarico accidentale da traffico</b>	0 kN/mq
<b>Fattore di amplificazione sismica <math>F_0</math></b>	2.482
<b>Accelerazione sismica di base <math>a_g</math></b>	0.224 ag/g
<b>Coefficiente stratigrafico SS</b>	1.18
<b>Coefficiente topografico ST</b>	1.00
<b>Accelerazione orizzontale massima attesa <math>a_{max}</math></b>	0.264 ag/g
<b><math>\beta_m</math> (massa cls spalla)</b>	1.000
<b><math>K_h</math> (cls spalla) =</b>	0.264
<b><math>K_v</math> (cls spalla)=</b>	0.132
<b><math>\beta_m</math> (massa terreno)</b>	0.000
<b><math>K_h</math> (terreno) =</b>	0.000
<b><math>K_v</math> (terreno)=</b>	0.000
<b>Coefficiente di spinta attiva con sismiche <math>K'a</math> (M-O)</b>	0.48
<b>Spinta in condizione sismiche (wood)</b>	0 kN
<b>Inerzia del Muro Frontale (H)</b>	2150 kN
<b>Inerzia del Muro Paraghiaia (H)</b>	201 kN
<b>Inerzia del Muro Frontale (V)</b>	1075 kN
<b>Inerzia del Muro Paraghiaia (V)</b>	100 kN

**Tabella 12 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul muro frontale**

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

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

BASE MURO FRONTALE					
Combinazioni	N KN	Mlong kNm	Mtrasv kNm	Tlong KN	Ttrasv KN
A1_STR.1.max.N(max)	25997	28300	5144	3038	185
A1_STR.1.max.N(min)	19879	32499	4429	4046	440
A1_STR.2a.max.N(max)	25997	28300	3789	3038	51
A1_STR.2a.max.N(min)	19879	32499	3074	4046	306
A1_STR.2b.max.N(max)	26028	32099	4676	3542	135
A1_STR.2b.max.N(min)	19909	28734	3962	3542	390
SLV Z.1	18658	24786	9643	4136	1562
SLV Z.2	18658	17842	16587	2490	3208
RARA.1.max.N(max)	17661	11202	3449	1066	166
RARA.1.max.N(min)	14982	15331	2787	1813	270
RARA.2a.max.N(max)	17661	11202	2446	1066	67
RARA.2a.max.N(min)	14982	15331	1783	1813	171
RARA.2b.max.N(max)	17683	14015	3103	1439	129
RARA.2b.max.N(min)	15005	12542	2440	1439	233
FREQUENTE.2a.max.N(max)	17375	11202	1816	1066	2
FREQUENTE.2a.max.N(min)	14697	15331	1153	1813	106
FREQUENTE.2b.max.N(max)	17398	14015	2473	1439	64
FREQUENTE.2b.max.N(min)	14719	12542	1810	1439	168
QUASI.PERMANENTE	14623	1799	284	0	6

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale. Di seguito si riportano le verifiche di resistenza con riferimento ad una striscia di un metro per le combinazioni che provocano il massimo e il minimo sforzo normale, il massimo momento longitudinale ed il massimo taglio alla base del muro frontale.

**Tabella 13 – Geometria sezione e armatura del muro frontale**

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Frontale	1.0	3.0	1φ26/10	1φ26/20	-

BASE MURO FRONTALE - Verifiche allo SLE							
Combinazioni		N	Mlong	Tlong	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
		kN/m	kNm/m	kN/m	Mpa	Mpa	mm
RARA	RARA.2b.max.N(max) - Max N	1220	967	99	-1.0	3.4	0.0
	RARA.2a.max.N(min) - Min N	1033	1057	125	-1.1	8.9	0.0
	RARA.1.max.N(min) - Max ML	1033	1057	125	-1.1	8.9	0.0
FREQ	FREQUENTE.2b.max.N(max) - Max N	1200	967	99	-1.0	3.7	0.0
	FREQUENTE.2a.max.N(min) - Min N	1014	1057	125	-1.1	9.4	0.0
	FREQUENTE.2a.max.N(min) - Max ML	1014	1057	125	-1.1	9.4	0.0
QP	QUASI.PERMANENTE	1009	124	0	-0.4	-3.8	0.0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

BASE MURO FRONTALE - Verifiche allo SLU - SLV						
Combinazioni		N kN/m	Mlong kNm/m	Tlong kN/m	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
Max N	A1_STR.2b.max.N(max)	1795	2214	244	3.7	3.96
Min N	SLV Z.1	1287	1709	285	4.4	3.39
Max ML	A1_STR.1.max.N(min)	1371	2241	279	3.4	3.47
Max VL	SLV Z.1	1287	1709	285	4.4	3.39

## 9.2 Solettone superiore

Per la verifica del solettone superiore della spalla è stato considerato uno schema di piastra incastrata alle pareti verticale e caricata da un carico uniforme costituito dal peso proprio del solettone, dal peso del terreno di ricoprimento (ballast e armamento) e dal carico accidentale da traffico è stato assunto pari a 20 kPa. La verifica in particolare è condotta considerando soletta come una piastra incastrata agli elementi verticali (muri laterali). I risultati possono essere estesi anche all'altra porzione in virtù della simetria di carichi e geometrica. Di seguito si riportano i dati assunti e le verifiche del solettone:

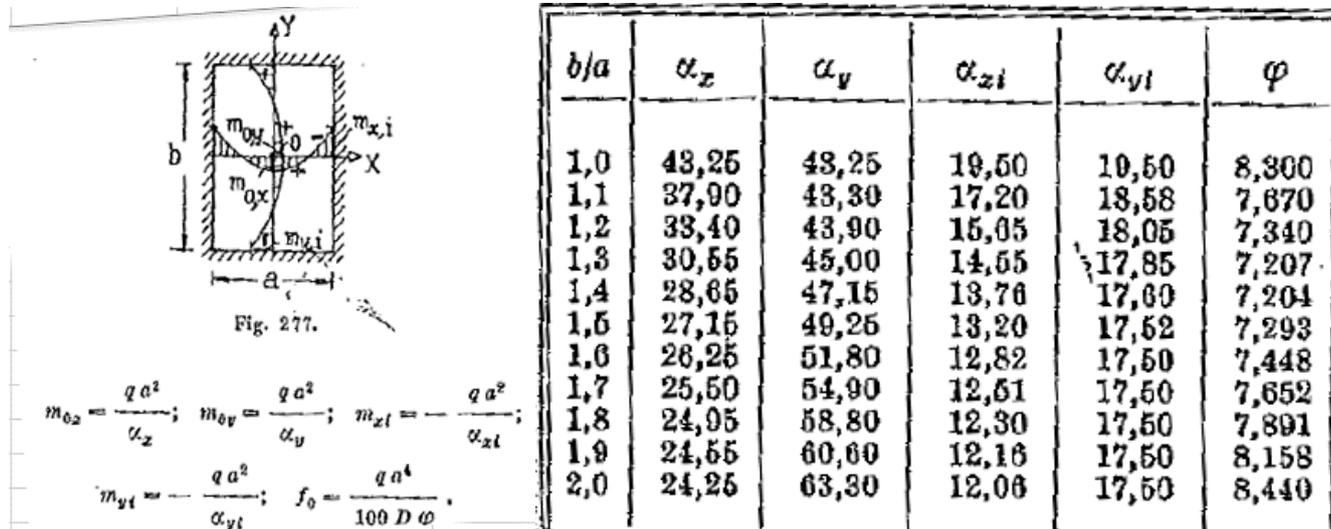
SOLETTONE SUPERIORE		
Lunghezza netta solettone	7.05	m
Spessore solettone	1.30	m
Peso Solettone superiore	229.125	kN/m
Peso Solettone superiore	3093.1875	kN
Spessore terreno di ricoprimento	1.00	m
Peso terreno di ricoprimento	20.00	kN/m
Peso terreno di ricoprimento	270	kN
Sovraccarico accidentale da traffico	20.00	kN/mq
Sovraccarico accidentale da traffico	1903.5	kN
Inerzia Solettone superiore /m	60.41	kN/m
Inerzia Solettone superiore	815.51	kN

Elemento strutturale	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Direz. x	Direz. y	Taglio
Solettone sup	1.0	1.3	1φ20/10 sup 1φ20/10 inf	1φ20/10 sup 1φ20/10 inf	Spilli φ10/40x40

**Tabella 14 – Geometria sezione e armatura solettone superiore**

Di seguito si riportano i valori di sollecitazione sulla base dello schema di calcolo adottato ricavate da formulazioni teoriche riportate in letteratura e richiamate di seguito.

**Schema di calcolo**



**Dati geometrici Piastra**

a (m) =	7.05
b (m) =	13.30
b/a =	1.89
$\alpha_x$ =	24.60
$\alpha_y$ =	60.36
$\alpha_{xi}$ =	12.20
$\alpha_{yi}$ =	17.50

**Dati carico Piastra**

$q_{pp}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	32.50
$q_{rint}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	20.00
$q_{acc}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	20.00
$q_r^{SLU}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	88.5
$q_r^{SLE}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	72.5

**COMBINAZIONI E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE**

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Y	g	
SLU	1	1.35	1.35	1	1.45	0
SISMA	1	1	1	1	0.2	1
SLE (FREQ)	1	1	1	1	1	0

**SOLLECITAZIONI SLU**

$M_{0x}$ =	<b>174.74</b>	KNm
$M_{0y}$ =	<b>71.23</b>	KNm
$M_{ix}$ =	<b>352.51</b>	KNm
$M_{iy}$ =	<b>245.67</b>	KNm

**SOLLECITAZIONI SLE**

$M_{0x}$ =	<b>146.46</b>	KNm
$M_{0y}$ =	<b>59.70</b>	KNm
$M_{ix}$ =	<b>295.46</b>	KNm
$M_{iy}$ =	<b>205.91</b>	KNm

**VERIFICHE SOLETTONE SUPERIORE**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

VERIFICHE DI ESERCIZIO							
Combinazione	Direzione		N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
			KN/m	kNm/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	Long. X	Campata	0	146	-0.65	25.1	0.00
		Bordi	0	295	-1.32	50.6	0.00
	Trasv Y	Campata	0	60	-0.27	10.3	0.00
		Bordi	0	206	-1.15	42.3	0.00

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV							
Combinazione	Direzione		N	M	V	C.S. ( $N_{Rd}$ , $M_{Rd}$ )	C.S. ( $V_{Rd}$ )
			KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	Long. X	Campata	0	175	0	13.50	-
		Bordi	0	353	288	6.72	3.73
	Trasv Y	Campata	0	71	0	33.40	-
		Bordi	0	246	152	9.64	7.03

### 9.3 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato sollecitazioni trasmesse dal solettone superiore. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla dalle masse del muro, della mensola e del solettone stesso.

Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico utilizzati nell'analisi. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

MURO PARAGHIAIA		
Peso Muro Paraghiaia	52.50	KN/m
Altezza Muro Paraghiaia	3.50	m
Spessore Muro Paraghiaia	0.60	m
Coefficiente di spinta a riposo $K_0$	0.43	
Coefficiente di spinta attiva $K_a$	0.27	
Peso Specifico Terreno di Rilevato	0.00	kN/mc
Sovraccarico accidentale da traffico	0.00	kN/mq
Angolo di Attrito Terreno di Rilevato	35.00	
Spinta a riposo	0.00	kN/m
Spinta attiva	0.00	kN/m
Coefficiente di spinta attiva con sismiche $K'a$	0.48	
Spinta in condizione sismiche (wood)	0.00	kN/m
Inerzia del Muro Paraghiaia /m	13.84	kN/m

Tabella 15 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul muro paraghiaia

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Paraghiaia	1.0	0.6	1 $\phi$ 16/10	1 $\phi$ 16/20	-

Tabella 16 – Geometria sezione e armatura del muro paraghiaia

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV				
Combinazione	N	M	V	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

	KN/m	kNm/m	KN/m	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
SLU	71	353	0	4.10	-

VERIFICHE DI ESERCIZIO						
Combinazione	N	M	V	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
	KN/m	kNm/m	KN/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	53	295	0	-1.80	64.2	0.00

Tabella 17 – Verifiche del muro paraghiaia

#### 9.4 Muri laterali

In questo paragrafo si riporta il calcolo dei muri laterali della spalla. Nel caso in esame data l'esiguità dell'altezza del terreno spingente ai lati dei muri questi sono stati dimensionati considerando unicamente le azioni trasmesse a testa muro dal solettone superiore. Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico utilizzati nell'analisi.

MURI LATERALI	
Muro laterale H1	7.50 m
Muro laterale s1	1.20 m
Muro laterale H2	3.60 m
Muro laterale s2	0.50 m
Altezza totale muri laterali	11.10 m
Spessore medio Muri Laterali	0.97 m
Lunghezza Massima muri laterali	7.05 m
Peso Muro laterale (singolo)	2187.00 kN
Peso totale Muri laterali	4374.00 kN
Spinta a riposo (con 100% sovraccarichi)	0.00 kN/m
Spinta attiva	0.00 kN/m
Coefficiente di spinta attiva con sismiche K'a	0.48
Incr. spinta attiva in condizione sismiche	0.00 kN/m
Inerzia del Muro laterale /m	71.18 kN/m

Tabella 18 – Valutazioni pesi e spinte agenti sui muri laterali

Muro	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Tesa	Compressa	Taglio
Laterale	1.0	1.2	1 $\phi$ 22/10	1 $\phi$ 22/10	6 $\phi$ 8/mq

Tabella 19 – Geometria sezione e armatura dei muri laterali

VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV					
Combinazione	N	M	V	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
	KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	365	353	0	3.42	-

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

VERIFICHE DI ESERCIZIO						
Combinazione	N	M	V	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
	KN/m	kNm/m	KN/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	270	295	0	-1.92	91.5	0

Tabella 20 – Verifiche dei muri laterali

## 10 VERIFICA DELLE FONDAZIONI

Nei seguenti paragrafi sono riportate le verifiche strutturali e geotecniche del sistema fondazionale.

### 10.1 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. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie

Nella tabella che segue sono indicati i parametri geometrici, meccanici e di carico del plinto utilizzati nell'analisi per il calcolo della risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

PLINTO DI FONDAZIONE	
Peso Muro Frontale	8156.25 kN
Ecc. Long. Muro Frontale - Plinto	2.55 m
Peso Muro Posteriore	0.00 kN
Ecc. Long. Muro Posteriore - Plinto	0.00 m
Peso Solettone superiore	3093.19 kN
Ecc. Long. Solettone superiore- Plinto	-2.50 m
Ecc.Appoggi Plinto	3.10 m
Peso Muro Paraghiaia	761.25 kN
Ecc. Long. Muro Paraghiaia - Plinto	1.35 m
Peso Terreno di riempimento	0.00 kN
Peso Accidentali su terreno di riempimento	0.00 kN
Peso Accidentali su solettone superiore	1903.50 kN
Eccentricità long Terreno -Plinto	0.00 m
Eccentricità long Muri laterali -Plinto	-2.50 m
Spessore Plinto	2.50 m
Lunghezza plinto	12.00 m
Larghezza plinto	16.50 m
Peso plinto di fondazione	12375.00
Altezza Rilevato+H plinto	13.70 m
Spinta a riposo rilevato	0.00 kN
Spinta a riposo sovraccarichi	0.00 kN
Spinta attiva rilevato	0.00 kN
Spinta in condizione sismiche (wood)	0.00 kN
Inerzia dei muri laterali (H)	1153.20 kN
Inerzia dei muri laterali (V)	576.60 kN
Inerzia solettone superiore (H)	815.51 kN
Inerzia solettone superiore (V)	407.76 kN

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

<b>Inerzia muro posteriore (H)</b>	0.00
<b>Inerzia muro posteriore (V)</b>	0.00
<b>Inerzia plinto di fondazione (H)</b>	3262.64 kN
<b>Inerzia plinto di fondazione (V)</b>	1631.32 kN
<b>Inerzia rilevato interno(H)</b>	0.00 kN
<b>Inerzia rilevato interno (V)</b>	0.00 kN

**Tabella 21 – Valutazioni pesi e spinte agenti sul plinto di fondazione**

<b>SOLLECITAZIONI BASE PLINTO</b>							
<b>Combo</b>	<b>N</b>	<b>M<sub>L</sub></b>	<b>M<sub>T</sub></b>	<b>V<sub>L</sub></b>	<b>V<sub>T</sub></b>	<b>M<sub>L,AM</sub></b>	<b>M<sub>T,AM</sub></b>
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
A1_STR.1.max.N(max)	53668	72686	5605	3038	185	53668	37131
A1_STR.1.max.N(min)	47549	63803	5529	4046	440	47549	8079
A1_STR.2a.max.N(max)	53668	72686	3916	3038	51	53668	37131
A1_STR.2a.max.N(min)	47549	63803	3840	4046	306	47549	8079
A1_STR.2b.max.N(max)	53698	77823	5014	3542	135	53698	32183
A1_STR.2b.max.N(min)	47580	58856	4937	3542	390	47580	13216
SLV Z.1	33692	75182	27524	8552	2887	33692	48083
SLV Z.2	33692	47962	47694	3815	7624	33692	27914
RARA.1.max.N(max)	38157	55716	3865	1066	166	38157	34400
RARA.1.max.N(min)	35479	54882	3462	1813	270	35479	18626
RARA.2a.max.N(max)	38157	55716	2614	1066	67	38157	34400
RARA.2a.max.N(min)	35479	54882	2210	1813	171	35479	18626
RARA.2b.max.N(max)	38180	59521	3427	1439	129	38180	30735
RARA.2b.max.N(min)	35501	51217	3023	1439	233	35501	22431
FREQUENTE.2a.max.N(max)	37015	55716	1821	1066	2	37015	34400
FREQUENTE.2a.max.N(min)	34337	54882	1417	1813	106	34337	18626
FREQUENTE.2b.max.N(max)	37038	59521	2634	1439	64	37038	30735
FREQUENTE.2b.max.N(min)	34359	51217	2231	1439	168	34359	22431
QUASI.PERMANENTE	33692	37117	298	0	6	33692	37117

**Tabella 22 – Sollecitazioni ad intradosso plinto (quota testa pali)**

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. Nel calcolo degli sforzi nei pali si è tenuto del parametro  $\alpha$  (vedi paragrafo 4) sia per la valutazione dello sforzo nei pali (effetto della deformabilità a taglio degli stessi pali) sia per la valutazione del momento flettente agente in testa al palo ( $M_{Ed} = \alpha V_{Ed}$ ). La situazione peggiore risulta essere sempre quella sismica.

Si riportano nel seguito le coordinate dei pali di fondazione e per ogni combinazione di carico, le sollecitazioni nei pali sollecitati dal massimo e dal minimo sforzo normale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

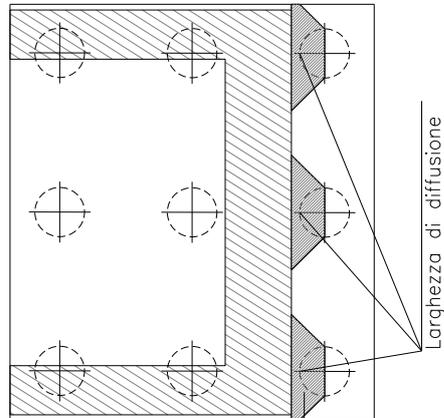
Pali												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>z</b>	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	4.50	4.50	4.50
<b>y</b>	6.75	2.25	-2.25	-6.75	6.75	2.25	-2.25	-6.75	6.75	2.25	-2.25	-6.75
<b>z<sup>2</sup></b>	20.25	20.25	20.25	20.25	0.00	0.00	0.00	0.00	20.25	20.25	20.25	20.25
<b>y<sup>2</sup></b>	45.56	5.06	5.06	45.56	45.56	5.06	5.06	45.56	45.56	5.06	5.06	45.56
<b>W<sub>Y</sub></b>	45.00	135.00	-135.00	-45.00	45.00	135.00	-135.00	-45.00	45.00	135.00	-135.00	-45.00
<b>W<sub>Z</sub></b>	-36.00	-36.00	-36.00	-36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	36.00	36.00	36.00

**Tabella 23 – Numero di pali e coordinate rispetto al baricentro del plinto**

SFORZI MASSIMI E MINIMI NEI PALI						
Combo	N <sub>min</sub>		N <sub>max</sub>		V <sub>max</sub>	M <sub>max</sub>
	Palo	[kN]	Palo	[kN]	[kN]	[kNm]
A1_STR.1.max.N(max)	4	2156	9	6788	254	743
A1_STR.1.max.N(min)	4	2462	9	5463	339	994
A1_STR.2a.max.N(max)	4	2156	9	6788	253	742
A1_STR.2a.max.N(min)	4	2462	9	5463	338	991
A1_STR.2b.max.N(max)	4	2268	9	6682	295	865
A1_STR.2b.max.N(min)	4	2350	9	5580	297	870
SLV Z.1	4	803	9	4812	752	2204
SLV Z.2	4	1251	9	4364	710	2081
RARA.1.max.N(max)	4	1355	9	5004	90	263
RARA.1.max.N(min)	4	1557	9	4356	153	448
RARA.2a.max.N(max)	4	1355	9	5004	89	261
RARA.2a.max.N(min)	4	1557	9	4356	152	445
RARA.2b.max.N(max)	4	1438	9	4925	120	353
RARA.2b.max.N(min)	4	1474	9	4443	122	356
FREQUENTE.2a.max.N(max)	4	1292	9	4877	89	260
FREQUENTE.2a.max.N(min)	4	1494	9	4229	151	443
FREQUENTE.2b.max.N(max)	4	1375	9	4798	120	352
FREQUENTE.2b.max.N(min)	4	1410	9	4316	121	354
QUASI.PERMANENTE	4	1047	9	4568	0	1

**Tabella 24 – Massime e minime sollecitazioni nei pali di 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 dp (con dp altezza utile della sezione del plinto). La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato (generalmente quello di spigolo).



**Figura 1 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale**

**Tabella 25 – Verifica dello zoccolo anteriore del plinto di fondazione con meccanismo tirante-puntone**

<b>VERIFICA DELLO ZOCCOLO ANTERIORE DEL PLINTO DI FONDAZIONE</b>	
Nmax (palo)	6788 kN
Dist. Asse palo-bordo muro frontale	0.45 m
Diametro palo	1.50 m
Larghezza di diffusione	2.30 m
Spessore della Fondazione	2.50 m
Copriferro nominale	0.10 m
Altezza utile della sezione	2.37 m
Altezza della biella compressa	0.5 m
Sforzo di Trazione	1608 kN
Sforzo di compressione	6976 kN
Diametro armatura primo strato	26 mm
Passo armatura primo strato	10 cm
Diametro armatura secondo strato	0 mm
Passo armatura secondo strato	10 cm
Area complessiva delle armature	12211 mm <sup>2</sup>
Tensione nel calcestruzzo	6.4 Mpa
Tensione nell'acciaio	131.7 Mpa

I valori di tensione ottenuti sono inferiori ai limiti di normativa riportati al paragrafo 7.2.2. La verifica è pertanto soddisfatta.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>48 di 144</b>

## 10.2 pali di fondazione

Per ricavare le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione è stato considerato un modello di plinto rigido, in cui l'azione assiale nei pali viene valutata assumendo una rotazione rigida del plinto (palo impedito di ruotare in testa), tenendo poi conto, in maniera approssimata mediante la definizione di un apposito coefficiente, degli effetti flessionali sui pali dovuti ai carichi trasmessi dalla spalla, come mostrato nelle immagini riportate alla pagina successiva.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali, mentre il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente  $\alpha$  (espresso in metri):

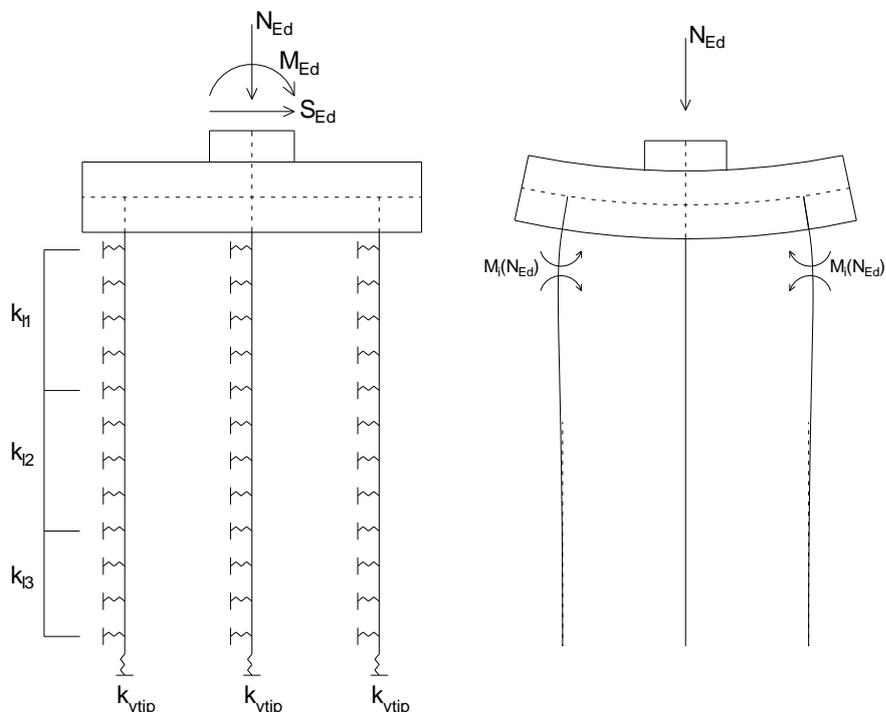
$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente  $\alpha$  dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore delo momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo,  $\alpha$  dipende quindi dalla rigidità del terreno. Per l'opera in esame sono quindi definiti i seguenti valori:

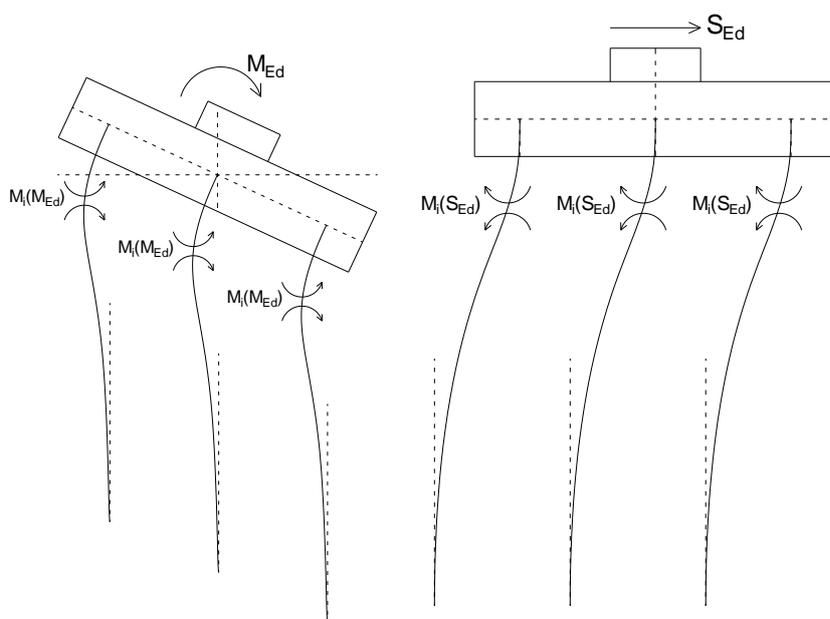
<b>D<sub>palo</sub> [m]</b>	<b><math>\alpha</math> [m]</b>
1.5	2.93

Si rimanda alla relazione geotecnica per maggiori dettagli relativi al calcolo di tale parametro.

Le azioni derivanti da questo modello sono quindi confrontate con la curve di capacità portante dei pali di fondazione riportata nella relazione geotecnica.



**Figura 2 – Modello del plinto su pali ed effetto flessionale su pali dovuto al carico assiale agente sul plinto (a destra)**



**Figura 3 – Effetto flessionale sui pali dovuti al momento flettente (a sinistra) e al taglio (a destra) agenti sul plinto**

I pali saranno armati con un doppio strato di  $\phi 28$  longitudinali (28+20 $\phi 26$ ) e con una spirale  $\phi 12/20$  (2 bracci resistenti). Tale armatura costituisce la prima gabbia di armatura del palo e si estende per 18 metri a partire dalla testa

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

del palo. Le successive gabbie di armatura potranno essere realizzate con un'armatura longitudinale e trasversale pari alla metà di quella verificata.

Palo	Sezione di verifica	Armatura	
	D [m]	Armatura longitudinale	Taglio
Φ1500	1.5	I Strato: 28φ28 II Strato: 20 φ 28	Spirale φ12/20

PALO - Verifiche allo SLU						
Combinazioni		N kN	Mlong kNm	Tlong kN	C.S. (NRd, MRd)	C.S. (VRd)
Max N	SLV Z.1	803	2204	752	2.14	2.2
Min N	A1_STR.1.max.N(max)	6788	743	254	1.76	6.7
Max VL	SLV Z.1	4812	2204	752	1.48	2.2

PALO - Verifiche allo SLE							
Combinazioni		N	Mlong	Tlong	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	Wk
		kN	kNm	kN	Mpa	Mpa	mm
RARA	RARA.2a.max.N(max)	1355	261	89	-3.43	-26.24	0.000
	RARA.2a.max.N(max)	5004	261	89	-1.35	15.03	0.000
FREQ	FREQUENTE.2a.max.N(max)	1292	260	89	-3.05	-25.58	0.000
	FREQUENTE.2a.max.N(max)	4877	260	89	-1.12	6.44	0.000
QP	QUASI.PERMANENTE	1047	1	0	-1.67	-24.98	0.000
	QUASI.PERMANENTE	4568	1	0	-0.53	-7.97	0.000

**Tabella 26 – Verifica dei pali di fondazione**

### 10.2.1 Verifiche di capacità portante Palo singolo

In accordo con le curve di capacità portante ottenute per il viadotto in esame, nelle seguenti tabelle si riporta le lunghezze dei pali utilizzate. Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

FONDAZIONE			SFORZI NEI PALI SLU/SLV			SFORZI NEI PALI SLE			
D <sub>pali</sub> [m]	n <sub>pali</sub> [m]	L <sub>pali</sub> [m]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	Q <sub>d,c</sub> [kN]	Combinazione	N <sub>min</sub> [kN]	Q <sub>d,k</sub> [kN]	Q <sub>II/Nmin</sub> [-]
1.5	12	30		SLV Z.1	-803		7026	RARA.2a.max.N(max)	5004

**Tabella 27 – Verifica della portanza verticale dei pali di fondazione**

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

### 10.2.2 Verifiche capacità portante Pali Di Gruppo

La valutazione del carico limite verticale di una palificata è eseguito con la seguente relazione:

$$Q_{d, Gruppo} = N \cdot E \cdot Q_{d, \text{ singolo palo}}$$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo ( $Q_{d, \text{ singolo palo}}$ ) per il numero  $N$  di pali del gruppo e per il fattore  $E$  di efficienza della palificata. In particolare l'efficienza è valutata con la formulazione empirica di Converse Labarre.

Nel seguito si riportano le verifiche eseguite per le pile in esame:

Lpali	Rd = Q <sub>d</sub>	PORTANZA PALI DI GRUPPO								
		Dametro	interasse	n. pali x fila	m. n. fila	Φ	E efficienza	N <sub>max, SLU</sub>	Q <sub>d Gruppo</sub>	FS
[m]	[kN]	[m]	[m]	[-]	[-]	[°]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
30	7026	1.5	4.5	4	3	18.43	0.71	53698	59846	1.11

### 10.2.3 Capacità portante laterale dei pali di fondazione

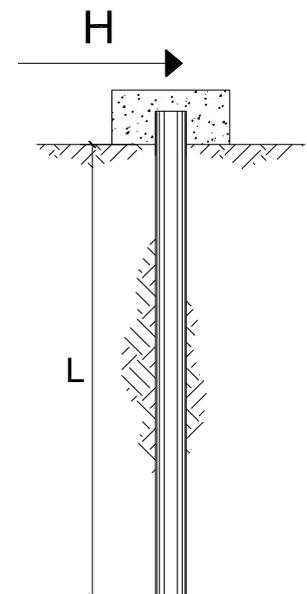
Per i pali di fondazione da realizzare nei terreni non suscettibili ai fenomeni di liquefazione, le verifiche di capacità portante laterale dei pali di fondazione vengono eseguite secondo la consolidata metodologia di Broms (1964) per terreni incoerenti sotto falda attraverso un apposito foglio di calcolo. Per tutti i pali si configura l'ipotesi di palo lungo. Le verifiche, riportate nelle pagine seguenti, risultano soddisfatte assumendo cautelativamente un angolo d'attrito  $\phi=30^\circ$ . Le armature in testa al palo utilizzate per il calcolo del momento resistente ( $M_y$ ) sono riportate al paragrafo delle verifiche strutturali dei pali di fondazione.

#### **CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

##### **TEORIA DI BASE:**

(Broms, 1964)

coefficienti parziali		A		M	R	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_\phi$	$\gamma_T$	
		$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.30
	SISMA	●	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		○	1.30	1.50	1.25	1.00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.45
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Palo corto: 
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

Lunghezza del palo	L =	30.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	M <sub>y</sub> =	6421.30	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	$\varphi'_{med} =$	30.00	(°)	$\varphi'_{min} =$	30.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d} =$	30.00	(°)	$\varphi'_{min,d} =$	30.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin \Phi') / (1 - \sin \Phi')$ )	$k_{p_{med}} =$	3.00	(-)	$k_{p_{min}} =$	3.00 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	10.00	(kN/m <sup>3</sup> )		
Azione Tagliante (V):	V =	752	(kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)		

Palo corto:

$H1_{med} = 60750.00$  (kN)  $H1_{min} = 60750.00$  (kN)

Palo intermedio:

$H2_{med} = 20464.04$  (kN)  $H2_{min} = 20464.04$  (kN)

Palo lungo:

$H3_{med} = 2926.87$  (kN)  $H3_{min} = 2926.87$  (kN)

$H_{med} = 2926.87$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 2926.87$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1721.69$  (kN)

$H_d = H_k / \gamma_T = 1324.38$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 752.00$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 1.76$

$FS$  (gruppo) = 1.41

Si fa notare che per tener conto degli effetti di gruppo è stato considerato un coefficiente riduttivo del carico limite pari a 0,8 (coefficiente di gruppo).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>53 di 144</b>

### 10.3 Valutazione dei cedimenti in fondazione

Per la valutazione dei cedimenti in fondazione si rimanda alla relazione geotecnica di calcolo per le fondazioni dei viadotti

## 11 APPOGGI E GIUNTI

### 11.1 Appoggi (Impalcato in acciaio-cls 45m)

Gli apparecchi d'appoggio fissi devono essere dimensionati con il criterio della GR (NTC p.to 7.9.5.4.1). Essi devono quindi essere in grado di trasmettere, mantenendo la piena funzionalità, forze orizzontali tali da produrre, nella o nelle sezioni critiche alla base della pila, un momento flettente pari a:  $\gamma_{Rd} M_{Rd}$ , dove  $M_{Rd}$  è il momento resistente della o delle sezioni critiche. Questa verifica può essere eseguita in modo indipendente per le due direzioni dell'azione sismica. Le forze determinate come sopra possono risultare superiori a quelle che si ottengono dall'analisi ponendo  $q = 1$ ; in tal caso per il progetto degli apparecchi è consentito adottare queste ultime.

Per le tabelle degli scarichi si rimanda alla relazione impalcato.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 11.2 Escursione dei giunti (Impalcato in acciaio-clc 45m)

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

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

dove:

- $E_1$  è lo spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2$  è lo spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3$  è lo spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni non collegate;
- $k_1 = 0.45$  è un coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2 = 0.55$  è un coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;
- $d_{Ed}$  è lo spostamento relativo totale tra le parti, pari allo spostamento  $d_E$  prodotto dall'azione sismica di progetto, calcolato come indicato nel paragrafo 7.3.3.3 del D.M. 14/01/2008:  $d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$   
 dove  $d_{Ee}$  è lo spostamento corrispondente al periodo di vibrazione della pila ricavato dallo spettro elastico in termini di spostamento e  $\mu_D = q$  per  $T_1 \geq T_C$  oppure  $\mu_D = 1 + (q-1) \cdot T_C/T_1$  per  $T_1 < T_C$  e con la limitazione  $\mu_D \leq 5q-4$  ( $q$  è il fattore di struttura). Nel caso delle spale. Data la loro elevata rigidezza si assume  $d_{Ee}=0$
- $d_{eg}$  è lo spostamento relativo tra le parti dovuto agli spostamenti relativi del terreno, da valutare secondo il paragrafo 3.2.3.3 del D.M. 14/01/2008. Il valore di spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo ( $d_g$ ) di un punto può calcolarsi secondo l'espressione seguente:

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C T_D$$

Nel caso in esame si suppone in via cautelativa che tale spostamento assoluto coincida con lo spostamento relativo tra due punti, ossia si sta valutando lo spostamento relativo della fondazione in esame rispetto ad un punto fermo.

Di seguito è riportato il calcolo per la sottostruttura in esame:

Calcolo escursione longitudinale dei giunti													
Azione termica				Azione sismica					Azione sismica in fondazione		Escursione giunti		Limitazioni Normative
L	$\Delta T$	$D_t$	$E_1$	$T_1$	$\mu_d$	$d_E$	$k_2$	$E_2$	$d_g$	$E_3$	$k_1$	$E_L$	$E_L = \max(E_0 + E_i)$
[mm]	[°]	[mm]	[mm]	[s]	[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
45000	25.0	11.250	22.5	-	-	0.00	-	0.00	77.0	154.09	0.45	74.97	154.1

Per garantire infine un minimo di escursione in funzione della sismicità del sito, il valore  $E_L$  dovrà essere assunto non minore di:

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	55 di 144

Per valori di  $a_g(SLV) < 0.25g$  :  $E_L \geq \max(0.10m; 2.3 \cdot L/1000 + 0.073)$  =  $E_{Lmin \text{ Non sismica}}$  182.5 mm

Per valori di  $a_g(SLV) \geq 0.25g$  :  $E_L \geq \max(0.15m; 3.3 \cdot L/1000 + 0.1)$  =  $E_{Lmin \text{ sismica}}$  130.5 mm

ove: L= Lunghezza del ponte (m)

Nel caso in esame: Classe zona: **Non Sismica**

In definitiva:

$E_L =$  **154.1** mm

Pertanto:

**ESCURSIONE DEI GIUNTI ( $\delta_{Giu}$ )**

$\delta_{GIU} = \pm E_L/2 + 10mm = \pm$  **87.0** mm

**AMPIEZZA DEI VARCHI ( $v$ )**

$V \geq E_L/2 + V_0 =$  **97.0** mm

ove:  $V_0 = 20$  mm

## 12 VERIFICHE STRUTTURA SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01

Di seguito si riportano le analisi e le verifiche della struttura scatolare posta a valle della spalla denominata S01.

### 12.1 Descrizione dell'opera

L'opera in esame in esame è costituito da uno scatolare in c.a. di dimensioni interne 12,20m (larghezza)x9,20m (altezza). Lo spessore strutturale per la parte in fondazione è di 1,50m, per i piedritti è pari a 1,20m mentre per il traverso è pari a 1,30m.

Di seguitosi riportano alcune immagini rappresentative del sottovia. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

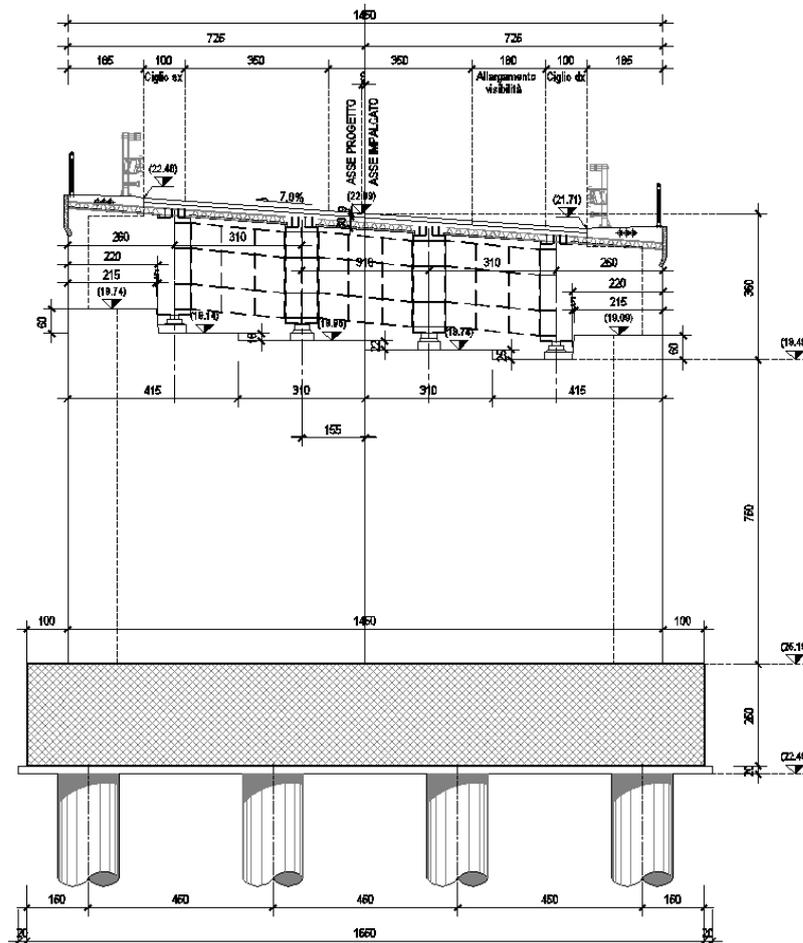
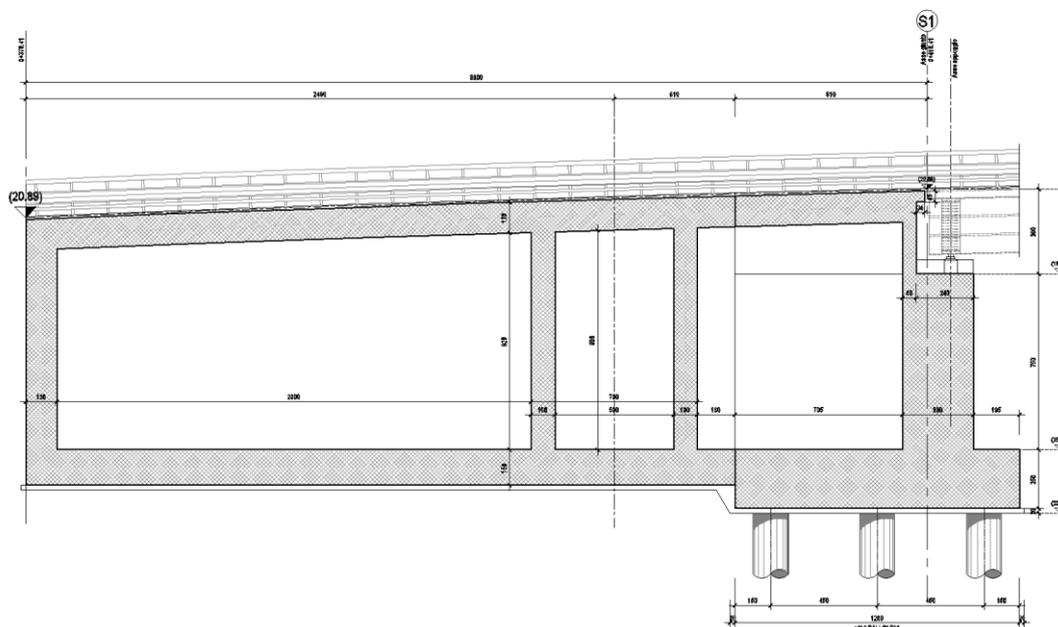


Figura 4 – Sezione trasversale Spalla S1



**Figura 5 – Sezione longitudinale Spalla S1**

## 12.2 Analisi dei carichi

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI			
1	Peso Proprio	6	Sisma sinistra
2	Permanenti	7	Sisma destra
3	Spinta terreno sinistra	8	Sovraccarico stradale
4	Spinta terreno destra	9	Variazioni termiche della struttura
5	Spinta Falda	10	Ritiro e viscosità

Per quanto riguarda tuttavia le condizioni 5 e 7, proposte di default dal software di calcolo utilizzato, nel caso in esame non assumono significato.

Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuare per ciascuna delle condizioni citate.

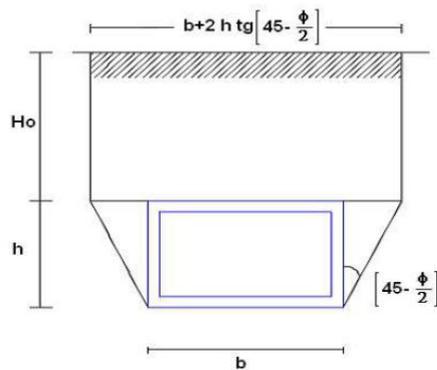
 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>58 di 144</b></p>

### 12.2.1 Peso proprio (cond. di carico 1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a.  $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$ .

### 12.2.2 Permanenti (cond. di carico 2)

Peso proprio del terreno di ricoprimento. Per la valutazione del carico permanente in copertura, si è fatto riferimento al metodo di Terzaghi secondo il quale, il carico sul traverso si manifesta come semplice peso di una massa parabolica o ellittica di distacco.



Più in dettaglio Terzaghi fornisce due espressioni differenti della pressione a seconda della maggiore o minore altezza del ricoprimento,  $H_0$ .

Facendo riferimento ai simboli della figura precedente, ed indicando con  $C$  la coesione, con  $\varphi$  l'angolo di attrito e con  $\gamma$  il peso di volume del terreno di ricoprimento, le due espressioni sono le seguenti:

$$p_v = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left( 1 - e^{-K \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right)$$

nella quale  $K$  è un coefficiente sperimentale, che, secondo misure eseguite dallo stesso Terzaghi è circa uguale ad 1, mentre il coefficiente  $B_1$ , si ricava attraverso la seguente espressione:

$$B_1 = \frac{b}{2} + h \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

nella quale  $\varphi$  è l'angolo di attrito dello strato di rinfianco.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>59 di 144</b></p>

### 12.2.3 Spinta del terreno (cond. di carico 3/4)

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, in considerazione della ridotta capacità deformativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza H, risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0$$

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:  $K_0 = 1 - \sin \phi$ . Dove  $\phi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco. Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot K_0 + p_v \cdot K_0$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

dove  $p_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

### 12.2.4 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 5)

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

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Nel caso in esame il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

### 12.2.5 Variazioni termiche della struttura (cond. di carico 9)

La variazione termica applicata sulla struttura è pari a  $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ , con una variazione termica aggiuntiva a farfalla pari a  $\Delta T = \pm 5^\circ\text{C}$  (variabile linearmente da  $-2.5^\circ\text{C}$  all'estradosso della soletta superiore, a  $+2.5^\circ\text{C}$ ) all'intradosso della soletta superiore applicata sulla soletta di copertura.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

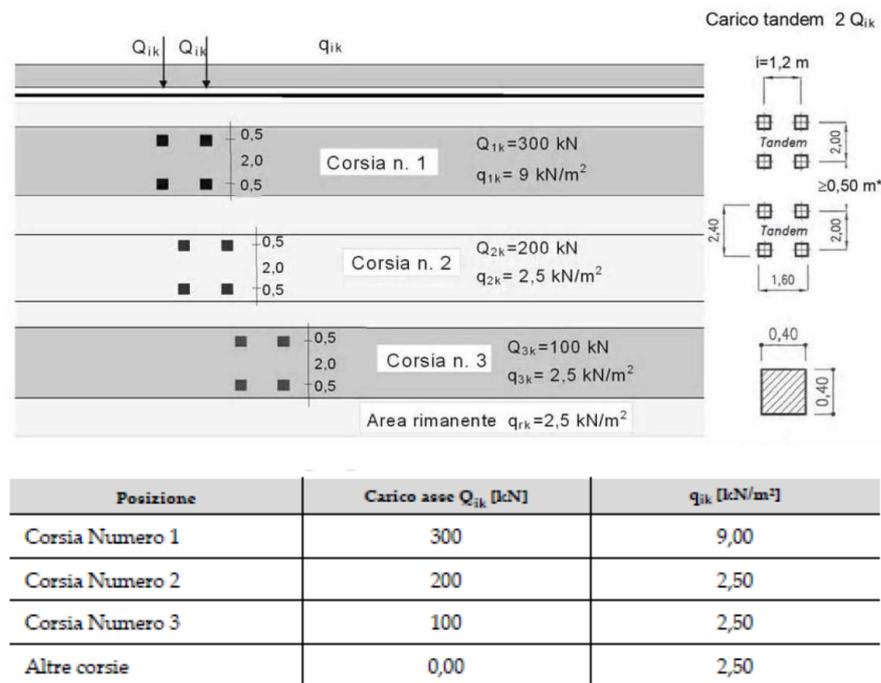
### 12.2.6 Ritiro e viscosità (cond. di carico 10)

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo e della viscosità sono assimilati ad una variazione termica uniforme della soletta superiore.

Nello specifico, si è assunto di modellare la deformazione da ritiro totale comprensiva anche degli effetti da deformazione viscosa, attraverso l'introduzione di un carico termico uniforme nella soletta superiore di  $-10^{\circ}\text{C}$

### 12.2.7 Azioni variabili da traffico (Q1) (cond. di carico 8)

Per la determinazione dei carichi accidentali da traffico da considerare sul piano della pavimentazione, si è fatto riferimento agli schemi di carico stabilità al punto 5.1.3.3.3 del DM 14/01/08 di cui nel seguito:



**Figura 6 – Schema di carico 1**

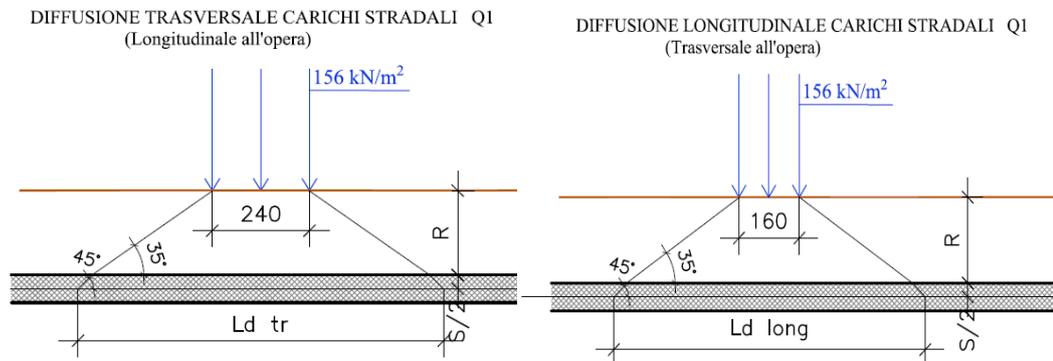
Ai fini delle analisi, si è assunto di trasformare i carichi concentrati  $Q_{ik}$ , in un carico distribuito equivalente, che, con riferimento alle tre colonne di carico, risulta :

$$Q_{1k} d = 600 / 2.40 \times 1.60 = 156.24 \text{ KN/m}^2 + \text{carico distribuito da } 9.0 \text{ KN/m}^2 \text{ su } 3.0 \text{ di corsia}$$

$$Q_{2k} d = 400 / 2.40 \times 1.60 = 104.16 \text{ KN/m}^2 + \text{carico distribuito da } 2.5 \text{ KN/m}^2 \text{ su } 3.0 \text{ di corsia}$$

$$Q_{3k} d = 200 / 2.40 \times 1.60 = 52.08 \text{ KN/m}^2 + \text{carico distribuito da } 2.5 \text{ KN/m}^2 \text{ su } 3.0 \text{ di corsia}$$

Si è assunto inoltre di diffondere il carico valutato in precedenza fino al piano medio della soletta, secondo quanto riportato negli schemi grafici di figura seguente:



Schema di diffusione in soletta carichi Q1

Quindi, sul piano medio della soletta, agirà un carico uniforme distribuito pari a:

Hr [m]	0.7	Altezza dello strato di terreno di ricoprimento
Ss [m]	1.3	Spessore Traverso
b [m]	0.4	Impronta ruota:
l <sub>trav</sub> [m]	2.4	
l <sub>long</sub> [m]	1.6	
L <sub>trav</sub> [m]	5.5	$L_{trav} = 2 \cdot Hr + 2 \cdot (Ss / 2) + b + l_{trav}$
L <sub>long</sub> [m]	4.7	$L_{long} = 2 \cdot Hr + 2 \cdot (Hr / 2) + b + l_{long}$
q'1a [kN/m <sup>2</sup> ]	23.2	$q'1a = 2 \times 300 \text{ KN} / (L_{trav} \times L_{long})$
q'2a [kN/m <sup>2</sup> ]	15.5	$q'2a = 2 \times 200 \text{ KN} / (L_{trav} \times L_{long})$
q'3a [kN/m <sup>2</sup> ]	7.7	$q'3a = 2 \times 100 \text{ KN} / (L_{trav} \times L_{long})$

Nell'ambito della modellazione effettuata tuttavia, si è fatto riferimento, come di norma, ad un modulo di scatolare di lunghezza unitaria; la diffusione dei carichi in direzione trasversale all'opera è effettuata in automatico dal programma di Calcolo Utilizzato secondo i criteri definiti in precedenza, mentre per tener conto della diffusione in senso longitudinale all'opera, il carico inserito nel modello di analisi sul piano limite stradale, è stato ridotto per tener conto di tale effetto:

$$Q1k d = 600 / (l_{Trav} \times l_{long}) = 600 / (2.4 \times 4.7) = 53.19 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q2k d = 400 / (l_{Trav} \times l_{long}) = 400 / (2.4 \times 4.7) = 35.46 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q3k d = 200 / (l_{Trav} \times l_{long}) = 200 / (2.4 \times 4.7) = 17.73 \text{ kN/m}^2.$$

I carichi appena definiti sono stati infine applicati su una lunghezza complessiva di **2,40m**, pari all'impronta del carico Qik in direzione trasversale all'opera. In aggiunta, si è considerato agente l'ulteriore carico uniforme di 2.5 KN/m<sup>2</sup>, trascurando cautelativamente gli effetti di diffusione sulla restante parte della carreggiata.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

### 12.2.8 Azioni Sismiche (cond. di carico 6/7)

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ .

#### Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale  $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale  $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} / g \quad k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

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

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** risulta:

<b>Condizione</b>	<b>Cat. di sottosuolo</b>	<b><math>a_g/g</math></b>	<b><math>S=S_s S_t</math></b>	<b><math>a_{max}/g</math></b>	<b><math>\beta_m</math></b>	<b><math>K_h</math></b>
SLV	B	0.224	1.177	0.264	(-)	(-)
					1.00	0.264

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- $\beta$  è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008).

Nel caso in esame si assume  $\beta=1$  in accordo alla teoria di Wood.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>63 di 144</b></p>

### Spinta sismica terreno

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera. Si trascurano gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la struttura di sostegno (DM 14/01/2008).

Le spinte del terreno in fase sismica, sono state determinate con la **teoria di Wood**, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza  $H$  viene determinata con la seguente espressione:  $\Delta S_E = K_h \cdot \gamma \cdot H^2$

L'effetto del sisma è ottenuto applicando un incremento di spinta del terreno valutato secondo la teoria di Wood, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera. Utilizzando la formulazione seguente:

$$\Delta P_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \gamma \cdot H^2 = E$$

Dove  $\gamma$  rappresenta il peso del volume di terreno che interagisce con l'opera,  $H$  rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso),  $S$  è il coeff. di amplificazione locale mentre  $a_g$  è la PGA.

### **12.3 Combinazioni di carico**

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile  $Q_1$  è pari a 0
- coefficienti di partecipazione  $\Psi$  per carichi di tipo variabile:

Variabili da traffico:  $\Psi_0 = 0.75 \quad \Psi_1 = 0.75 \quad \Psi_2 = 0.00$

Azioni Termiche:  $\Psi_0 = 0.60 \quad \Psi_1 = 0.60 \quad \Psi_2 = 0.50$

Per un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><i>LINEA PESCARA – BARI</i> RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA L102</p>	<p>LOTTO 02 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IV0400 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 64 di 144</p>

## 12.4 Approcci progettuali e metodi di verifica

Come prescritto dal DM 14/01/2008 è stato adottato l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 14/01/2008):

- combinazione 1:  $A1 + M1 + R1$
- combinazione 2:  $A2 + M2 + R1$ .

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 ( $A2+M2+R1$ ). Per le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata condotta la combinazione 1 ( $A1+M1+R1$ ), applicando i coefficienti parziali  $A1$  all'effetto delle azioni.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV). Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni sono pari all'unità.

## 12.5 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Nell'ambito del presente paragrafo si riporta una descrizione delle caratteristiche dei Software utilizzati per l'effettuazione delle Analisi e Verifiche strutturali e geotecniche esposte nel presente documento.

### Denominazione ed Estremi di Licenza del Software

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	11.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	PROGIN S.P.A.
Licenza	AIU01054U

### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione. L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>65 di 144</b>

- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

### **Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software impiegati ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Le stesse società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati sono contenuti in apposita documentazione fornita a corredo dell'acquisto del prodotto, che per brevità espositiva si omette di allegare al presente documento.

### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono state inoltre sottoposte a controlli dal sottoscritto utente del software.

Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali, che per brevità espositiva si omette dall'allegare al presente documento.

Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, Il Progettista dichiara pertanto che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, validando conseguentemente i risultati dei calcoli esposti nella presente.

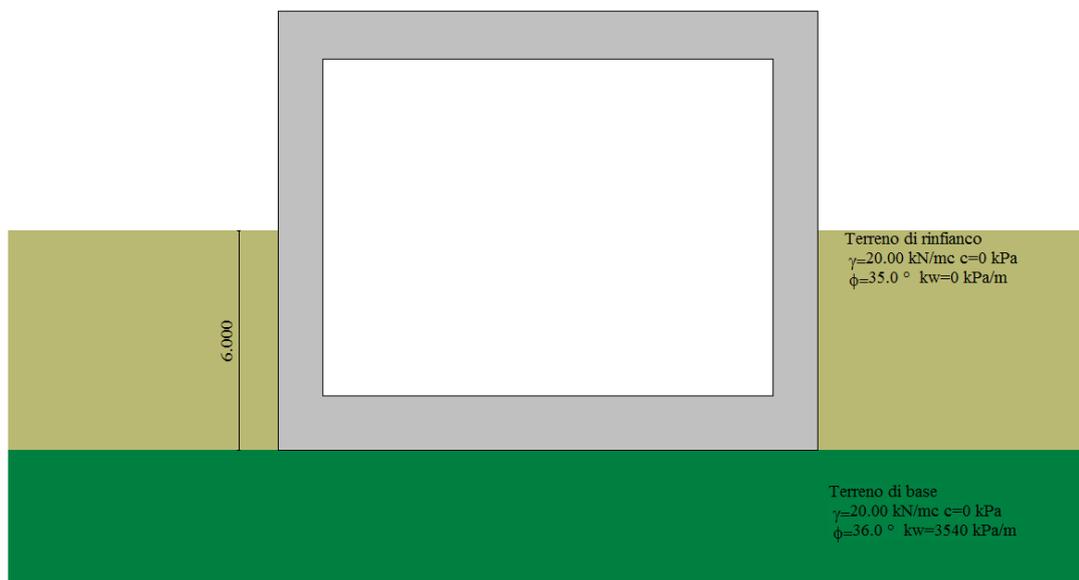
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 12.6 Risultati, Analisi E Verifiche

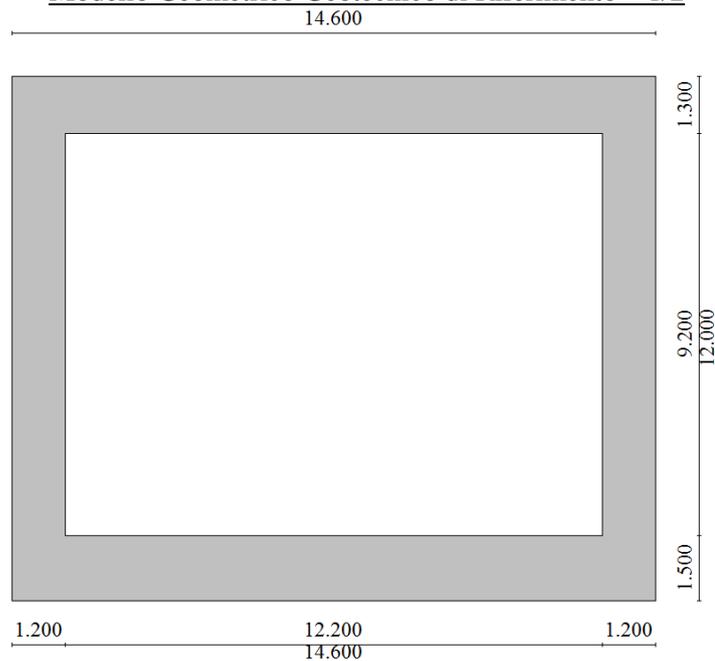
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

### 12.6.1 Modello di calcolo

Di seguito di riporta una descrizione del modello geometrico/geotecnico considerato ai fini del dimensionamento:



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2



Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>67 di 144</b>

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento,  $K_e$ , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura  $K$ . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali  $p$ .

Indicando con  $u$  il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma  $K u = p$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti  $u$

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

Nel caso in esame, Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

- $s = B \cdot c_t \cdot (q - \sigma_{v0}) \cdot (1 - \nu^2) / E$

dove:

- $s$  = cedimento elastico totale;
- $B$  = lato minore della fondazione;
- $c_t$  = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 ( $L$  = lato maggiore della fondazione):
  - $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$  rettangolare con  $L / B \leq 10$
  - $c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$  rettangolare con  $L / B > 10$
- $q$  = pressione media agente sul terreno;
- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>68 di 144</b>

-  $E$  = modulo elastico medio del terreno sottostante.

Il valore della costante di sottofondo  $k_w$  è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

- $k_w = E / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$

Di seguito si riportano, in forma tabellare, i risultati delle valutazioni effettuate per il caso in esame, sulla scorta del valore di progetto di  $E$  attribuito allo strato di Fondazione, avendo considerato una dimensione longitudinale della fondazione ritenuta potenzialmente collaboranti:

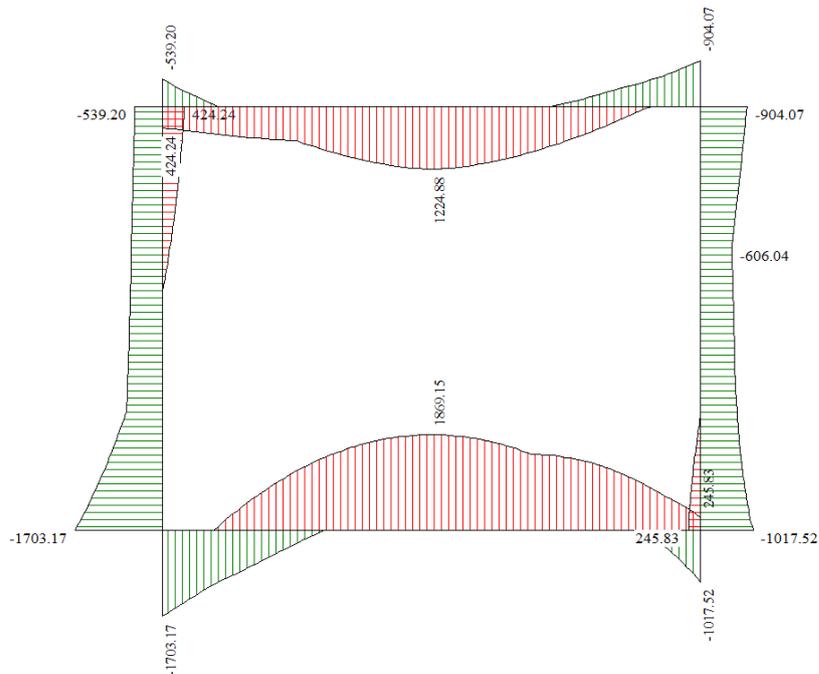
#### **Terreno bn2**

$E_0 =$	300000	KN/m <sup>2</sup>
$E' = 1/5 E_0 =$	60000.0	KN/m <sup>2</sup>
$n =$	0.25	
$B =$	14.6	m
$L =$	29.9	m
$ct =$	<b>1.24</b>	
$K_w =$	<b>3547</b>	KN/m <sup>3</sup>

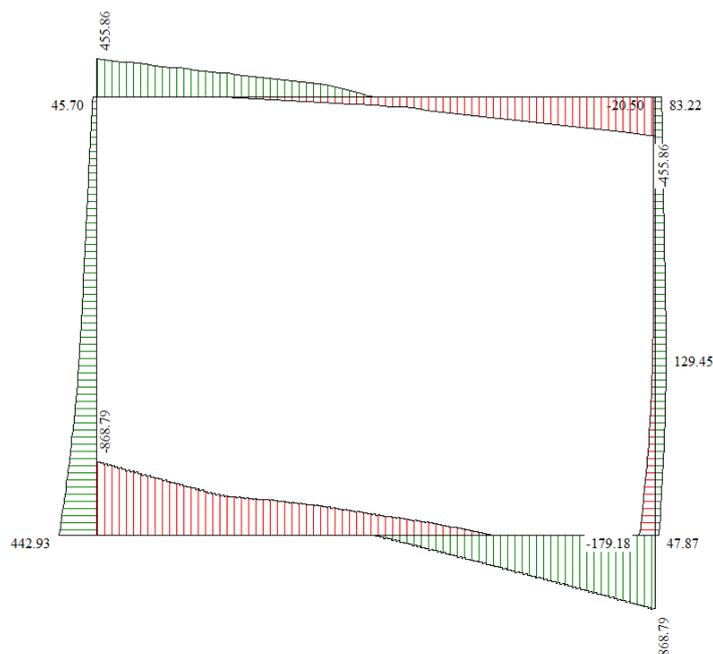
In fase di analisi si assume cautelativamente  $k_w = 3540$  Kpa/m.

### 12.6.2 Sollecitazioni di calcolo

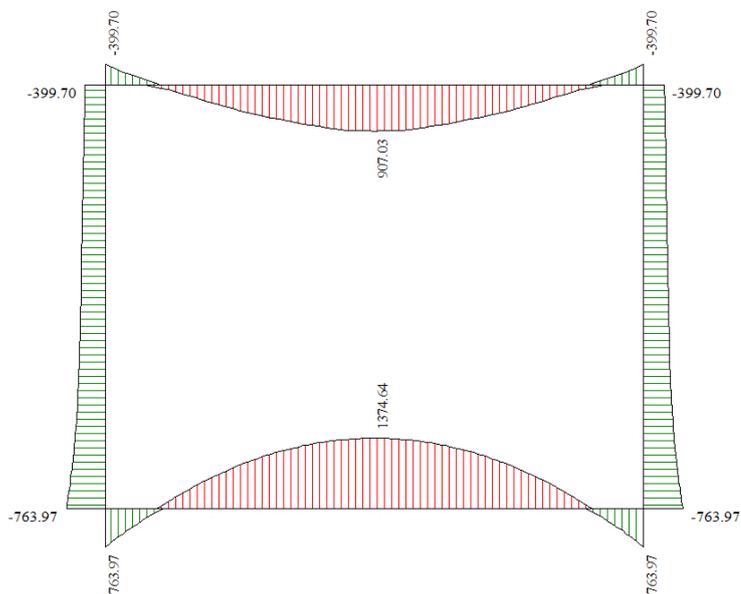
Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio; le unità di misura dei grafici sono i KN e m:



**Involuppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico**



**Involuppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico**



**Involuppo diagrammi del momento flettente – SLE**

### 12.6.3 Armature di progetto

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
TRAVERSO	1 $\varnothing$ 24/10	1 $\varnothing$ 24/10	Spilli $\Phi$ 12/40x20
PIEDRITTI	1 $\varnothing$ 24/10	1 $\varnothing$ 24/10	Spilli $\Phi$ 12/40x20
FONDAZIONE	1 $\varnothing$ 24/10	I Strato: 1 $\varnothing$ 24/10 I Strato: 1 $\varnothing$ 24/10	Spilli $\Phi$ 12/40x20

**Af1 : Armatura lato terreno**

**Af2 : Armatura lato interno**

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento ad un copriferro netto pari a 6 cm.

### 12.6.4 Verifiche di resistenza e fessurazione

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc.

Cautelativamente nei modelli si è impiegato una classe di cls C25/30 sia per la parte di elevazione che per le fondazioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

### 12.6.5 Verifiche Allo SLU

Per le verifiche SLU nei confronti della pressoflessione si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. In particolare si segnala che le verifiche risultano soddisfatte per ognuna delle combinazioni di carico esaminate.

#### Verifiche a taglio

I risultati ottenuti dalle verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate (a filo parete) per la struttura in esame sono riepilogati nella seguente tabella.

Verifica a taglio						
Sezione	$V_{Ed}$	b	h	$V_{Rd}$	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
TRAVERSO	450	100	130	1530	SI	Spilli $\Phi$ 12/40x20
PIEDRITTI	440	100	120	1405	SI	Spilli $\Phi$ 12/40x20
FONDAZIONE	860	100	150	1780	SI	Spilli $\Phi$ 12/40x20

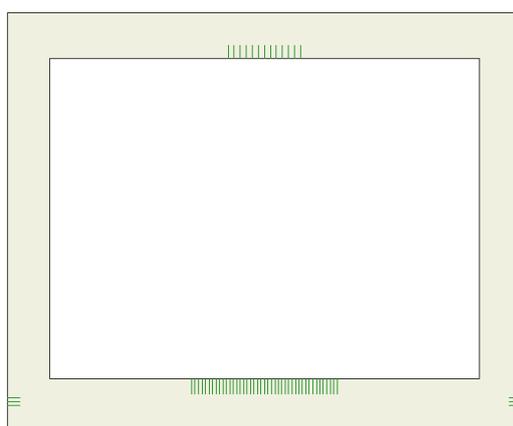
Le sollecitazioni taglianti sono valutate in corrispondenza del filo esterno degli elementi.

### 12.6.6 Verifiche Allo SLE

Per le verifiche delle alle tensioni per il calcestruzzo e per l'acciaio di armatura si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. In particolare si segnala che le verifiche risultano soddisfatte per ognuna delle combinazioni di carico esaminate.

#### Verifiche a fessurazione

L'ampiezza delle fessure è sempre al di sotto dei limiti sopra descritti, pertanto le verifiche si possono ritenere soddisfatte. Nella seguente figura vengono riportati lo schema con indicazione delle zone della struttura ove si innesca il processo di fessurazione. Per i relativi valori di ampiezza delle fessure ricavati riferirsi al tabulato in allegato:



**Schema con indicazione delle zone fessurate\***

### 12.6.7 Verifiche geotecniche

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof. Si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

### 13 VERIFICHE INTEGRATIVE MURO POSTERIORE

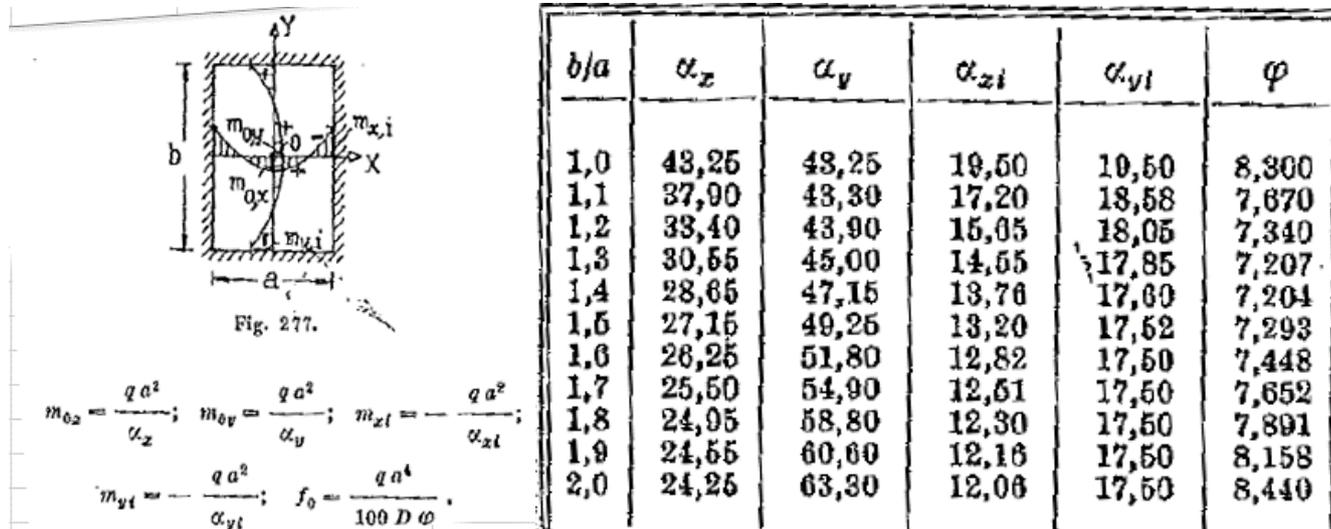
Di seguito si riportano le analisi e le verifiche del muro posteriore a chiusura dello scatolare. Il muro è stato schematizzato come una piastra incastrata alle estremità caricata da un carico uniforme equivalente alle spinte del terreno. La verifica in particolare è condotta considerando la porzione di piastra incastrata tra il setto centrale e quello di estremità. I risultati possono essere estesi anche all'altra porzione in virtù della simetria di carichi e geometrica.

MURO POSTERIORE		
H muro (interna)	9.20	m
Larghezza muro (interna)	12.20	
Spessore muro	1.30	m
Peso Muro	32.5	kN/mq
Peso Muro	3647.8	kN
Peso Specifico Terreno di Rilevato	20	kN/mc
Angolo di Attrito Terreno di Rilevato	38	°
Coefficiente di spinta a riposo	0.384	
Altezza terreno spingente	11	m
Spinta statica a riposo	424	kN/m
Pressione statica terreno uniforme equivalente	40	kN/mq
Sovraccarico accidentale da traffico	20	kN/mq
Spinta a riposo sovraccarichi	81	kN/m
Pressione statica unif. equivalente sovraccarico	7.7	kN/mq
Accelerazione sismica di base $a_g$	0.195	g
Coefficiente stratigrafico SS	1.404	-
Coefficiente topografico ST	1.000	-
Accelerazione orizzontale massima attesa $a_{max}$	0.274	g
$\beta_m$ (massa cls spalla)	1.000	-
$K_h$ (cls spalla) =	0.274	-
$K_v$ (cls spalla)=	0.137	-
Inerzia Muro /m	8.9	kN/mq
Inerzia Muro	998.69	kN
$\beta_m$ (massa terreno)	1.000	-
$K_h$ (terreno) =	0.274	-
$K_v$ (terreno)=	0.137	-
Spinta in condizione sismiche (wood)	603.7	kN/m
Pressione sismica unif. equivalente equivalente	57.5	kN/mq

Elemento strutturale	Sezione di verifica		Armatura		
	Base [m]	Altezza [m]	Direz. X (orizzontale)	Direz. Y (verticale)	Taglio
Muro posteriore	1.0	1.30	1 $\phi$ 22/10 sup 1 $\phi$ 22/10 inf	1 $\phi$ 22/10 sup 1 $\phi$ 22/10 inf	Spilli $\phi$ 12/20x40

Tabella 28 – Geometria sezione e armatura dei muri laterali

### Schema di calcolo



### Dati geometrici Piastra

a [m]=	9.20
b [m] =	12.20
b/a =	1.33
$\alpha_x$ =	32.66
$\alpha_y$ =	45.56
$\alpha_{xi}$ =	14.34
$\alpha_{yi}$ =	17.50

### Dati carico Piastra

$q_{pp}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	0.00	
$q_{s,ko}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	40.36	Pressione statica equivalente spinta terreno (a riposo)
$q_{sq,ko}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	7.69	Pressione statica equivalente spinta carico accidentale (a riposo)
$q_{sa}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	57.49	Pressione equivalente spinta sismica (Wood)
$q_{sa}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	8.90	Pressione equivalente inerzia muro

### COMBINAZIONI E COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico acc.		Sisma
				$\gamma$	$\psi$	
SLU	1	1.35	1.35	1	1.45	0
SISMA	1	1	1	1	0.2	1
SLE (FREQ)	1	1	1	1	1	0

$q^{SLU}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	65.63	Pressione uniforme equivalente SLU
$q^{SLV}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	67.93	Pressione uniforme equivalente SLV
$q^{SLE}$ (KN/m <sup>2</sup> ) =	48.04	Pressione uniforme equivalente SLE

**SOLLECITAZIONI SLU**

Mox =	<b>170.06</b>	KNm
Moy =	<b>121.92</b>	KNm
Mix =	<b>387.24</b>	KNm
Miy =	<b>317.40</b>	KNm

**SOLLECITAZIONI SLV**

Mox =	<b>176.02</b>	KNm
Moy =	<b>126.19</b>	KNm
Mix =	<b>400.83</b>	KNm
Miy =	<b>328.54</b>	KNm

**SOLLECITAZIONI SLE**

Mox =	<b>124.49</b>	KNm
Moy =	<b>89.25</b>	KNm
Mix =	<b>283.49</b>	KNm
Miy =	<b>232.36</b>	KNm

**VERIFICHE MURO POSTERIORE**
**VERIFICHE DI ESERCIZIO**

Combinazione	Direzione		N	M	$\sigma_c$	$\sigma_s$	Wk
			KN/m	kNm/m	Mpa	Mpa	mm
SLE_RARA	Long. X	Campata	0	124	-0.6	29.4	0
		Bordi	0	283	-1.4	104.2	0
	Trasv Y	Campata	0	89	-0.42	24.1	0
		Bordi	0	232	-0.94	64.5	0

**VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU/SLV**

Combinazione	Direzione		N	M	V	C.S. ( $N_{Rd}$ , $M_{Rd}$ )	C.S. ( $V_{Rd}$ )
			KN/m	kNm/m	KN/m		
SLU	Long. X	Campata	0	170	0	8.3	-
		Bordi	0	387	1841	3.5	7.30
	Trasv Y	Campata	0	122	0	12.4	-
		Bordi	0	317	1841	4.5	16.92
SLV	Long. X	Campata	0	176	0	10.0	-
		Bordi	0	401	1906	4.3	9.02
	Trasv Y	Campata	0	126	0	15.3	-
		Bordi	0	329	1906	5.5	20.91

\*Cautelativamente nelle verifiche a pressoflessione si è trascurato lo sforzo normale dato dal peso del muro

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## 14 ALLEGATO 1: TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE DI APPROCCIO ALLA SPALLA S01

### Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	12.00	[m]
Larghezza esterna	14.60	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	1.20	[m]
Spessore piedritto destro	1.20	[m]
Spessore fondazione	1.50	[m]
Spessore traverso	1.30	[m]

### Caratteristiche strati terreno

#### Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23.33	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	0	[kPa/cm]

#### Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	36.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	24.00	[°]
Coesione	0	[kPa]
Costante di Winkler	35	[kPa/cm]
Tensione limite	1000	[kPa]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>76 di 144</b></p>

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Materiale calcestruzzo

R <sub>ck</sub> calcestruzzo	30000	[kPa]
Peso specifico calcestruzzo	24.5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976850	[kPa]
Tensione di snervamento acciaio	450000	[kPa]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

## Condizioni di carico

### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

### Simbologia adottata e unità di misura

#### Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F <sub>y</sub>	componente Y del carico concentrato
F <sub>x</sub>	componente X del carico concentrato
M	momento

#### Forze distribuite

X <sub>i</sub> , X <sub>f</sub>	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y <sub>i</sub> , Y <sub>f</sub>	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V <sub>ni</sub>	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V <sub>nf</sub>	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V <sub>ni</sub>	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V <sub>fi</sub>	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D <sub>te</sub>	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

$D_i$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Stradale)

Distr	Traverso	$X_i= 3.10$	$X_f= 5.50$	$V_{ni}= 53.19$	$V_{nf}= 53.19$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 2.80$	$X_f= 5.80$	$V_{ni}= 9.00$	$V_{nf}= 9.00$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 6.10$	$X_f= 8.50$	$V_{ni}= 35.46$	$V_{nf}= 35.46$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 5.80$	$X_f= 8.80$	$V_{ni}= 2.50$	$V_{nf}= 2.50$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 9.10$	$X_f= 11.50$	$V_{ni}= 17.73$	$V_{nf}= 17.73$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 8.80$	$X_f= 11.80$	$V_{ni}= 2.50$	$V_{nf}= 2.50$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 11.80$	$X_f= 14.60$	$V_{ni}= 2.50$	$V_{nf}= 2.50$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$
Distr	Traverso	$X_i= 0.00$	$X_f= 2.80$	$V_{ni}= 2.50$	$V_{nf}= 2.50$	$V_{ti}= 0.00$ $V_{tf}= 0.00$

Condizione di carico n° 8 (termico)

Term	Traverso	$D_{te}= -2.50$	$D_{ti}= 2.50$
Term	Traverso	$D_{te}= -15.00$	$D_{ti}= -15.00$

Condizione di carico n° 9 (ritiro)

Term	Traverso	$D_{te}= -10.00$	$D_{ti}= -10.00$
------	----------	------------------	------------------

## Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

**Stato Limite Ultimo**

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*f_{ck})^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*b_w*d>(v_{min}+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$$

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	78 di 144

$$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*f_{yd}*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$$

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*f_{cd}*(ctg(\theta)+ctg(\alpha))/(1.0+ctg\theta^2)$$

con:

d                                      altezza utile sezione [mm]  
 b<sub>w</sub>                                      larghezza minima sezione [mm]  
 σ<sub>cp</sub>                                      tensione media di compressione [N/mm<sup>2</sup>]  
 ρ<sub>l</sub>                                        rapporto geometrico di armatura  
 A<sub>sw</sub>                                      area armatura trasversale [mm<sup>2</sup>]  
 s                                         interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]  
 α<sub>c</sub>                                        coefficiente maggiorativo, funzione di f<sub>cd</sub> e σ<sub>cp</sub>

$$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$$

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

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

#### Stato Limite di Esercizio

##### Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)                                      0.60 f<sub>ck</sub>

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)                                      0.45 f<sub>ck</sub>

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)    0.80 f<sub>yk</sub>

##### Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure                      w1=0.10    w2=0.15    w3=0.20

##### Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni    6.00 [cm]

## Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

γ                                      Coefficiente di partecipazione della condizione

ψ                                      Coefficiente di combinazione della condizione

C                                      Coefficiente totale di partecipazione della condizione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

Norme Tecniche 2008

*Simbologia adottata*

$\gamma_{G1sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G1fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G2sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_{G2fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_Q$	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qifav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qisfav}$	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{cfav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{cfsfav}$	1.20	1.20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
----------------	----------------	-----------	-----------

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	80 di 144

Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1fav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1sfav}$	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{sfav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
termico	Sfavorevole	1.20	0.60	0.72
ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	81 di 144

termico	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
termico	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20
ritiro	Sfavorevole	1.20	1.00	1.20

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86
termico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	82 di 144

Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	83 di 144

tandem+corsia1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
termico	Sfavorevole	1.00	0.50	0.50
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	0.60	0.60
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
termico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
tandem+corsia1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
ritiro	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>84 di 144</b></p>

## Analisi della spinta e verifiche

### *Simbologia adottata ed unità di misura*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

<i>X</i>	ascisse (espresse in m) positive verso destra
<i>Y</i>	ordinate (espresse in m) positive verso l'alto
<i>M</i>	momento espresso in kNm
<i>V</i>	taglio espresso in kN
<i>SN</i>	sforzo normale espresso in kN
<i>ux</i>	spostamento direzione X espresso in cm
<i>uy</i>	spostamento direzione Y espresso in cm
$\sigma$	pressione sul terreno espressa in kPa

### Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

I carichi applicati sul terreno sono stati diffusi secondo **angolo di attrito**

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

### Spinta sui piedritti

- a Riposo [combinazione 1]
- a Riposo [combinazione 2]
- a Riposo [combinazione 3]
- a Riposo [combinazione 4]
- a Riposo [combinazione 5]
- a Riposo [combinazione 6]
- a Riposo [combinazione 7]
- a Riposo [combinazione 8]
- a Riposo [combinazione 9]
- a Riposo [combinazione 10]
- a Riposo [combinazione 11]
- a Riposo [combinazione 12]
- a Riposo [combinazione 13]

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	41.957056
Longitudine	15.034704
Comune	Campomarino
Provincia	Campobasso

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

Regione	Molise
Punti di interpolazione del reticolo	28106 - 28105 - 28327 - 28328
<b>Tipo di opera</b>	
Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni
<b>Combinazioni SLU</b>	
Accelerazione al suolo $a_g =$	1.91 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.40
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 27.37$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 13.69$
<b>Combinazioni SLE</b>	
Accelerazione al suolo $a_g =$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
Spinta sismica	Wood
Angolo diffusione sovraccarico	35.00 [°]

Coefficienti di spinta

N° combinazione	Statico	Sismico
1	0.426	0.000
2	0.511	0.000
3	0.426	0.000
4	0.511	0.000
5	0.426	0.818

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	86 di 144

6	0.426	0.818
7	0.511	0.891
8	0.511	0.891
9	0.426	0.000
10	0.426	0.000
11	0.426	0.000
12	0.426	0.000
13	0.426	0.000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	138
Numero elementi traverso	72
Numero elementi piedritto sinistro	108
Numero elementi piedritto destro	108
Numero molle fondazione	139
Numero molle piedritto sinistro	109
Numero molle piedritto destro	109

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>L102</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>87 di 144</b></p>

### Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 69.0806 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 69.0806 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 2

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 61.3544 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 61.3544 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 69.0806 [kPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0.0000 [kPa] Pressione inf. 69.0806 [kPa]

### Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

-12.34                      26.94                      0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro    Pressione sup. 0.0000 [kPa]    Pressione inf. 61.3544 [kPa]

Piedritto destro    Pressione sup. 0.0000 [kPa]    Pressione inf. 61.3544 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 5**

Pressione in calotta(solo peso terreno)    0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi                      Xj                      Q[kPa]

-12.34                      26.94                      0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro    Pressione sup. 0.0000 [kPa]    Pressione inf. 51.1708 [kPa]

Piedritto destro    Pressione sup. 0.0000 [kPa]    Pressione inf. 51.1708 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro    Pressione sup. 16.4254 [kPa]    Pressione inf. 16.4254 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 6**

Pressione in calotta(solo peso terreno)    0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi                      Xj                      Q[kPa]

-12.34                      26.94                      0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro    Pressione sup. 0.0000 [kPa]    Pressione inf. 51.1708 [kPa]

Piedritto destro    Pressione sup. 0.0000 [kPa]    Pressione inf. 51.1708 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro    Pressione sup. 16.4254 [kPa]    Pressione inf. 16.4254 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 7**

Pressione in calotta(solo peso terreno)    0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

$X_i$	$X_j$	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 61.3544 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 61.3544 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 16.4254 [kPa]	Pressione inf. 16.4254 [kPa]
--------------------	------------------------------	------------------------------

**Analisi della combinazione n° 8**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 61.3544 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 61.3544 [kPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 16.4254 [kPa]	Pressione inf. 16.4254 [kPa]
--------------------	------------------------------	------------------------------

**Analisi della combinazione n° 9**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 10**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 11**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 12**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]
Piedritto destro	Pressione sup. 0.0000 [kPa]	Pressione inf. 51.1708 [kPa]

**Analisi della combinazione n° 13**

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0.0000 [kPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kPa]
-12.34	26.94	0.0000

Spinte sui piedritti

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>L102</b>	<b>02 D 78</b>	<b>CL</b>	<b>IV0400 002</b>	<b>A</b>	<b>91 di 144</b>

Piedritto sinistro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 51.1708 [kPa]

Piedritto destro      Pressione sup. 0.0000 [kPa]      Pressione inf. 51.1708 [kPa]

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b></p>					
<p>Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01</p>	<p>COMMESSA <b>LI02</b></p>	<p>LOTTO <b>02 D 78</b></p>	<p>CODIFICA <b>CL</b></p>	<p>DOCUMENTO <b>IV0400 002</b></p>	<p>REV. <b>A</b></p>	<p>FOGLIO <b>92 di 144</b></p>

## Sollecitazioni

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1017.5189	-868.7874	177.5270
3.95	1159.9870	-417.4067	177.5270
7.30	1869.1492	8.6436	177.5270
10.65	1159.9870	435.0855	177.5270
14.00	-1017.5189	868.7874	177.5270

### Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-539.2037	455.8561	-18.9160
3.94	676.6733	271.3430	-18.9160
7.30	1224.8757	0.0000	-18.9160
10.66	676.6733	-271.3430	-18.9160
14.00	-539.2037	-455.8561	-18.9160

### Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1017.5189	177.5994	876.8623
3.40	-723.3790	57.8453	771.6108
6.05	-639.4585	18.9160	666.3592
8.70	-589.3311	18.9160	561.1077
11.35	-539.2037	18.9160	455.8561

### Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1017.5189	-177.5994	876.8623
3.40	-723.3790	-57.8453	771.6108
6.05	-639.4585	-18.9160	666.3592
8.70	-589.3311	-18.9160	561.1077
11.35	-539.2037	-18.9160	455.8561

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-789.3684	-662.0427	151.1795

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	93 di 144

3.95	870.0993	-318.2090	151.1795
7.30	1410.6664	6.5364	151.1795
10.65	870.0993	331.5772	151.1795
14.00	-789.3684	662.0427	151.1795

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-433.3944	356.2904	-10.3056
3.94	521.9697	215.0996	-10.3056
7.30	962.0345	0.0000	-10.3056
10.66	521.9697	-215.0996	-10.3056
14.00	-433.3944	-356.2904	-10.3056

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-789.3684	151.2412	668.1468
3.40	-545.3374	44.8809	590.1827
6.05	-488.0141	10.3056	512.2186
8.70	-460.7042	10.3056	434.2545
11.35	-433.3944	10.3056	356.2904

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-789.3684	-151.2412	668.1468
3.40	-545.3374	-44.8809	590.1827
6.05	-488.0141	-10.3056	512.2186
8.70	-460.7042	-10.3056	434.2545
11.35	-433.3944	-10.3056	356.2904

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1012.8342	-827.1896	179.1073
3.95	1061.4626	-397.6728	179.1073
7.30	1737.3803	8.3537	179.1073
10.65	1061.4626	414.7436	179.1073
14.00	-1012.8342	827.1896	179.1073

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 3)**

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	94 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-517.7610	413.9629	-20.4969
3.94	575.0083	239.6072	-20.4969
7.30	1046.7359	0.0000	-20.4969
10.66	575.0083	-239.6072	-20.4969
14.00	-517.7610	-413.9629	-20.4969

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1012.8342	179.1803	834.9691
3.40	-714.5048	59.4262	729.7176
6.05	-626.3948	20.4969	624.4660
8.70	-572.0779	20.4969	519.2145
11.35	-517.7610	20.4969	413.9629

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1012.8342	-179.1803	834.9691
3.40	-714.5048	-59.4262	729.7176
6.05	-626.3948	-20.4969	624.4660
8.70	-572.0779	-20.4969	519.2145
11.35	-517.7610	-20.4969	413.9629

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-784.9256	-626.6074	152.5575
3.95	786.6148	-301.3954	152.5575
7.30	1298.8560	6.2894	152.5575
10.65	786.6148	314.2455	152.5575
14.00	-784.9256	626.6074	152.5575

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-414.3393	320.6036	-11.6841
3.94	436.1554	188.0654	-11.6841
7.30	811.0748	0.0000	-11.6841
10.66	436.1554	-188.0654	-11.6841

14.00                    -414.3393                    -320.6036                    -11.6841

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-784.9256	152.6197	632.4600
3.40	-537.2415	46.2594	554.4959
6.05	-476.2651	11.6841	476.5318
8.70	-445.3022	11.6841	398.5677
11.35	-414.3393	11.6841	320.6036

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-784.9256	-152.6197	632.4600
3.40	-537.2415	-46.2594	554.4959
6.05	-476.2651	-11.6841	476.5318
8.70	-445.3022	-11.6841	398.5677
11.35	-414.3393	-11.6841	320.6036

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1690.7050	-500.9147	124.3136
3.95	-41.1639	-450.1273	158.0863
7.30	1175.7127	-240.4738	191.7615
10.65	1423.5153	137.0420	225.4368
14.00	102.6773	682.0719	259.2095

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	374.6867	147.7311	-45.6969
3.94	666.1068	26.5632	-16.5218
7.30	551.2036	-95.0395	12.7580
10.66	28.2016	-216.6423	42.0378
14.00	-898.8429	-337.8102	71.2129

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1690.7050	422.7162	502.2710

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	96 di 144

3.40	-787.1982	269.1404	413.6361
6.05	-211.3125	175.4349	325.0011
8.70	167.6386	110.5659	236.3661
11.35	374.6867	45.6969	147.7311

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	102.6773	39.0366	692.3501
3.40	-103.2317	106.4017	603.7151
6.05	-408.3031	113.8964	515.0801
8.70	-681.8508	92.5547	426.4451
11.35	-898.8429	71.2129	337.8102

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1547.5504	-358.4487	115.4871
3.95	-254.8239	-381.9250	149.2598
7.30	846.0923	-241.9967	182.9351
10.65	1209.9238	65.7458	216.6103
14.00	245.8254	539.6631	250.3830

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 6)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	424.2423	89.2757	-36.8668
3.94	568.9684	-2.7171	-7.6917
7.30	404.9321	-95.0400	21.5881
10.66	-68.9401	-187.3629	50.8679
14.00	-849.2937	-279.3558	80.0430

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1547.5504	413.8861	358.4487
3.40	-667.4434	260.3103	291.1555
6.05	-114.9574	166.6048	223.8622
8.70	240.5939	101.7358	156.5690
11.35	424.2423	36.8668	89.2757

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	245.8254	47.8667	548.5287
3.40	16.5167	115.2318	481.2355
6.05	-311.9545	122.7265	413.9422
8.70	-608.9019	101.3848	346.6490
11.35	-849.2937	80.0430	279.3558

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1703.1661	-500.9179	144.5167
3.95	-53.3912	-450.2194	178.2894
7.30	1163.6659	-240.4720	211.9647
10.65	1411.2880	137.1351	245.6400
14.00	90.2162	682.0751	279.4127

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 7)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	369.4603	147.7311	-42.5159
3.94	660.8805	26.5632	-13.3408
7.30	545.9772	-95.0395	15.9390
10.66	22.9752	-216.6423	45.2188
14.00	-904.0693	-337.8102	74.3939

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1703.1661	442.9276	502.2710
3.40	-772.1177	271.6982	413.6361
6.05	-199.6798	172.2539	325.0011
8.70	170.8417	107.3849	236.3661
11.35	369.4603	42.5159	147.7311

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	90.2162	18.8252	692.3501
3.40	-88.1511	103.8438	603.7151
6.05	-396.6704	117.0774	515.0801
8.70	-678.6477	95.7356	426.4451

11.35                    -904.0693                    74.3939                    337.8102

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-1560.0059	-358.4486	135.6897
3.95	-267.0628	-382.0154	169.4624
7.30	834.0357	-241.9971	203.1376
10.65	1197.6957	65.8362	236.8129
14.00	233.3689	539.6663	270.5856

**Sollecitazioni trasverso (Combinazione n° 8)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	419.0154	89.2757	-33.6853
3.94	563.7413	-2.7171	-4.5101
7.30	399.7046	-95.0401	24.7697
10.66	-74.1677	-187.3630	54.0495
14.00	-854.5216	-279.3558	83.2246

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-1560.0059	434.0969	358.4486
3.40	-652.3587	262.8675	291.1554
6.05	-103.3222	163.4233	223.8621
8.70	243.7981	98.5543	156.5689
11.35	419.0154	33.6852	89.2757

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	233.3689	27.6559	548.5288
3.40	31.6004	112.6745	481.2355
6.05	-300.3203	125.9080	413.9423
8.70	-605.6988	104.5663	346.6491
11.35	-854.5216	83.2246	279.3558

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-672.6621	-520.2762	142.5661

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	99 di 144

3.95	633.2406	-250.2225	142.5661
7.30	1059.0703	5.5340	142.5661
10.65	633.2406	261.5115	142.5661
14.00	-672.6621	520.2762	142.5661

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 9)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-201.0212	213.5432	-25.0810
3.94	334.8649	106.9628	-25.0810
7.30	514.3485	0.0000	-25.0810
10.66	334.8649	-106.9628	-25.0810
14.00	-201.0212	-213.5432	-25.0810

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-672.6621	142.6243	525.3996
3.40	-425.4473	53.9175	447.4355
6.05	-333.9507	25.0810	369.4714
8.70	-267.4859	25.0810	291.5073
11.35	-201.0212	25.0810	213.5432

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-672.6621	-142.6243	525.3996
3.40	-425.4473	-53.9175	447.4355
6.05	-333.9507	-25.0810	369.4714
8.70	-267.4859	-25.0810	291.5073
11.35	-201.0212	-25.0810	213.5432

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-737.3307	-612.7297	135.2408
3.95	798.9432	-294.4769	135.2408
7.30	1299.4358	6.1860	135.2408
10.65	798.9432	307.1210	135.2408
14.00	-737.3307	612.7297	135.2408

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 10)**

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	100 di 144

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-343.3704	306.6392	-17.7527
3.94	466.0883	177.4868	-17.7527
7.30	815.5161	0.0000	-17.7527
10.66	466.0883	-177.4868	-17.7527
14.00	-343.3704	-306.6392	-17.7527

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-737.3307	135.2959	618.4956
3.40	-509.5361	46.5892	540.5315
6.05	-437.4596	17.7527	462.5674
8.70	-390.4150	17.7527	384.6033
11.35	-343.3704	17.7527	306.6392

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 10)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-737.3307	-135.2959	618.4956
3.40	-509.5361	-46.5892	540.5315
6.05	-437.4596	-17.7527	462.5674
8.70	-390.4150	-17.7527	384.6033
11.35	-343.3704	-17.7527	306.6392

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-677.7488	-520.2775	142.2086
3.95	628.2493	-250.2602	142.2086
7.30	1054.1527	5.5347	142.2086
10.65	628.2493	261.5495	142.2086
14.00	-677.7488	520.2775	142.2086

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 11)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-209.8992	213.5432	-24.7234
3.94	325.9869	106.9628	-24.7234
7.30	505.4705	0.0000	-24.7234
10.66	325.9869	-106.9628	-24.7234

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

14.00                    -209.8992                    -213.5432                    -24.7234

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-677.7488	142.2666	525.3996
3.40	-431.4818	53.5599	447.4355
6.05	-340.9330	24.7234	369.4714
8.70	-275.4161	24.7234	291.5073
11.35	-209.8992	24.7234	213.5432

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 11)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-677.7488	-142.2666	525.3996
3.40	-431.4818	-53.5599	447.4355
6.05	-340.9330	-24.7234	369.4714
8.70	-275.4161	-24.7234	291.5073
11.35	-209.8992	-24.7234	213.5432

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-763.9736	-643.5489	132.4415
3.95	849.1861	-309.2660	132.4415
7.30	1374.6401	6.4041	132.4415
10.65	849.1861	322.3622	132.4415
14.00	-763.9736	643.5489	132.4415

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 12)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-399.6982	337.6712	-14.9522
3.94	500.9514	200.9948	-14.9522
7.30	907.0273	0.0000	-14.9522
10.66	500.9514	-200.9948	-14.9522
14.00	-399.6982	-337.6712	-14.9522

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-763.9736	132.4955	649.5276

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	102 di 144

3.40	-543.6002	43.7887	571.5635
6.05	-478.9449	14.9522	493.5994
8.70	-439.3216	14.9522	415.6353
11.35	-399.6982	14.9522	337.6712

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 12)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-763.9736	-132.4955	649.5276
3.40	-543.6002	-43.7887	571.5635
6.05	-478.9449	-14.9522	493.5994
8.70	-439.3216	-14.9522	415.6353
11.35	-399.6982	-14.9522	337.6712

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-762.7642	-612.7362	133.4531
3.95	773.9868	-294.6650	133.4531
7.30	1274.8479	6.1897	133.4531
10.65	773.9868	307.3110	133.4531
14.00	-762.7642	612.7362	133.4531

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 13)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.60	-387.7605	306.6392	-15.9643
3.94	421.6982	177.4868	-15.9643
7.30	771.1261	0.0000	-15.9643
10.66	421.6982	-177.4868	-15.9643
14.00	-387.7605	-306.6392	-15.9643

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 13)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-762.7642	133.5076	618.4956
3.40	-539.7087	44.8008	540.5315
6.05	-472.3714	15.9643	462.5674
8.70	-430.0659	15.9643	384.6033
11.35	-387.7605	15.9643	306.6392

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 13)**

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>LI02</b>	<b>02 D 78</b>	<b>CL</b>	<b>IV0400 002</b>	<b>A</b>	<b>103 di 144</b>

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0.75	-762.7642	-133.5076	618.4956
3.40	-539.7087	-44.8008	540.5315
6.05	-472.3714	-15.9643	462.5674
8.70	-430.0659	-15.9643	384.6033
11.35	-387.7605	-15.9643	306.6392

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
$M$	Momento flettente, espresso in kNm
$V$	Taglio, espresso in kN
$N$	Sforzo normale, espresso in kN
$N_u$	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
$M_u$	Momento ultimo, espressa in kNm
$A_{fi}$	Area armatura inferiore, espressa in cm <sup>2</sup>
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cm <sup>2</sup>
$CS$	Coeff. di sicurezza sezione
$V_{Rd}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
$V_{Rcd}$	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
$V_{Rsd}$	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm <sup>2</sup>

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 150.00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$N_u$	$M_u$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$CS$
1	0.60	1017.52 (1017.52)	177.53	483.28	2769.99	45.24	67.86	2.72
2	3.95	-1159.99 (-1700.95)	177.53	405.66	-3886.81	45.24	67.86	2.29
3	7.30	-1869.15 (-1869.15)	177.53	366.97	-3863.78	45.24	67.86	2.07
4	10.65	-1159.99 (-1723.86)	177.53	399.92	-3883.39	45.24	67.86	2.25
5	14.00	1017.52 (1017.52)	177.53	483.28	2769.99	45.24	67.86	2.72

#### Verifiche taglio

$N^{\circ}$	$X$	$V$	$V_{Rd}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	$A_{sw}$
1	0.60	-868.79	499.83	0.00	4541.10	0.00
2	3.95	-417.41	568.46	0.00	0.00	0.00
3	7.30	8.64	568.46	0.00	0.00	0.00
4	10.65	435.09	568.46	0.00	0.00	0.00
5	14.00	868.79	499.83	0.00	4541.10	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	105 di 144

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-539.20 (-539.20)	-18.92	-72.09	-2054.97	45.24	45.24	3.81
2	3.94	676.67 (979.49)	-18.92	-40.05	2073.95	45.24	45.24	2.12
3	7.30	1224.88 (1224.88)	-18.92	-32.10	2078.66	45.24	45.24	1.70
4	10.66	676.67 (979.49)	-18.92	-40.05	2073.95	45.24	45.24	2.12
5	14.00	-539.20 (-539.20)	-18.92	-72.09	-2054.97	45.24	45.24	3.81

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	455.86	435.61	0.00	3878.51	0.00
2	3.94	271.34	435.61	0.00	0.00	0.00
3	7.30	0.00	435.61	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-271.34	435.61	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-455.86	435.61	0.00	3878.51	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1017.52 (-1017.52)	876.86	2849.57	-3306.67	45.24	45.24	3.25
2	3.40	-723.38 (-782.73)	771.61	3517.19	-3567.87	45.24	45.24	4.56
3	6.05	-639.46 (-658.87)	666.36	3650.05	-3609.00	45.24	45.24	5.48
4	8.70	-589.33 (-608.74)	561.11	3166.38	-3435.17	45.24	45.24	5.64
5	11.35	-539.20 (-558.61)	455.86	2623.62	-3215.02	45.24	45.24	5.76

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	177.60	544.47	0.00	0.00	0.00
2	3.40	57.85	529.47	0.00	0.00	0.00
3	6.05	18.92	514.48	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	106 di 144

4	8.70	18.92	499.48	0.00	0.00	0.00
5	11.35	18.92	484.48	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1017.52 (-1017.52)	876.86	2849.57	-3306.67	45.24	45.24	3.25
2	3.40	-723.38 (-782.73)	771.61	3517.19	-3567.87	45.24	45.24	4.56
3	6.05	-639.46 (-658.87)	666.36	3650.05	-3609.00	45.24	45.24	5.48
4	8.70	-589.33 (-608.74)	561.11	3166.38	-3435.17	45.24	45.24	5.64
5	11.35	-539.20 (-558.61)	455.86	2623.62	-3215.02	45.24	45.24	5.76

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-177.60	544.47	0.00	0.00	0.00
2	3.40	-57.85	529.47	0.00	0.00	0.00
3	6.05	-18.92	514.48	0.00	0.00	0.00
4	8.70	-18.92	499.48	0.00	0.00	0.00
5	11.35	-18.92	484.48	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	789.37 (789.37)	151.18	537.32	2805.54	45.24	67.86	3.55
2	3.95	-870.10 (-1282.50)	151.18	462.14	-3920.42	45.24	67.86	3.06
3	7.30	-1410.67 (-1410.67)	151.18	417.29	-3893.73	45.24	67.86	2.76
4	10.65	-870.10 (-1299.82)	151.18	455.52	-3916.49	45.24	67.86	3.01
5	14.00	789.37 (789.37)	151.18	537.32	2805.54	45.24	67.86	3.55

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	107 di 144

1	0.60	-662.04	496.03	0.00	4535.61	0.00
2	3.95	-318.21	564.67	0.00	0.00	0.00
3	7.30	6.54	564.67	0.00	0.00	0.00
4	10.65	331.58	564.67	0.00	0.00	0.00
5	14.00	662.04	496.03	0.00	4535.61	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-433.39 (-433.39)	-10.31	-49.19	-2068.54	45.24	45.24	4.77
2	3.94	521.97 (762.02)	-10.31	-28.14	2081.01	45.24	45.24	2.73
3	7.30	962.03 (962.03)	-10.31	-22.33	2084.45	45.24	45.24	2.17
4	10.66	521.97 (762.02)	-10.31	-28.14	2081.01	45.24	45.24	2.73
5	14.00	-433.39 (-433.39)	-10.31	-49.19	-2068.54	45.24	45.24	4.77

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	356.29	436.84	0.00	0.00	0.00
2	3.94	215.10	436.84	0.00	0.00	0.00
3	7.30	0.00	436.84	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-215.10	436.84	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-356.29	436.84	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-789.37 (-789.37)	668.15	2772.36	-3275.35	45.24	45.24	4.15
2	3.40	-545.34 (-591.39)	590.18	3580.03	-3587.32	45.24	45.24	6.07
3	6.05	-488.01 (-498.59)	512.22	3734.55	-3635.17	45.24	45.24	7.29
4	8.70	-460.70 (-471.28)	434.25	3164.66	-3434.47	45.24	45.24	7.29
5	11.35	-433.39 (-443.97)	356.29	2559.09	-3188.85	45.24	45.24	7.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	151.24	514.73	0.00	0.00	0.00
2	3.40	44.88	503.62	0.00	0.00	0.00
3	6.05	10.31	492.51	0.00	0.00	0.00
4	8.70	10.31	481.40	0.00	0.00	0.00
5	11.35	10.31	470.29	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-789.37 (-789.37)	668.15	2772.36	-3275.35	45.24	45.24	4.15
2	3.40	-545.34 (-591.39)	590.18	3580.03	-3587.32	45.24	45.24	6.07
3	6.05	-488.01 (-498.59)	512.22	3734.55	-3635.17	45.24	45.24	7.29
4	8.70	-460.70 (-471.28)	434.25	3164.66	-3434.47	45.24	45.24	7.29
5	11.35	-433.39 (-443.97)	356.29	2559.09	-3188.85	45.24	45.24	7.18

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-151.24	514.73	0.00	0.00	0.00
2	3.40	-44.88	503.62	0.00	0.00	0.00
3	6.05	-10.31	492.51	0.00	0.00	0.00
4	8.70	-10.31	481.40	0.00	0.00	0.00
5	11.35	-10.31	470.29	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1012.83 (1012.83)	179.11	490.70	2774.87	45.24	67.86	2.74
2	3.95	-1061.46 (-1576.85)	179.11	444.08	-3909.68	45.24	67.86	2.48

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	109 di 144

3	7.30	-1737.38 (-1737.38)	179.11	400.37	-3883.66	45.24	67.86	2.24
4	10.65	-1061.46 (-1598.97)	179.11	437.50	-3905.76	45.24	67.86	2.44
5	14.00	1012.83 (1012.83)	179.11	490.70	2774.87	45.24	67.86	2.74

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-827.19	500.06	0.00	4541.43	0.00
2	3.95	-397.67	568.69	0.00	0.00	0.00
3	7.30	8.35	568.69	0.00	0.00	0.00
4	10.65	414.74	568.69	0.00	0.00	0.00
5	14.00	827.19	500.06	0.00	4541.43	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ft</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-517.76 (-517.76)	-20.50	-81.14	-2049.61	45.24	45.24	3.96
2	3.94	575.01 (842.41)	-20.50	-50.31	2067.87	45.24	45.24	2.45
3	7.30	1046.74 (1046.74)	-20.50	-40.61	2073.62	45.24	45.24	1.98
4	10.66	575.01 (842.41)	-20.50	-50.31	2067.87	45.24	45.24	2.45
5	14.00	-517.76 (-517.76)	-20.50	-81.14	-2049.61	45.24	45.24	3.96

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	413.96	435.38	0.00	0.00	0.00
2	3.94	239.61	435.38	0.00	0.00	0.00
3	7.30	0.00	435.38	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-239.61	435.38	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-413.96	435.38	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	110 di 144

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1012.83 (-1012.83)	834.97	2663.89	-3231.35	45.24	45.24	3.19
2	3.40	-714.50 (-775.48)	729.72	3273.27	-3478.52	45.24	45.24	4.49
3	6.05	-626.39 (-647.42)	624.47	3407.81	-3533.09	45.24	45.24	5.46
4	8.70	-572.08 (-593.11)	519.21	2919.55	-3335.05	45.24	45.24	5.62
5	11.35	-517.76 (-538.79)	413.96	2400.68	-3124.59	45.24	45.24	5.80

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	179.18	538.50	0.00	0.00	0.00
2	3.40	59.43	523.50	0.00	0.00	0.00
3	6.05	20.50	508.51	0.00	0.00	0.00
4	8.70	20.50	493.51	0.00	0.00	0.00
5	11.35	20.50	478.51	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1012.83 (-1012.83)	834.97	2663.89	-3231.35	45.24	45.24	3.19
2	3.40	-714.50 (-775.48)	729.72	3273.27	-3478.52	45.24	45.24	4.49
3	6.05	-626.39 (-647.42)	624.47	3407.81	-3533.09	45.24	45.24	5.46
4	8.70	-572.08 (-593.11)	519.21	2919.55	-3335.05	45.24	45.24	5.62
5	11.35	-517.76 (-538.79)	413.96	2400.68	-3124.59	45.24	45.24	5.80

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-179.18	538.50	0.00	0.00	0.00
2	3.40	-59.43	523.50	0.00	0.00	0.00
3	6.05	-20.50	508.51	0.00	0.00	0.00
4	8.70	-20.50	493.51	0.00	0.00	0.00
5	11.35	-20.50	478.51	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	111 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	784.93 (784.93)	152.56	546.45	2811.55	45.24	67.86	3.58
2	3.95	-786.61 (-1177.22)	152.56	511.89	-3950.04	45.24	67.86	3.36
3	7.30	-1298.86 (-1298.86)	152.56	460.35	-3919.36	45.24	67.86	3.02
4	10.65	-786.61 (-1193.88)	152.56	504.16	-3945.44	45.24	67.86	3.30
5	14.00	784.93 (784.93)	152.56	546.45	2811.55	45.24	67.86	3.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-626.61	496.23	0.00	4535.89	0.00
2	3.95	-301.40	564.87	0.00	0.00	0.00
3	7.30	6.29	564.87	0.00	0.00	0.00
4	10.65	314.25	564.87	0.00	0.00	0.00
5	14.00	626.61	496.23	0.00	4535.89	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	-414.34 (-414.34)	-11.68	-58.18	-2063.21	45.24	45.24	4.98
2	3.94	436.16 (646.04)	-11.68	-37.54	2075.44	45.24	45.24	3.21
3	7.30	811.07 (811.07)	-11.68	-29.96	2079.93	45.24	45.24	2.56
4	10.66	436.16 (646.04)	-11.68	-37.54	2075.44	45.24	45.24	3.21
5	14.00	-414.34 (-414.34)	-11.68	-58.18	-2063.21	45.24	45.24	4.98

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	320.60	436.64	0.00	0.00	0.00
2	3.94	188.07	436.64	0.00	0.00	0.00
3	7.30	0.00	436.64	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-188.07	436.64	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	112 di 144

5	14.00	-320.60	436.64	0.00	0.00	0.00
---	-------	---------	--------	------	------	------

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-784.93 (-784.93)	632.46	2574.46	-3195.08	45.24	45.24	4.07
2	3.40	-537.24 (-584.70)	554.50	3314.78	-3495.36	45.24	45.24	5.98
3	6.05	-476.27 (-488.25)	476.53	3467.07	-3552.35	45.24	45.24	7.28
4	8.70	-445.30 (-457.29)	398.57	2899.80	-3327.04	45.24	45.24	7.28
5	11.35	-414.34 (-426.33)	320.60	2327.37	-3094.86	45.24	45.24	7.26

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	152.62	509.64	0.00	0.00	0.00
2	3.40	46.26	498.53	0.00	0.00	0.00
3	6.05	11.68	487.42	0.00	0.00	0.00
4	8.70	11.68	476.31	0.00	0.00	0.00
5	11.35	11.68	465.21	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-784.93 (-784.93)	632.46	2574.46	-3195.08	45.24	45.24	4.07
2	3.40	-537.24 (-584.70)	554.50	3314.78	-3495.36	45.24	45.24	5.98
3	6.05	-476.27 (-488.25)	476.53	3467.07	-3552.35	45.24	45.24	7.28
4	8.70	-445.30 (-457.29)	398.57	2899.80	-3327.04	45.24	45.24	7.28
5	11.35	-414.34 (-426.33)	320.60	2327.37	-3094.86	45.24	45.24	7.26

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-152.62	509.64	0.00	0.00	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	113 di 144

2	3.40	-46.26	498.53	0.00	0.00	0.00
3	6.05	-11.68	487.42	0.00	0.00	0.00
4	8.70	-11.68	476.31	0.00	0.00	0.00
5	11.35	-11.68	465.21	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1690.71 (1690.71)	124.31	189.45	2576.64	45.24	67.86	1.52
2	3.95	41.16 (624.53)	158.09	744.71	2942.01	45.24	67.86	4.71
3	7.30	-1175.71 (-1484.90)	191.76	509.96	-3948.89	45.24	67.86	2.66
4	10.65	-1423.52 (-1484.90)	225.44	608.42	-4007.50	45.24	67.86	2.70
5	14.00	-102.68 (-986.64)	259.21	1135.23	-4321.09	45.24	67.86	4.38

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-500.91	492.17	0.00	4530.00	0.00
2	3.95	-450.13	497.03	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-240.47	570.51	0.00	0.00	0.00
4	10.65	137.04	575.36	0.00	0.00	0.00
5	14.00	682.07	580.22	0.00	4558.14	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	374.69 (539.55)	-45.70	-169.17	1997.45	45.24	45.24	3.70
2	3.94	666.11 (675.80)	-16.52	-50.55	2067.73	45.24	45.24	3.06
3	7.30	551.20 (657.27)	12.76	41.16	2120.36	45.24	45.24	3.23
4	10.66	28.20 (269.97)	42.04	357.29	2294.55	45.24	45.24	8.50
5	14.00	-898.84 (-898.84)	71.21	173.78	-2193.44	45.24	45.24	2.44

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	114 di 144

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	147.73	431.78	0.00	0.00	0.00
2	3.94	26.56	435.95	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-95.04	440.14	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-216.64	444.33	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-337.81	448.50	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1690.71 (-1690.71)	502.27	672.17	-2262.60	45.24	45.24	1.34
2	3.40	-787.20 (-1063.34)	413.64	931.09	-2393.56	45.24	45.24	2.25
3	6.05	-211.31 (-391.31)	325.00	2693.91	-3243.53	45.24	45.24	8.29
4	8.70	167.64 (281.08)	236.37	2744.98	3264.24	45.24	45.24	11.61
5	11.35	374.69 (374.69)	147.73	946.88	2401.55	45.24	45.24	6.41

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	422.72	491.09	0.00	0.00	0.00
2	3.40	269.14	478.46	0.00	0.00	0.00
3	6.05	175.43	465.83	0.00	0.00	0.00
4	8.70	110.57	453.20	0.00	0.00	0.00
5	11.35	45.70	440.57	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo ]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fr</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	102.68 (102.68)	692.35	15508.03	2299.88	45.24	45.24	22.40
2	3.40	-103.23 (-212.40)	603.72	10864.49	-3822.36	45.24	45.24	18.00
3	6.05	-408.30 (-525.16)	515.08	3491.61	-3559.95	45.24	45.24	6.78

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	115 di 144

4	8.70	-681.85 (-776.81)	426.45	1461.17	-2661.67	45.24	45.24	3.43
5	11.35	-898.84 (-898.84)	337.81	892.17	-2373.87	45.24	45.24	2.64

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	39.04	518.18	0.00	0.00	0.00
2	3.40	106.40	505.55	0.00	0.00	0.00
3	6.05	113.90	492.92	0.00	0.00	0.00
4	8.70	92.55	480.29	0.00	0.00	0.00
5	11.35	71.21	467.66	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1547.55 (1547.55)	115.49	192.43	2578.60	45.24	67.86	1.67
2	3.95	254.82 (749.80)	149.26	561.68	2821.58	45.24	67.86	3.76
3	7.30	-846.09 (-1159.72)	182.94	634.60	-4023.09	45.24	67.86	3.47
4	10.65	-1209.92 (-1224.71)	216.61	720.60	-4074.28	45.24	67.86	3.33
5	14.00	-245.83 (-945.23)	250.38	1146.38	-4327.72	45.24	67.86	4.58

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-358.45	490.90	0.00	0.00	0.00
2	3.95	-381.92	495.76	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-242.00	569.24	0.00	0.00	0.00
4	10.65	65.75	574.09	0.00	0.00	0.00
5	14.00	539.66	578.95	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
----	---	---	---	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	116 di 144

1	0.60	424.24 (523.87)	-36.87	-141.71	2013.72	45.24	45.24	3.84
2	3.94	568.97 (568.97)	-7.69	-28.13	2081.01	45.24	45.24	3.66
3	7.30	404.93 (511.00)	21.59	90.73	2147.68	45.24	45.24	4.20
4	10.66	-68.94 (-278.04)	50.87	426.80	-2332.86	45.24	45.24	8.39
5	14.00	-849.29 (-849.29)	80.04	208.53	-2212.58	45.24	45.24	2.61

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	89.28	433.04	0.00	0.00	0.00
2	3.94	-2.72	437.21	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-95.04	441.40	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-187.36	445.59	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-279.36	449.77	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1547.55 (-1547.55)	358.45	504.42	-2177.75	45.24	45.24	1.41
2	3.40	-667.44 (-934.52)	291.16	711.05	-2282.27	45.24	45.24	2.44
3	6.05	-114.96 (-285.89)	223.86	2468.02	-3151.91	45.24	45.24	11.02
4	8.70	240.59 (344.97)	156.57	1132.59	2495.47	45.24	45.24	7.23
5	11.35	424.24 (424.24)	89.28	452.78	2151.63	45.24	45.24	5.07

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	413.89	470.60	0.00	0.00	0.00
2	3.40	260.31	461.01	0.00	0.00	0.00
3	6.05	166.60	451.42	0.00	0.00	0.00
4	8.70	101.74	441.83	0.00	0.00	0.00
5	11.35	36.87	432.24	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	117 di 144

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	245.83 (245.83)	548.53	9339.25	4185.42	45.24	45.24	17.03
2	3.40	16.52 (134.74)	481.24	12279.30	3438.17	45.24	45.24	25.52
3	6.05	-311.95 (-437.87)	413.94	3297.85	-3488.49	45.24	45.24	7.97
4	8.70	-608.90 (-712.92)	346.65	1239.74	-2549.67	45.24	45.24	3.58
5	11.35	-849.29 (-849.29)	279.36	758.61	-2306.32	45.24	45.24	2.72

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	47.87	497.68	0.00	0.00	0.00
2	3.40	115.23	488.10	0.00	0.00	0.00
3	6.05	122.73	478.51	0.00	0.00	0.00
4	8.70	101.38	468.92	0.00	0.00	0.00
5	11.35	80.04	459.33	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo ]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1703.17 (1703.17)	144.52	220.36	2596.98	45.24	67.86	1.52
2	3.95	53.39 (636.88)	178.29	841.41	3005.64	45.24	67.86	4.72
3	7.30	-1163.67 (-1472.76)	211.96	573.81	-3986.90	45.24	67.86	2.71
4	10.65	-1411.29 (-1472.76)	245.64	675.02	-4047.14	45.24	67.86	2.75
5	14.00	-90.22 (-974.19)	279.41	1260.80	-4395.83	45.24	67.86	4.51

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-500.92	495.08	0.00	4534.22	0.00
2	3.95	-450.22	499.94	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-240.47	573.42	0.00	0.00	0.00
4	10.65	137.14	578.27	0.00	0.00	0.00
5	14.00	682.08	583.13	0.00	4562.35	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	369.46 (534.33)	-42.52	-159.40	2003.24	45.24	45.24	3.75
2	3.94	660.88 (670.57)	-13.34	-41.25	2073.24	45.24	45.24	3.09
3	7.30	545.98 (652.04)	15.94	51.98	2126.32	45.24	45.24	3.26
4	10.66	22.98 (264.75)	45.22	395.50	2315.61	45.24	45.24	8.75
5	14.00	-904.07 (-904.07)	74.39	180.81	-2197.31	45.24	45.24	2.43

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	147.73	432.23	0.00	0.00	0.00
2	3.94	26.56	436.41	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-95.04	440.59	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-216.64	444.78	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-337.81	448.96	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1703.17 (-1703.17)	502.27	666.39	-2259.67	45.24	45.24	1.33
2	3.40	-772.12 (-1050.88)	413.64	944.87	-2400.53	45.24	45.24	2.28
3	6.05	-199.68 (-376.41)	325.00	2857.98	-3310.08	45.24	45.24	8.79
4	8.70	170.84 (281.02)	236.37	2745.88	3264.61	45.24	45.24	11.62
5	11.35	369.46 (369.46)	147.73	963.67	2410.04	45.24	45.24	6.52

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	442.93	491.09	0.00	0.00	0.00
2	3.40	271.70	478.46	0.00	0.00	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

3	6.05	172.25	465.83	0.00	0.00	0.00
4	8.70	107.38	453.20	0.00	0.00	0.00
5	11.35	42.52	440.57	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	90.22 (90.22)	692.35	15967.79	2080.67	45.24	45.24	23.06
2	3.40	-88.15 (-194.69)	603.72	11417.47	-3682.07	45.24	45.24	18.91
3	6.05	-396.67 (-516.79)	515.08	3573.39	-3585.27	45.24	45.24	6.94
4	8.70	-678.65 (-776.87)	426.45	1461.02	-2661.59	45.24	45.24	3.43
5	11.35	-904.07 (-904.07)	337.81	885.81	-2370.66	45.24	45.24	2.62

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	18.83	518.18	0.00	0.00	0.00
2	3.40	103.84	505.55	0.00	0.00	0.00
3	6.05	117.08	492.92	0.00	0.00	0.00
4	8.70	95.74	480.29	0.00	0.00	0.00
5	11.35	74.39	467.66	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	1560.01 (1560.01)	135.69	226.22	2600.84	45.24	67.86	1.67
2	3.95	267.06 (762.15)	169.46	638.62	2872.21	45.24	67.86	3.77
3	7.30	-834.04 (-1147.66)	203.14	721.22	-4074.64	45.24	67.86	3.55
4	10.65	-1197.70 (-1212.53)	236.81	805.61	-4124.88	45.24	67.86	3.40
5	14.00	-233.37 (-932.78)	270.59	1278.17	-4406.17	45.24	67.86	4.72

Verifiche taglio

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	120 di 144

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-358.45	493.80	0.00	0.00	0.00
2	3.95	-382.02	498.67	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-242.00	572.15	0.00	0.00	0.00
4	10.65	65.84	577.00	0.00	0.00	0.00
5	14.00	539.67	581.86	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.60	419.02 (518.65)	-33.69	-131.19	2019.95	45.24	45.24	3.89
2	3.94	563.74 (563.75)	-4.51	-16.70	2087.78	45.24	45.24	3.70
3	7.30	399.70 (505.77)	24.77	105.58	2155.86	45.24	45.24	4.26
4	10.66	-74.17 (-283.26)	54.05	447.28	-2344.14	45.24	45.24	8.28
5	14.00	-854.52 (-854.52)	83.22	215.89	-2216.64	45.24	45.24	2.59

**Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	89.28	433.49	0.00	0.00	0.00
2	3.94	-2.72	437.67	0.00	0.00	0.00
3	7.30	-95.04	441.86	0.00	0.00	0.00
4	10.66	-187.36	446.05	0.00	0.00	0.00
5	14.00	-279.36	450.22	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

**Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	-1560.01 (-1560.01)	358.45	499.86	-2175.45	45.24	45.24	1.39
2	3.40	-652.36 (-922.06)	291.16	722.49	-2288.05	45.24	45.24	2.48
3	6.05	-103.32 (-270.99)	223.86	2672.09	-3234.68	45.24	45.24	11.94
4	8.70	243.80 (344.91)	156.57	1132.84	2495.60	45.24	45.24	7.24

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	121 di 144

5	11.35	419.02 (419.02)	89.28	459.11	2154.84	45.24	45.24	5.14
---	-------	-----------------	-------	--------	---------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	434.10	470.60	0.00	0.00	0.00
2	3.40	262.87	461.01	0.00	0.00	0.00
3	6.05	163.42	451.42	0.00	0.00	0.00
4	8.70	98.55	441.83	0.00	0.00	0.00
5	11.35	33.69	432.24	0.00	0.00	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>ft</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0.75	233.37 (233.37)	548.53	9663.55	4111.31	45.24	45.24	17.62
2	3.40	31.60 (147.20)	481.24	11739.43	3590.96	45.24	45.24	24.39
3	6.05	-300.32 (-429.50)	413.94	3403.36	-3531.29	45.24	45.24	8.22
4	8.70	-605.70 (-712.98)	346.65	1239.60	-2549.60	45.24	45.24	3.58
5	11.35	-854.52 (-854.52)	279.36	753.05	-2303.51	45.24	45.24	2.70

Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Red</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	27.66	497.68	0.00	0.00	0.00
2	3.40	112.67	488.10	0.00	0.00	0.00
3	6.05	125.91	478.51	0.00	0.00	0.00
4	8.70	104.57	468.92	0.00	0.00	0.00
5	11.35	83.22	459.33	0.00	0.00	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M$	Momento flettente, espresso in kNm
$V$	Taglio, espresso in kN
$N$	Sforzo normale, espresso in kN
$A_{fi}$	Area armatura inferiore, espressa in cm <sup>2</sup>
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cm <sup>2</sup>
$\sigma_{fi}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kPa
$\sigma_{fs}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kPa
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kPa
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kPa
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cm <sup>2</sup>

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione       $B = 100$  cm

Altezza sezione       $H = 150.00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	672.66	142.57	45.24	67.86	27043	95841	2159
2	3.95	-633.24	142.57	45.24	67.86	61585	25248	1935
3	7.30	-1059.07	142.57	45.24	67.86	108985	41133	3177
4	10.65	-633.24	142.57	45.24	67.86	61585	25248	1935
5	14.00	672.66	142.57	45.24	67.86	27043	95841	2159

#### Verifiche taglio

$N^{\circ}$	$X$	$V$	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.60	-520.28	-425	0.00
2	3.95	-250.22	-204	0.00
3	7.30	5.53	5	0.00
4	10.65	261.51	214	0.00
5	14.00	520.28	425	0.00

### Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione       $B = 100$  cm

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	123 di 144

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	-201.02	-25.08	45.24	45.24	41202	9734	822
2	3.94	334.86	-25.08	45.24	45.24	16513	66941	1384
3	7.30	514.35	-25.08	45.24	45.24	25597	101463	2137
4	10.66	334.86	-25.08	45.24	45.24	16513	66941	1384
5	14.00	-201.02	-25.08	45.24	45.24	41202	9734	822

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	213.54	203	0.00
2	3.94	106.96	101	0.00
3	7.30	0.00	0	0.00
4	10.66	-106.96	-101	0.00
5	14.00	-213.54	-203	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-672.66	525.40	45.24	45.24	91500	45229	3522
2	3.40	-425.45	447.44	45.24	45.24	48170	29562	2259
3	6.05	-333.95	369.47	45.24	45.24	36348	23333	1777
4	8.70	-267.49	291.51	45.24	45.24	29466	18658	1422
5	11.35	-201.02	213.54	45.24	45.24	22588	13983	1068

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	142.62	147	0.00
2	3.40	53.92	56	0.00
3	6.05	25.08	26	0.00
4	8.70	25.08	26	0.00
5	11.35	25.08	26	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	124 di 144

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-672.66	525.40	45.24	45.24	91500	45229	3522
2	3.40	-425.45	447.44	45.24	45.24	48170	29562	2259
3	6.05	-333.95	369.47	45.24	45.24	36348	23333	1777
4	8.70	-267.49	291.51	45.24	45.24	29466	18658	1422
5	11.35	-201.02	213.54	45.24	45.24	22588	13983	1068

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-142.62	-147	0.00
2	3.40	-53.92	-56	0.00
3	6.05	-25.08	-26	0.00
4	8.70	-25.08	-26	0.00
5	11.35	-25.08	-26	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	737.33	135.24	45.24	67.86	29390	107134	2355
2	3.95	-798.94	135.24	45.24	67.86	80477	31354	2414
3	7.30	-1299.44	135.24	45.24	67.86	136229	49992	3873
4	10.65	-798.94	135.24	45.24	67.86	80477	31354	2414
5	14.00	737.33	135.24	45.24	67.86	29390	107134	2355

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-612.73	-501	0.00
2	3.95	-294.48	-241	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	125 di 144

3	7.30	6.19	5	0.00
4	10.65	307.12	251	0.00
5	14.00	612.73	501	0.00

**Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	-343.37	-17.75	45.24	45.24	67837	17070	1426
2	3.94	466.09	-17.75	45.24	45.24	23280	91442	1941
3	7.30	815.52	-17.75	45.24	45.24	40959	158657	3407
4	10.66	466.09	-17.75	45.24	45.24	23280	91442	1941
5	14.00	-343.37	-17.75	45.24	45.24	67837	17070	1426

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	306.64	291	0.00
2	3.94	177.49	168	0.00
3	7.30	0.00	0	0.00
4	10.66	-177.49	-168	0.00
5	14.00	-306.64	-291	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-737.33	618.50	45.24	45.24	96599	49969	3874
2	3.40	-509.54	540.53	45.24	45.24	57315	35438	2706
3	6.05	-437.46	462.57	45.24	45.24	49329	30415	2323
4	8.70	-390.42	384.60	45.24	45.24	46328	26934	2067
5	11.35	-343.37	306.64	45.24	45.24	43394	23432	1810

Verifiche taglio

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	126 di 144

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	135.30	140	0.00
2	3.40	46.59	48	0.00
3	6.05	17.75	18	0.00
4	8.70	17.75	18	0.00
5	11.35	17.75	18	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.75	-737.33	618.50	45.24	45.24	96599	49969	3874
2	3.40	-509.54	540.53	45.24	45.24	57315	35438	2706
3	6.05	-437.46	462.57	45.24	45.24	49329	30415	2323
4	8.70	-390.42	384.60	45.24	45.24	46328	26934	2067
5	11.35	-343.37	306.64	45.24	45.24	43394	23432	1810

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	-135.30	-140	0.00
2	3.40	-46.59	-48	0.00
3	6.05	-17.75	-18	0.00
4	8.70	-17.75	-18	0.00
5	11.35	-17.75	-18	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	677.75	142.21	45.24	67.86	27231	96707	2175
2	3.95	-628.25	142.21	45.24	67.86	61052	25058	1920
3	7.30	-1054.15	142.21	45.24	67.86	108460	40946	3163
4	10.65	-628.25	142.21	45.24	67.86	61052	25058	1920

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	127 di 144

5	14.00	677.75	142.21	45.24	67.86	27231	96707	2175
---	-------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	------

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.60	-520.28	-425	0.00
2	3.95	-250.26	-204	0.00
3	7.30	5.53	5	0.00
4	10.65	261.55	214	0.00
5	14.00	520.28	425	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.60	-209.90	-24.72	45.24	45.24	42872	10190	859
2	3.94	325.99	-24.72	45.24	45.24	16069	65197	1347
3	7.30	505.47	-24.72	45.24	45.24	25153	99719	2100
4	10.66	325.99	-24.72	45.24	45.24	16069	65197	1347
5	14.00	-209.90	-24.72	45.24	45.24	42872	10190	859

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.60	213.54	203	0.00
2	3.94	106.96	101	0.00
3	7.30	0.00	0	0.00
4	10.66	-106.96	-101	0.00
5	14.00	-213.54	-203	0.00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.75	-677.75	525.40	45.24	45.24	92540	45534	3547

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	128 di 144

2	3.40	-431.48	447.44	45.24	45.24	49368	29935	2289
3	6.05	-340.93	369.47	45.24	45.24	37724	23767	1812
4	8.70	-275.42	291.51	45.24	45.24	31033	19151	1463
5	11.35	-209.90	213.54	45.24	45.24	24351	14532	1113

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	142.27	147	0.00
2	3.40	53.56	55	0.00
3	6.05	24.72	26	0.00
4	8.70	24.72	26	0.00
5	11.35	24.72	26	0.00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0.75	-677.75	525.40	45.24	45.24	92540	45534	3547
2	3.40	-431.48	447.44	45.24	45.24	49368	29935	2289
3	6.05	-340.93	369.47	45.24	45.24	37724	23767	1812
4	8.70	-275.42	291.51	45.24	45.24	31033	19151	1463
5	11.35	-209.90	213.54	45.24	45.24	24351	14532	1113

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	-142.27	-147	0.00
2	3.40	-53.56	-55	0.00
3	6.05	-24.72	-26	0.00
4	8.70	-24.72	-26	0.00
5	11.35	-24.72	-26	0.00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	129 di 144

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	763.97	132.44	45.24	67.86	30357	111767	2436
2	3.95	-849.19	132.44	45.24	67.86	86247	33195	2559
3	7.30	-1374.64	132.44	45.24	67.86	144787	52755	4090
4	10.65	-849.19	132.44	45.24	67.86	86247	33195	2559
5	14.00	763.97	132.44	45.24	67.86	30357	111767	2436

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-643.55	-526	0.00
2	3.95	-309.27	-253	0.00
3	7.30	6.40	5	0.00
4	10.65	322.36	263	0.00
5	14.00	643.55	526	0.00

Verifica sezioni trasverso [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	-399.70	-14.95	45.24	45.24	78389	19969	1665
2	3.94	500.95	-14.95	45.24	45.24	25092	97866	2090
3	7.30	907.03	-14.95	45.24	45.24	45635	175979	3794
4	10.66	500.95	-14.95	45.24	45.24	25092	97866	2090
5	14.00	-399.70	-14.95	45.24	45.24	78389	19969	1665

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	337.67	320	0.00
2	3.94	200.99	191	0.00
3	7.30	0.00	0	0.00
4	10.66	-200.99	-191	0.00
5	14.00	-337.67	-320	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	130 di 144

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-763.97	649.53	45.24	45.24	99343	51852	4017
2	3.40	-543.60	571.56	45.24	45.24	61559	37771	2886
3	6.05	-478.94	493.60	45.24	45.24	55047	33206	2541
4	8.70	-439.32	415.64	45.24	45.24	53556	30173	2322
5	11.35	-399.70	337.67	45.24	45.24	52159	27109	2101

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	132.50	137	0.00
2	3.40	43.79	45	0.00
3	6.05	14.95	15	0.00
4	8.70	14.95	15	0.00
5	11.35	14.95	15	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-763.97	649.53	45.24	45.24	99343	51852	4017
2	3.40	-543.60	571.56	45.24	45.24	61559	37771	2886
3	6.05	-478.94	493.60	45.24	45.24	55047	33206	2541
4	8.70	-439.32	415.64	45.24	45.24	53556	30173	2322
5	11.35	-399.70	337.67	45.24	45.24	52159	27109	2101

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	-132.50	-137	0.00
2	3.40	-43.79	-45	0.00
3	6.05	-14.95	-15	0.00

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	131 di 144

4	8.70	-14.95	-15	0.00
5	11.35	-14.95	-15	0.00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	762.76	133.45	45.24	67.86	30324	111469	2433
2	3.95	-773.99	133.45	45.24	67.86	77811	30402	2340
3	7.30	-1274.85	133.45	45.24	67.86	133602	49055	3800
4	10.65	-773.99	133.45	45.24	67.86	77811	30402	2340
5	14.00	762.76	133.45	45.24	67.86	30324	111469	2433

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.60	-612.74	-501	0.00
2	3.95	-294.67	-241	0.00
3	7.30	6.19	5	0.00
4	10.65	307.31	251	0.00
5	14.00	612.74	501	0.00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.60	-387.76	-15.96	45.24	45.24	76195	19347	1614
2	3.94	421.70	-15.96	45.24	45.24	21065	82723	1756
3	7.30	771.13	-15.96	45.24	45.24	38743	149938	3222
4	10.66	421.70	-15.96	45.24	45.24	21065	82723	1756
5	14.00	-387.76	-15.96	45.24	45.24	76195	19347	1614

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
----	---	---	----------------	-----------------

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	132 di 144

1	0.60	306.64	291	0.00
2	3.94	177.49	168	0.00
3	7.30	0.00	0	0.00
4	10.66	-177.49	-168	0.00
5	14.00	-306.64	-291	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-762.76	618.50	45.24	45.24	101777	51499	4001
2	3.40	-539.71	540.53	45.24	45.24	63314	37301	2859
3	6.05	-472.37	462.57	45.24	45.24	56282	32566	2500
4	8.70	-430.07	384.60	45.24	45.24	54304	29353	2267
5	11.35	-387.76	306.64	45.24	45.24	52417	26108	2031

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0.75	133.51	138	0.00
2	3.40	44.80	46	0.00
3	6.05	15.96	16	0.00
4	8.70	15.96	16	0.00
5	11.35	15.96	16	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0.75	-762.76	618.50	45.24	45.24	101777	51499	4001
2	3.40	-539.71	540.53	45.24	45.24	63314	37301	2859
3	6.05	-472.37	462.57	45.24	45.24	56282	32566	2500
4	8.70	-430.07	384.60	45.24	45.24	54304	29353	2267
5	11.35	-387.76	306.64	45.24	45.24	52417	26108	2031

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02 D 78	CL	IV0400 002	A	133 di 144

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0.75	-133.51	-138	0.00
2	3.40	-44.80	-46	0.00
3	6.05	-15.96	-16	0.00
4	8.70	-15.96	-16	0.00
5	11.35	-15.96	-16	0.00

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X_i$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M_p$	Momento, espresse in kNm
$M_n$	Momento, espresse in kNm
$w_k$	Ampiezza fessure, espresse in mm
$w_{lim}$	Apertura limite fessure, espresse in mm
$s$	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
$\epsilon_{sm}$	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

### Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

$N^{\circ}$	$X$	$A_{fl}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$s_m$	$\epsilon_{sm}$
1	0.60	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	672.66	0.00	0.10	0.00	0.000
2	3.95	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-633.24	0.00	0.10	0.00	0.000
3	7.30	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-1059.07	0.00	0.10	0.00	0.000
4	10.65	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-633.24	0.00	0.10	0.00	0.000
5	14.00	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	672.66	0.00	0.10	0.00	0.000

### Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

$N^{\circ}$	$X$	$A_{fl}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$s_m$	$\epsilon_{sm}$
1	0.60	45.24	45.24	847.15	-847.15	-201.02	0.00	0.10	0.00	0.000
2	3.94	45.24	45.24	847.15	-847.15	334.86	0.00	0.10	0.00	0.000
3	7.30	45.24	45.24	847.15	-847.15	514.35	0.00	0.10	0.00	0.000
4	10.66	45.24	45.24	847.15	-847.15	334.86	0.00	0.10	0.00	0.000
5	14.00	45.24	45.24	847.15	-847.15	-201.02	0.00	0.10	0.00	0.000

### Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]

$N^{\circ}$	$X$	$A_{fl}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	$M$	$w$	$w_{lim}$	$s_m$	$\epsilon_{sm}$
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-672.66	0.00	0.10	0.00	0.000
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-425.45	0.00	0.10	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-333.95	0.00	0.10	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-267.49	0.00	0.10	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-201.02	0.00	0.10	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-672.66	0.00	0.10	0.00	0.000
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-425.45	0.00	0.10	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-333.95	0.00	0.10	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-267.49	0.00	0.10	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-201.02	0.00	0.10	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	737.33	0.00	0.15	0.00	0.000
2	3.95	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-798.94	0.00	0.15	0.00	0.000
3	7.30	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-1299.44	0.09	0.15	145.87	0.036
4	10.65	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-798.94	0.00	0.15	0.00	0.000
5	14.00	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	737.33	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	45.24	847.15	-847.15	-343.37	0.00	0.15	0.00	0.000
2	3.94	45.24	45.24	847.15	-847.15	466.09	0.00	0.15	0.00	0.000
3	7.30	45.24	45.24	847.15	-847.15	815.52	0.00	0.15	0.00	0.000
4	10.66	45.24	45.24	847.15	-847.15	466.09	0.00	0.15	0.00	0.000
5	14.00	45.24	45.24	847.15	-847.15	-343.37	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-737.33	0.06	0.15	173.88	0.018
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-509.54	0.00	0.15	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-437.46	0.00	0.15	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-390.42	0.00	0.15	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-343.37	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 10 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-737.33	0.06	0.15	173.88	0.018

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	136 di 144

2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-509.54	0.00	0.15	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-437.46	0.00	0.15	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-390.42	0.00	0.15	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-343.37	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	677.75	0.00	0.15	0.00	0.000
2	3.95	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-628.25	0.00	0.15	0.00	0.000
3	7.30	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-1054.15	0.00	0.15	0.00	0.000
4	10.65	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-628.25	0.00	0.15	0.00	0.000
5	14.00	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	677.75	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	45.24	847.15	-847.15	-209.90	0.00	0.15	0.00	0.000
2	3.94	45.24	45.24	847.15	-847.15	325.99	0.00	0.15	0.00	0.000
3	7.30	45.24	45.24	847.15	-847.15	505.47	0.00	0.15	0.00	0.000
4	10.66	45.24	45.24	847.15	-847.15	325.99	0.00	0.15	0.00	0.000
5	14.00	45.24	45.24	847.15	-847.15	-209.90	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-677.75	0.00	0.15	0.00	0.000
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-431.48	0.00	0.15	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-340.93	0.00	0.15	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-275.42	0.00	0.15	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-209.90	0.00	0.15	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 11 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fl</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	w <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-677.75	0.00	0.15	0.00	0.000
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-431.48	0.00	0.15	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-340.93	0.00	0.15	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-275.42	0.00	0.15	0.00	0.000

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	137 di 144

5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-209.90	0.00	0.15	0.00	0.000
---	-------	-------	-------	--------	---------	---------	------	------	------	-------

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	763.97	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.95	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-849.19	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.30	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-1374.64	0.11	0.20	145.87	0.042
4	10.65	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-849.19	0.00	0.20	0.00	0.000
5	14.00	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	763.97	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	45.24	847.15	-847.15	-399.70	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.94	45.24	45.24	847.15	-847.15	500.95	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.30	45.24	45.24	847.15	-847.15	907.03	0.15	0.20	173.88	0.049
4	10.66	45.24	45.24	847.15	-847.15	500.95	0.00	0.20	0.00	0.000
5	14.00	45.24	45.24	847.15	-847.15	-399.70	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-763.97	0.06	0.20	173.88	0.019
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-543.60	0.00	0.20	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-478.94	0.00	0.20	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-439.32	0.00	0.20	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-399.70	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 12 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-763.97	0.06	0.20	173.88	0.019
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-543.60	0.00	0.20	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-478.94	0.00	0.20	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-439.32	0.00	0.20	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-399.70	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	138 di 144

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	762.76	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.95	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-773.99	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.30	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-1274.85	0.09	0.20	145.87	0.034
4	10.65	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	-773.99	0.00	0.20	0.00	0.000
5	14.00	45.24	67.86	1122.49	-1171.51	762.76	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione trasverso [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.60	45.24	45.24	847.15	-847.15	-387.76	0.00	0.20	0.00	0.000
2	3.94	45.24	45.24	847.15	-847.15	421.70	0.00	0.20	0.00	0.000
3	7.30	45.24	45.24	847.15	-847.15	771.13	0.00	0.20	0.00	0.000
4	10.66	45.24	45.24	847.15	-847.15	421.70	0.00	0.20	0.00	0.000
5	14.00	45.24	45.24	847.15	-847.15	-387.76	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-762.76	0.06	0.20	173.88	0.019
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-539.71	0.00	0.20	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-472.37	0.00	0.20	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-430.07	0.00	0.20	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-387.76	0.00	0.20	0.00	0.000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 13 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.75	45.24	45.24	729.31	-729.31	-762.76	0.06	0.20	173.88	0.019
2	3.40	45.24	45.24	729.31	-729.31	-539.71	0.00	0.20	0.00	0.000
3	6.05	45.24	45.24	729.31	-729.31	-472.37	0.00	0.20	0.00	0.000
4	8.70	45.24	45.24	729.31	-729.31	-430.07	0.00	0.20	0.00	0.000
5	11.35	45.24	45.24	729.31	-729.31	-387.76	0.00	0.20	0.00	0.000

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI – LESINA</b> <b>Lotti 2 e 3 – RADDOPPOI TERMOLI-RIPALTA</b>					
	Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01	COMMESSA <b>L102</b>	LOTTO <b>02 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>IV0400 002</b>	REV. <b>A</b>

## Inviluppo sollecitazioni nodali

### Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-1703.17	-672.66	-868.79	-358.45	115.49	179.11
3.95	-267.06	1159.99	-450.22	-250.22	132.44	179.11
7.30	834.04	1869.15	-242.00	8.64	132.44	211.96
10.65	628.25	1423.52	65.75	435.09	132.44	245.64
14.00	-1017.52	245.83	520.28	868.79	132.44	279.41

### Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.60	-539.20	424.24	89.28	455.86	-45.70	-10.31
3.94	325.99	676.67	-2.72	271.34	-25.08	-4.51
7.30	399.70	1224.88	-95.04	0.00	-25.08	24.77
10.66	-74.17	676.67	-271.34	-106.96	-25.08	54.05
14.00	-904.07	-201.02	-455.86	-213.54	-25.08	83.22

### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.75	-1703.17	-672.66	132.50	442.93	358.45	876.86
3.40	-787.20	-425.45	43.79	271.70	291.16	771.61
6.05	-639.46	-103.32	10.31	175.43	223.86	666.36
8.70	-589.33	243.80	10.31	110.57	156.57	561.11
11.35	-539.20	424.24	10.31	45.70	89.28	455.86

### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.75	-1017.52	245.83	-179.18	47.87	525.40	876.86
3.40	-723.38	31.60	-59.43	115.23	447.44	771.61
6.05	-639.46	-300.32	-25.08	125.91	369.47	666.36
8.70	-681.85	-267.49	-25.08	104.57	291.51	561.11
11.35	-904.07	-201.02	-25.08	83.22	213.54	455.86

## Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	140 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	45.24	67.86	1.52
3.95	45.24	67.86	2.29
7.30	45.24	67.86	2.07
10.65	45.24	67.86	2.25
14.00	45.24	67.86	2.72

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	499.83	0.00	4541.10	0.00
3.95	568.46	0.00	0.00	0.00
7.30	568.46	0.00	0.00	0.00
10.65	568.46	0.00	0.00	0.00
14.00	499.83	0.00	4541.10	0.00

**Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.60	45.24	45.24	3.70
3.94	45.24	45.24	2.12
7.30	45.24	45.24	1.70
10.66	45.24	45.24	2.12
14.00	45.24	45.24	2.43

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	435.61	0.00	3878.51	0.00
3.94	435.61	0.00	0.00	0.00
7.30	435.61	0.00	0.00	0.00
10.66	435.61	0.00	0.00	0.00
14.00	435.61	0.00	3878.51	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	141 di 144

Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.75	45.24	45.24	1.33
3.40	45.24	45.24	2.25
6.05	45.24	45.24	5.46
8.70	45.24	45.24	5.62
11.35	45.24	45.24	5.07

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	544.47	0.00	0.00	0.00
3.40	529.47	0.00	0.00	0.00
6.05	514.48	0.00	0.00	0.00
8.70	499.48	0.00	0.00	0.00
11.35	484.48	0.00	0.00	0.00

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0.75	45.24	45.24	3.19
3.40	45.24	45.24	4.49
6.05	45.24	45.24	5.46
8.70	45.24	45.24	3.43
11.35	45.24	45.24	2.62

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	544.47	0.00	0.00	0.00
3.40	529.47	0.00	0.00	0.00
6.05	514.48	0.00	0.00	0.00
8.70	499.48	0.00	0.00	0.00
11.35	484.48	0.00	0.00	0.00

**Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)**

**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	142 di 144

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 150.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.60	45.24	67.86	2436	111767	30357
3.95	45.24	67.86	2559	33195	86247
7.30	45.24	67.86	4090	52755	144787
10.65	45.24	67.86	2559	33195	86247
14.00	45.24	67.86	2436	111767	30357

X	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	-526	0.00
3.95	-253	0.00
7.30	5	0.00
10.65	263	0.00
14.00	526	0.00

**Verifica sezioni traverso (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 130.00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.60	45.24	45.24	1665	19969	78389
3.94	45.24	45.24	2090	97866	25092
7.30	45.24	45.24	3794	175979	45635
10.66	45.24	45.24	2090	97866	25092
14.00	45.24	45.24	1665	19969	78389

X	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.60	320	0.00
3.94	191	0.00
7.30	0	0.00
10.66	-191	0.00
14.00	-320	0.00

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione B = 100 cm

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L102	02 D 78	CL	IV0400 002	A	143 di 144

Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.75	45.24	45.24	4017	51852	101777
3.40	45.24	45.24	2886	37771	63314
6.05	45.24	45.24	2541	33206	56282
8.70	45.24	45.24	2322	30173	54304
11.35	45.24	45.24	2101	27109	52417

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	147	0.00
3.40	56	0.00
6.05	26	0.00
8.70	26	0.00
11.35	26	0.00

#### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 120.00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0.75	45.24	45.24	4017	51852	101777
3.40	45.24	45.24	2886	37771	63314
6.05	45.24	45.24	2541	33206	56282
8.70	45.24	45.24	2322	30173	54304
11.35	45.24	45.24	2101	27109	52417

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0.75	-147	0.00
3.40	-56	0.00
6.05	-26	0.00
8.70	-26	0.00
11.35	-26	0.00

#### **Verifiche geotecniche**

*Simbologia adottata*

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Stradali: IV04 Ponte sul canale variante SP44 (NV13): Relazione di calcolo spalla S01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>L102</b>	<b>02 D 78</b>	<b>CL</b>	<b>IV0400 002</b>	<b>A</b>	<b>144 di 144</b>

*IC* Indice della combinazione

*N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>* Fattori di capacità portante

*N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub>* Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

*q<sub>u</sub>* Portanza ultima del terreno, espressa in [kPa]

*Q<sub>v</sub>* Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

*Q<sub>v</sub>* Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

*FS* Fattore di sicurezza a carico limite

<b>IC</b>	<b>N<sub>c</sub></b>	<b>N<sub>q</sub></b>	<b>N<sub>γ</sub></b>	<b>N'<sub>c</sub></b>	<b>N'<sub>q</sub></b>	<b>N'<sub>γ</sub></b>	<b>q<sub>u</sub></b>	<b>Q<sub>U</sub></b>	<b>Q<sub>Y</sub></b>	<b>FS</b>
1	50.59	37.75	44.43	102.79	56.09	66.01	16368	238978.76	2418.99	98.79
2	30.54	18.75	16.12	55.43	26.00	22.34	6382	93175.05	1829.09	50.94
3	50.59	37.75	44.43	102.79	56.09	66.01	16368	238978.76	2335.21	102.34
4	30.54	18.75	16.12	55.43	26.00	22.34	6382	93175.05	1757.71	53.01
5	50.59	37.75	44.43	36.79	25.55	10.99	3389	49477.68	1754.86	28.19
6	50.59	37.75	44.43	31.47	21.86	5.22	2162	31569.58	1332.32	23.70
7	30.54	18.75	16.12	21.86	12.58	2.46	1356	19803.57	1754.86	11.28
8	30.54	18.75	16.12	18.70	10.76	0.69	890	12987.72	1332.32	9.75