

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



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

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

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

Opere d'arte Minori-Interferenze idrauliche  
Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

SCALA:

-

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

L I 0 2    0 2    D    7 8    C L    I N 0 0 0 0    0 1 3    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	E.Abbasciano	Maggio 2019	R.Oscurato	Maggio 2019	B.M.Bianchi	Maggio 2019	D. Tiberti	Maggio 2019

File: LI0202D78CLIN0000013A.doc

n. Elab.:

ITALEFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Direzione Generale  
UO Infrastrutture  
Prof. Ing. Dante Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli - 11874

## INDICE

1.	GENERALITA' .....	3
2.	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO.....	3
3.	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	3
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
5.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	6
6.	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	7
7.	MATERIALI .....	10
8.	ANALISI DEI CARICHI .....	12
8.1	PESO PROPRIO.....	12
8.2	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI STATICHE.....	12
8.3	SPINTA IN PRESENZA DI FALDA (COND. DI CARICO 4).....	13
8.4	SPINTA DEL TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE .....	14
8.5	FORZA DI INERZIA.....	14
8.6	COEFFICIENTI DI ATTRITO STRUTTURA-TERRENO.....	15
8.7	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	15
8.8	AZIONE DEL SOVRACCARICO FERROVIARIO A TERGO DEL MURO.....	16
9.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	18
10.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO .....	19
10.1	VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE .....	19
10.1.1	<i>Verifiche allo scorrimento.....</i>	19
10.1.2	<i>Verifiche a Ribaltamento.....</i>	19
10.1.3	<i>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette).....</i>	19
10.1	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE .....	23
10.1.1	<i>Verifiche in fase sismica.....</i>	24
11.	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	25
12.	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI.....	25
12.1	RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI .....	25
12.1.1	<i>Modello di calcolo.....</i>	25
12.1.2	<i>Verifiche strutturali .....</i>	28
13.	TABULATI DI CALCOLO .....	30

	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

## 1. GENERALITA'

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.

## 2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento ai muri di sostegno previsti in prossimità delle interferenze idrauliche (IN) che ricadano nella tipologia di muri a mensola in c.a. aventi un'altezza dell'opera  $H_{tot}$ , data dalla somma dell'altezza del paramento e dello spessore della fondazione, compresa tra 1m e 3m.

## 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La tipologia di muro a cui si fa riferimento è un muro a mensola in c.a. caratterizzato da un'altezza dell'opera  $H_{tot}$ , data dalla somma dell'altezza del paramento e dello spessore della fondazione, compresa tra 1.5 e 3m.

Per i muri ricadenti in tale tipologia, ai fini delle analisi e delle verifiche si è fatto riferimento ad un muro a mensola in c.a. avente le seguenti caratteristiche geometriche:

Tipo	Htot [m]	PARAMENTO		FONDAZIONE	
		Hpara [m]	s [m]	h [m]	Lf [m]
muro a mensola	3	2.3	0.5	0.7	3

Tabella 3.1 – Caratteristiche geometriche dei muri di sostegno

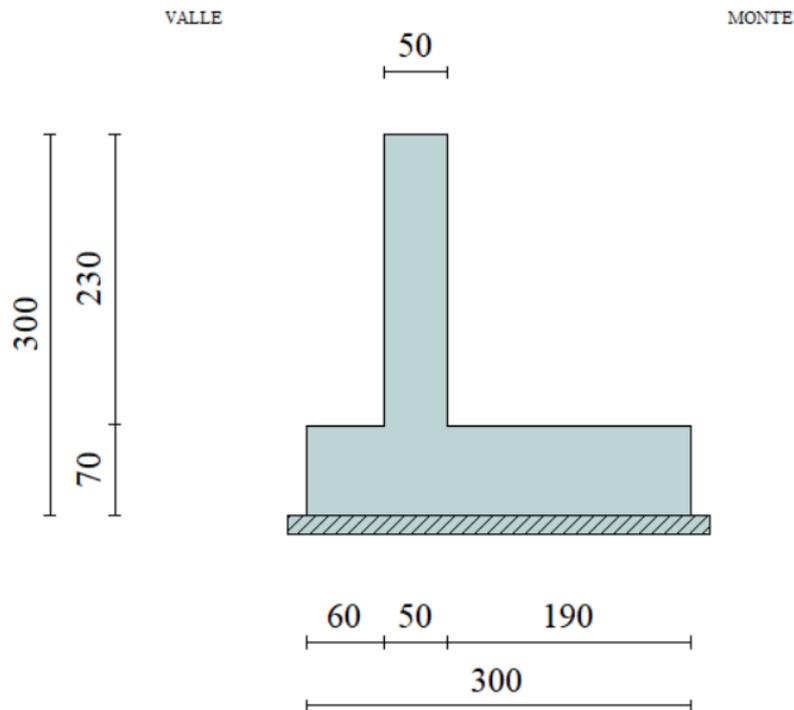


Figura 3.1 – Sezioni trasversale tipo

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m<sup>2</sup>, kN/m<sup>3</sup>
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

#### 4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento, quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione:

- [N.1]. L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- [N.2]. L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- [N.3]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- [N.4]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.5]. 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.
- [N.6]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.7]. RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.8]. RFI DTC SI SP IFS 001 C– Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N.9]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- [N.10]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

## 5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Dall'esame di quanto riportato nella relazione geotecnica di riferimento, in via cautelativa, si è scelto come terreno di fondazione l'unità CGC2-argille limose e limi argillosi, avente le seguenti caratteristiche geo-meccaniche:

### **Conglomerati di Campomarino - Unità CGC2 (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 18.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 10 \div 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 20 \div 28^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 250 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$N_{spt} = 15 \div 60$	numero di colpi da prova SPT
$V_s = 180 \div 320 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 60 \div 200 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 160 \div 520 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 10^{-8} \div 10^{-6} \text{ m/s}$	permeabilità

Per il terreno di rinfianco, salvo più accurate determinazioni, in via cautelativa, per le caratteristiche dei rilevati ferroviari si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici:

peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ;  
 angolo di attrito  $\varphi' = 38^\circ$ ;  
 coesione efficace  $c' = 0$ .

Il livello di falda locale è posto, cautelativamente, in corrispondenza del piano di posa di fondazione dell'opera.

In fase di analisi è stato dunque considerato il seguente modello geotecnico:

<i>Terreno</i>	<i>Litotipo</i>	$\gamma$	$\varphi'$	$c'$
		( <i>kN/m<sup>3</sup></i> )	( <i>°</i> )	( <i>kPa</i> )
<b>Terreno di Rinfianco</b>	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0
<b>Terreno di Fondazione</b>	Unità CGC2	19.5	25	10

**Falda:** La quota di falda è situata in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni.

	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTE 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

## 6. CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE 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).

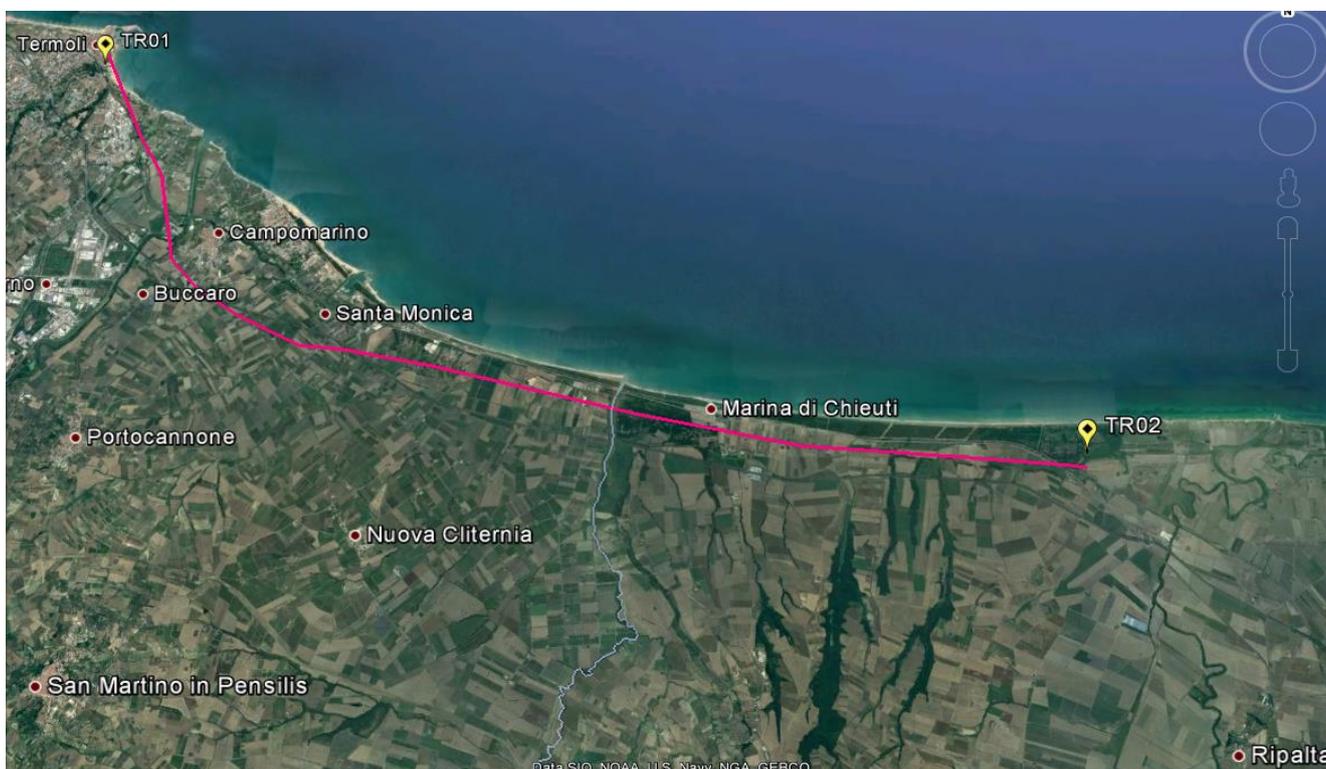


Figura 1 – Configurazione planimetrica tracciato

In considerazione della variabilità dei parametri di pericolosità sismica con la localizzazione geografica del sito, ed allo scopo di individuare dei tratti omogenei nell'ambito dei quali assumere costanti detti parametri, si è provveduto a suddividere il tracciato in quattro sottozone sismiche, 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:



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	8 di 112

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

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

In via cautelativa, per il progetto della tipologia di muro in esame, si farà riferimento alla località Marina di Chieuti /Chieuti (FG) quindi alla zona S3.

Alle opere si definisce una vita nominale  $V_N$  pari a 75 anni e una classe d'uso III a cui corrisponde il coefficiente  $C_u$  pari a 1.5 (§ 2.4.2, DM 14/01/2008). Di conseguenza il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica risulta pari a  $V_R = V_N \cdot C_u = 112.5$

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica,  $P_{V_R}$ , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo  $V_R$  dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma di progetto. Sulla base delle coordinate geografiche del sito e del tempo di ritorno del sisma di progetto,  $T_R$ , sopra definito, si ricavano i parametri che caratterizzano il sisma di progetto relativo al sito di riferimento, rigido ed orizzontale (Tabella 1 dell'allegato B del D.M. 14/01/2008):

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima
- $F_0$ : 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.

Per le opere provvisorie di imbocco il periodo di ritorno si determina con l'espressione:

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

Per tenere conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (DM 14/01/2008):

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

$S_s$  è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici  $F_0$  e  $a_g/g$  (Tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008);

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

$S_T$  è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.VI del D.M. 14/01/2008).

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica sono riassunti nella seguente tabella:

ZONA SISMICA	S3
LATITUDINE	41.51
LONGITUDINE	15.09
COMUNE	Marina di Chieuti /Chieuti
PROVINCIA	FOGGIA
STATO LIMITE	SLV
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	C
CATEGORIA TOPOGRAFICA	T1
VITA NOMINALE $V_N$	75
CLASSE D'USO	C III
COEFFICIENTE D'USO $C_U$	1.5
VITA DI RIFERIMENTO $V_R$	112.5
$a_g$ [g]	0.224
$F_0$	2.482
$T_c^*$ [s]	0.352
$S_s$	1.366
$C_C$	1.182
$S_T$	1
<b>PARAMETRI DIPENDENTI</b>	
S	1.366
$T_B$	0.174
$T_C$	0.522
$T_D$	2.498

Tabella 6.1 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto.



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	10 di 112

## 7. MATERIALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori di resistenza e deformabilità adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 14/01/2008 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 B.

Nelle verifiche di resistenza dei calcestruzzi, a favore di sicurezza, viene sempre considerato un calcestruzzo di classe di resistenza C25/30.

Per la completa e puntuale definizione delle caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera si rimanda all'elaborato specifico.

Calcestruzzo armato Opere	
Classe di resistenza	C 25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 A)	$\sigma_c = 0.55 f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 15.00 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B 450 C
Tensione caratteristica di rottura	$f_{yd} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yd} \geq 450 \text{ MPa}$
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (RFI DTC SI MA IFS 001 A)	$\sigma_{lim} = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_{lim} = 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

Acciaio per puntoni	
Tipo	S 275 JR
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 275$ MPa
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 430$ MPa
Tensione di snervamento di calcolo	cfr. 4.2.4 a 4.2.9 del D.M. 14/01/08

In merito alla verifica a fessurazione, la verifica consiste nel controllo dell'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio i cui valori limite sono stabiliti, nell'ambito del progetto di opere ferroviarie, nel documento RFI DTC SICS MA IFS 001 B – 2.5.1.8.3.2.4 (*Manuale di progettazione delle opere civili*).

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure  $\delta_f$  dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2$  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 – Tab 4.1.III), per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3$  mm per strutture in condizioni ambientali ordinarie.

**Tabella 4.1.III** – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si adotta il limite **w1=0,20 mm** sia per le parti in elevazione che per quelle in fondazione, in quanto in entrambi i casi trattasi di strutture a permanente contatto col terreno.

	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

## 8. ANALISI DEI CARICHI

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

- **azioni permanenti strutturali:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte dell'opera
- **azioni permanenti Non strutturali:** peso del ballast a monte dell'opera.
- **azioni variabili:** azione del sovraccarico ferroviario a tergo del muro.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 6.

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera.

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)
- combinazioni di esercizio (SLE)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile è pari a 0

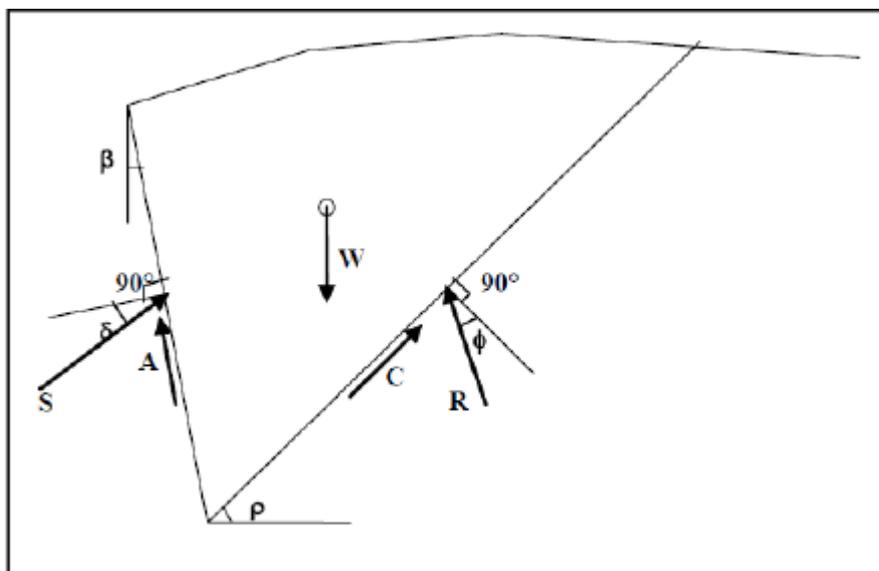
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

### 8.1 Peso proprio

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

### 8.2 Spinta del terreno in condizioni statiche

Nel caso di muro su fondazione diretta, la mobilitazione della spinta attiva si può considerare sempre verificata. In tal caso le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann. Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### 8.3 Spinta in presenza di falda (cond. di carico 4)

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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

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, in relazione a quanto specificato al paragrafo 5, il regime di spinta non è influenzato dalla presenza della falda.

#### 8.4 Spinta del terreno in condizioni sismiche

In condizioni sismiche si considera la spinta valutata in condizioni di spinta attiva a cui si aggiunge la sovrappinta sismica valutata con il metodo di Mononobe e Okabe ed applicata ad H/3 (distribuzione triangolare).

#### 8.5 Forza di inerzia

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 la componente orizzontale, ed a quella corrispondente al periodo proprio  $T=T_0$ , per la componente verticale.

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.

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente  $\beta_m$ , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma.

**Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

**Figura 2 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

Pertanto si ha:

$$ag/g = 0.224$$

$$\beta_m = 0.31$$

$$S_s = 1.366$$

$$S_T = 1.00$$

$$K_h = 0.095 \quad \text{coefficiente sismico orizzontale}$$

$$K_v = 0.0475 \quad \text{coefficiente sismico verticale}$$

## 8.6 Coefficienti di attrito struttura-terreno

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore  $\delta = 0.6 \varphi'$  in fase statica e  $\delta = 0$  in fase sismica. Tuttavia, il software di calcolo utilizzato non consente di differenziare il valore del coefficiente di attrito nelle varie fasi di calcolo. Pertanto è stato utilizzato, per la valutazione dei coefficienti di spinta del terreno di rinterro, cautelativamente  $\delta=0$  sia in fase statica che in fase sismica. Tale assunzione, peraltro, non risulta essere particolarmente gravosa in quanto nella maggioranza dei casi esaminati la condizione di carico dimensionante è risultata essere quella sismica.

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

$$\text{per } \varphi < 30^\circ \quad \delta = \text{tg } \varphi';$$

$$\text{per } \varphi > 35^\circ \quad \delta = 0.85 \text{ tg } \varphi';$$

$$\text{per } 30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ \quad \delta \text{ si ricava per interpolazione lineare}$$

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

## 8.7 Carichi permanenti non strutturali

Ove non si eseguano valutazioni più dettagliate, la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata e dell'armamento (sovrastuttura ferroviaria) potrà effettuarsi assumendo, convenzionalmente, per linee in rettilineo, un peso di volume pari a 18,0 kN/m<sup>3</sup> applicato sull'impronta del ballast, per una altezza media fra il piano del ferro (P.F.) e l'estradosso del sub-ballast pari a 0,80 m. Per strutture su linee in curva, oltre al peso convenzionale sopraindicato andrà aggiunto il peso di tutte le parti di massicciata necessarie per realizzare il sovrizzo, valutato con la sua reale distribuzione geometrica e con un peso di volume pari a 20 kN/m<sup>3</sup>.

Salvo più accurate determinazioni, per le caratteristiche dei rilevati ferroviari si possono assumere i seguenti valori dei parametri geotecnici caratteristici:

- peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/mc}$ ;

- angolo di attrito  $\varphi' = 38^\circ$ ;

	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

- coesione efficace  $c' = 0$ .

Pertanto si ha:

### BALLAST+ ARMAMENTO

$\gamma_b = 20.0 \text{ kN/m}^3$  (peso specifico Ballast+Armamento)

$s_b = 0.80 \text{ m}$  (spessore ballast)

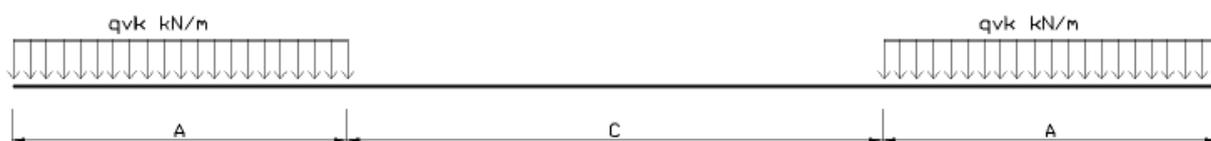
\* $Q_b = 16 \text{ kN/m}^2$  (carico ballast)

\*Applicato ad intradosso ballast

### 8.8 Azione del sovraccarico ferroviario a tergo del muro

Per quanto attiene il sovraccarico ferroviario a tergo del muro si applica il carico verticale dovuto al treno SW/2 pari a  $150 \cdot 1.0$  (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B par. 3.8.1.3.2.2) definito nella tabella 5.2.I senza incremento dinamico (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B par. 3.8.1.3.2.4):

#### “5.2.2.3.1.2. Treno di carico SW



*Fig. 5.2.2 Treno di carico SW*

Tipo di carico	$Q_{vk}$ [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15,00	5,30
SW/2	150	25,00	7,00

*Tab. 5.2.I. caratteristiche treni di carico SW*

In accordo al punto 3.8.1.3.2.3 delle RFI DTC SI CS MA IFS 001 B, tale carico verrà ripartito ipotizzando una larghezza di ripartizione dei carichi ferroviari al livello del piano di regolamento pari alla larghezza della traversa più la larghezza dovuta alla diffusione del carico all'interno del ballast.

Quest'ultima può essere assunta pari a  $45^\circ$  su un'altezza di 40 cm, senza tenere conto della presenza o meno di curve. All'interno del rilevato la ripartizione può essere proseguita con un angolo di diffusione pari all'angolo di attrito interno del terreno.

Pertanto avremo:

$q_{sw2} = 150 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 1$

RFI DTC SI CS MA IFS 001 B par. 3.8.1.3.2.2

(coefficiente di adattamento)



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	17 di 112

$\phi_2 = 1$  (coefficiente di incremento dinamico)  
 $L_t = 2.40 \text{ m}$  (Larghezza traversina)  
 $L_d = 3.20 \text{ m}$  Larghezza di diffusione del carico nel ballast (par.3.8.1.3.2.1  
RFI DTC SI CS MA IFS 001B)  
 $*Q_{sw2} = 46.875 \text{ kN/m} \approx 50.0 \text{ kN/m}$  Sovraccarico Ferroviario  
\*Applicato ad intradosso ballast

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

## 9. 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 di esercizio (SLE)
- combinazione sismica (SLV): il coefficiente di combinazione per il carico variabile è pari a 0

Ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni ( $\gamma$ ), la norma definisce inoltre, per il caso specifico delle opere di sostegno, due possibili approcci progettuali ovvero:

### Approccio 1:

Fase Statica: A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali in fase sismica)

1+M2+R1 (EQK-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche in fase sismica)

### Approccio 2:

Fase Statica: A1+M1+R3 (STR / GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica: 1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche in fase sismica)

Nel caso in esame si opererà utilizzando l'APPROCCIO 2.

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

## 10. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE DI SOSTEGNO

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 14/01/2008 e della Circolare n.617/09.

### 10.1 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

#### 10.1.1 Verifiche allo scorrimento

È stato verificato il rispetto della seguente condizione:

$$F_s = (a' \cdot B + N \cdot \tan \mu) / H > 1.0$$

Dove:

N = Risultante delle azioni ortogonali al piano di scorrimento

H = Risultante delle azioni parallele al piano di scorrimento

a' = adesione terreno fondazione, posta pari a zero,

B = Dimensione della Fondazione sul piano di scorrimento.

$\mu$  = Coefficiente di attrito fondazione - terreno

#### 10.1.2 Verifiche a Ribaltamento

La verifica al ribaltamento rispetto al vertice esterno della fondazione è viene trattata secondo la normativa come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), utilizzando i relativi coefficienti sulle azioni di cui alla tabella 2.6.I delle NTC, adoperando i coefficienti parziali del gruppo (M2) per il calcolo delle spinte.

Nella fattispecie, per ciascuna delle combinazioni di Verifica allo SLU statico e sismico rispetto alle quali è prescritta la verifica al ribaltamento, è stata verificata il rispetto della seguente condizione:

$$M_{STAB} \geq M_{RIB}$$

essendo

$M_{RIB}$  = Risultante momenti ribaltanti

$M_{STAB}$  = Risultante momenti stabilizzanti

#### 10.1.3 Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette)

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

c Coesione



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	20 di 112

- ca Adesione lungo la base della fondazione ( $ca \leq c$ )
- V Azione tagliante
- $\varphi$  Angolo d'attrito
- $\delta$  Angolo di attrito terreno fondazione
- $\gamma$  Peso specifico del terreno
- Kp Coefficiente di spinta passiva espresso da  $Kp = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- $\eta$  inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- qult Carico ultimo della fondazione

Risulta:

#### Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

#### Caso di terreno puramente coesivo $\varphi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui  $d_c$ ,  $d_q$  e  $d_\gamma$  sono i fattori di profondità,  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  sono i fattori di forma,  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del carico,  $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$  sono i fattori di inclinazione del piano di posa e  $g_c$ ,  $g_q$  e  $g_\gamma$  sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = Kp e^{\pi \cdot \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \cdot \tan \varphi$$

Fattori di forma

Fattori di profondità



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	21 di 112

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \text{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

### Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B' \times L'$  (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico  $e_B, e_L$  dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$  e  $L' = L - 2e_L$ ) con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta = 0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$		per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$		$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
		$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
		Per $\eta = 0$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
		Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

### Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$
	$b_q = e^{-2.7\eta \phi}$
	$b_\gamma = e^{-2.7\eta \phi}$

### Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$
	$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \text{tg} \beta)^\delta$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	22 di 112

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}(\delta) + A_f \operatorname{ca}$$

$$\beta \leq \phi$$

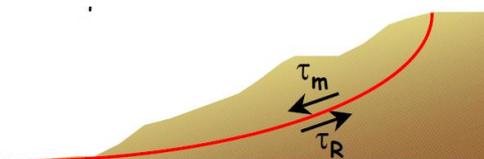
$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

## 10.1 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Per la analisi di stabilità globale presentate nel seguito del presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie.



Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Nel caso in esame, è stata utilizzato in particolare il metodo di Bishop, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

$$m = \left( 1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \phi_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

dove n è il numero delle strisce considerate, bi ed ai sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, Wi è il peso della striscia i-esima e ci e phi sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia. L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di eta. Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per eta da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA PESCARA - BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA</b> <b>LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA <b>LI02</b>	LOTTO <b>02D78</b>	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000013	REV. A

### 10.1.1 Verifiche in fase sismica

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi esposte nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \text{ (azione sismica orizzontale)}$$

$$F_v = k_v \times W \text{ (azione sismica verticale)}$$

risultando:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad (7.11.3)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.4)$$

con:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, come da indicazioni Tab 7.11.1

**Tabella 7.11.1** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \text{ (accelerazione massima attesa al sito)}$$

SS: coefficiente di amplificazione stratigrafica

ST: coefficiente di amplificazione topografica

## 11. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

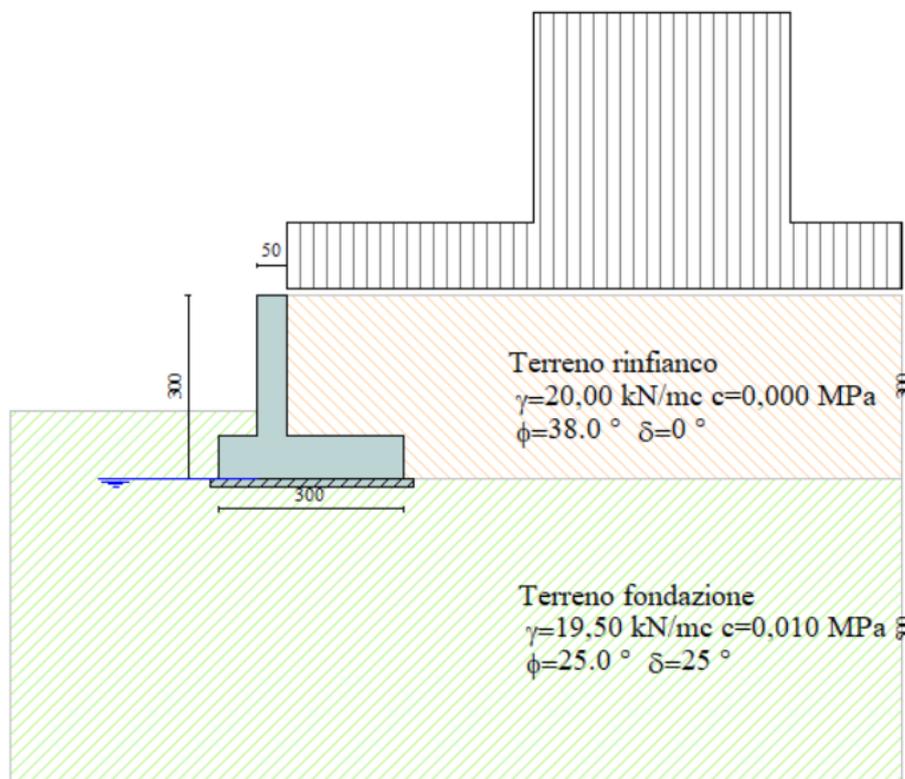
A riguardo si precisa che i calcoli sono stati effettuati, con riferimento ad un modello di muro di lunghezza unitaria, mediante Ausilio del Software commerciale MAX 10.10 prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica, con sede in Corso Umberto 43, Casole Bruzio (CS).

## 12. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1.

### 12.1 Risultati analisi e verifiche muri

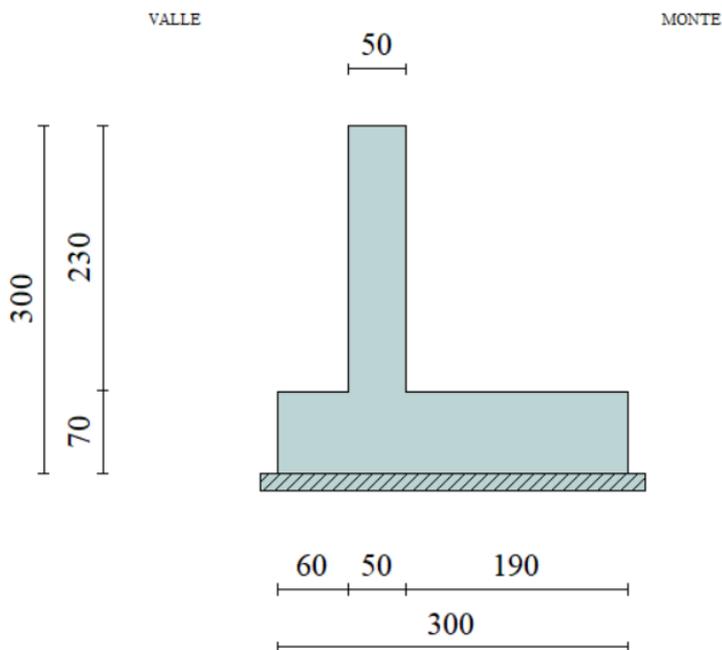
#### 12.1.1 Modello di calcolo



Modello di calcolo muro

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	26 di 112



*Geometria muro*

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	2,19	4,57	--	44,2894	0,0000
2	EQU - [1]	--	5,79	--	--	--	50,8111	0,0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,84	45,5658	0,0000
4	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	1,61	<b>3,26</b>	--	32,8069	8,4488
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	<b>1,54</b>	3,39	--	32,8069	5,3910
6	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	<b>3,42</b>	--	--	--	42,3632	5,9110
7	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	4,05	--	--	--	42,3632	9,8644
8	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,78	42,3632	9,8644
9	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	<b>1,77</b>	42,3632	5,9110
10	SLEQ - [1]	--	--	2,81	5,44	--	32,8069	0,0000
11	SLEF - [1]	--	--	2,81	5,44	--	32,8069	0,0000
12	SLEP - [1]	--	--	2,81	5,44	--	32,8069	0,0000

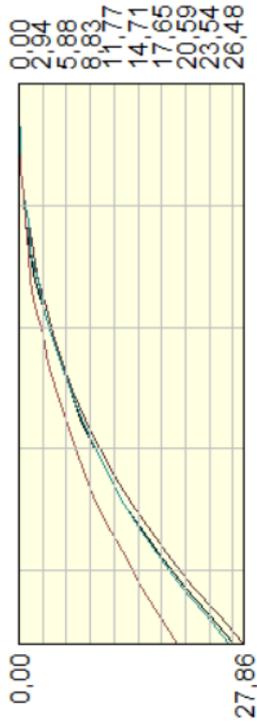
*Azioni risultanti sul muro*



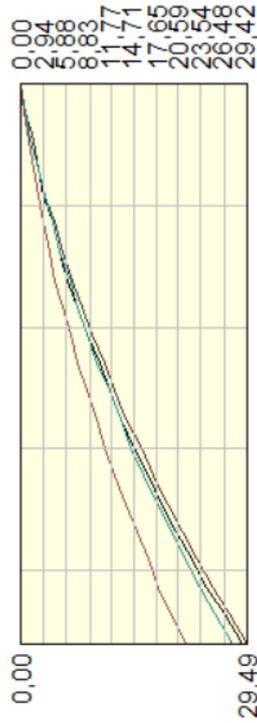
LINEA PESCARA - BARI  
 RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
 LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

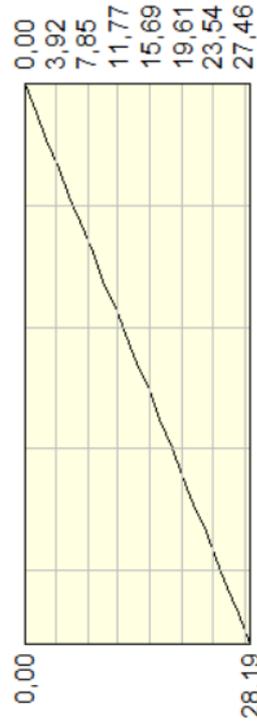
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	27 di 112



Momenti [kNm]

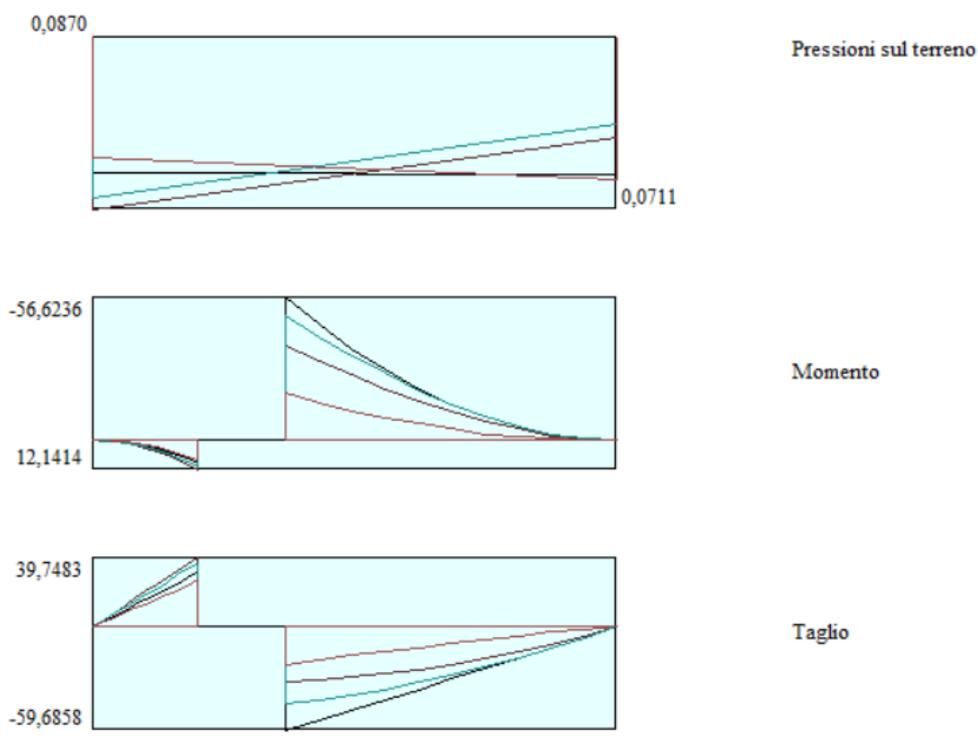


Taglio [kN]



Sforzo Normale [kN]

Inviluppo sollecitazioni sul muro



Inviluppo sollecitazioni in fondazione

**12.1.2 Verifiche strutturali**

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:

<i>Elemento</i>	Armatura a flessione		<i>Elemento</i>	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	Φ16/10 cm	Φ16/20 cm	FONDAZIONE	Φ16/10 cm	Φ16/10 cm

Ai fini delle verifiche si è fatto riferimento per la parte in elevazione (paramento e fondazione muro) ad un copriferro di calcolo (asse armature) pari a 6 cm.

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a non armati a taglio tuttavia si prevede un minimo di armatura a taglio costituita da spilli  $6\Phi 8/mq$ .



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	29 di 112

Per ulteriori dettagli circa i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo specifici per l'opera in oggetto.



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	30 di 112

### 13. TABULATI DI CALCOLO

#### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole 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
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,35	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,35	1,15	1,35	1,50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,00



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	31 di 112

Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00	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>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	1,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00	1,00	1,00

**FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10



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

	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	<b>LI02</b>	<b>02D78</b>	CL	IN0000013	A	32 di 112

Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	33 di 112

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2,30 [m]
Spessore in sommità	0,50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,50 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,90 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,70 [m]
Spessore magrone	0,15 [m]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	34 di 112

## Materiali utilizzati per la struttura

### Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	30,00 [MPa]
Modulo elastico E	31447,048 [MPa]

### Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449,94 [MPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10,00	0,00	0,00

## Terreno a valle del muro



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	35 di 112

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0,00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0,40 [m]

## Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0,00 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno

Descrizione Descrizione terreno

$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
$c$	Coesione espressa in [MPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	$c$	$c_a$
Terreno fondazione	19,50	19,50	25.00	25.00	0,0100	0,0000
Terreno rinfianco	20,00	20,00	38.00	0.00	0,0000	0,0000

## Stratigrafia

---



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	36 di 112

*Simbologia adottata*

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>H</i>	Spessore dello strato espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K<sub>w</sub></i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
<i>K<sub>s</sub></i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

<b>Nr.</b>	<b>H</b>	<b>a</b>	<b>K<sub>w</sub></b>	<b>K<sub>s</sub></b>	<b>Terreno</b>
1	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno rinfianco
2	5,00	0,00	3,01	0,00	Terreno fondazione



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	37 di 112

## Condizioni di carico

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D/C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Sovraccarico da ballast)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=10,00$	$Q_i=16,0000$	$Q_f=16,0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (carico variabile da traffico ferroviario)

D	Profilo	$X_i=4,00$	$X_f=8,20$	$Q_i=50,0000$	$Q_f=50,0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

*F/S* Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<i>S/F</i>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,35	1,00	1,35
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,35	1,00	1,35
carico variabile da traffico ferroviario	SFAV	1,35	1,00	1,35

### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	<i>S/F</i>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,10	1,00	1,10
carico variabile da traffico ferroviario	SFAV	1,35	1,00	1,35

### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<i>S/F</i>	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00
carico variabile da traffico ferroviario	SFAV	1,15	1,00	1,15



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	39 di 112

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

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

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	40 di 112

Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00
carico variabile da traffico ferroviario	SFAV	1,00	0,80	0,80

Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Sovraccarico da ballast	SFAV	1,00	1,00	1,00
carico variabile da traffico ferroviario	FAV	1,00	1,00	1,00



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	41 di 112

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### *Impostazioni verifiche SLU*

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### *Impostazioni verifiche SLE*

Condizioni ambientali

Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.10$

$w_2 = 0.15$

$w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

E.C. 2

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.70 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	42 di 112

Calcolo della portanza          metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

***Impostazioni avanzate***

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	43 di 112

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2,19	--	4,57	--
2	EQU - [1]	--	--	5,79	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,84
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,61	--	3,26	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,54	--	3,39	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,42	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,05	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,78
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,77
10	SLEQ - [1]	--	2,81	--	5,44	--
11	SLEF - [1]	--	2,81	--	5,44	--
12	SLER - [1]	--	2,81	--	5,44	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	44 di 112

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

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

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Hansen
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	41.845630
Longitudine	15.166889
Comune	Chieuti
Provincia	Foggia
Regione	Puglia
Punti di interpolazione del reticolo	28774 - 28552 - 28551 - 28773





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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	46 di 112

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1,90	Y = -3,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 1,90	Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	3,00	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	44,2894	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	44,2894	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64,00	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,90	[m]	Y = -3,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	128,4400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,95	[m]	Y = -1,15	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	44,2894	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208,1203	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	208,1203	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	44,2894	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	212,7807	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-0,3064	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	951,7229	[kN]



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	47 di 112

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,06917	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,06958	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.76$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,53$	$i_q = 0,57$	$i_\gamma = 0,45$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,11$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 12.48$	$N'_q = 6.77$	$N'_\gamma = 3.02$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.57



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	48 di 112

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	0,0353	0,6290
3	0,23	2,8195	0,1481	1,3465
4	0,34	4,2292	0,3483	2,1498
5	0,46	5,6389	0,6458	3,0380
6	0,57	7,0486	1,0503	4,0111
7	0,69	8,4584	1,5716	5,0692
8	0,80	9,8681	2,2195	6,2123
9	0,92	11,2778	3,0037	7,4402
10	1,03	12,6876	3,9340	8,7531
11	1,15	14,0973	5,0201	10,1510
12	1,26	15,5070	6,2720	11,6338
13	1,38	16,9167	7,6992	13,2015
14	1,49	18,3265	9,3116	14,8542
15	1,61	19,7362	11,1189	16,5918
16	1,72	21,1459	13,1309	18,4144
17	1,84	22,5557	15,3574	20,3219
18	1,95	23,9654	17,8082	22,3143
19	2,07	25,3751	20,4930	24,3917
20	2,18	26,7848	23,4216	26,5540
21	2,30	28,1946	26,6033	28,7877



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	49 di 112

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0936	3,1207
3	0,12	0,3745	6,2418
4	0,18	0,8426	9,3635
5	0,24	1,4981	12,4857
6	0,30	2,3409	15,6083
7	0,36	3,3711	18,7314
8	0,42	4,5887	21,8550
9	0,48	5,9937	24,9792
10	0,54	7,5862	28,1038
11	0,60	9,3662	31,2289

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

---



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	50 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,5648	-5,9465
3	0,38	-2,2600	-11,8978
4	0,57	-5,0863	-17,8541
5	0,76	-9,0448	-23,8153
6	0,95	-14,1364	-29,7814
7	1,14	-20,3621	-35,7525
8	1,33	-27,7227	-41,7284
9	1,52	-36,2192	-47,7093
10	1,71	-45,8525	-53,6951
11	1,90	-56,6236	-59,6858

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	51 di 112

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	200,26	--	--
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	6543,84	-163,92	4641,91	200,45	--	--
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	6053,10	-317,88	2146,90	200,63	--	--
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	5249,38	-432,31	1241,23	200,82	--	--
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	4510,10	-516,50	799,82	201,00	--	--
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	3863,74	-575,72	548,15	201,19	--	--
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	3328,16	-618,38	393,47	201,38	--	--
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	2862,43	-643,80	290,07	201,56	--	--
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	2389,76	-636,47	211,90	201,75	--	--
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	1966,35	-609,70	154,98	201,93	--	--
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	1624,64	-578,55	115,24	202,12	--	--
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	1361,59	-550,71	87,81	202,31	--	--
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	1141,57	-519,55	67,48	202,49	--	--
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	976,56	-496,18	53,29	202,68	--	--
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	842,14	-474,44	42,67	202,86	--	--
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	731,76	-454,40	34,61	203,05	--	--
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	643,97	-438,46	28,55	203,24	--	--
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	572,62	-425,50	23,89	203,42	--	--
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	513,60	-414,78	20,24	203,61	--	--
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	464,06	-405,79	17,33	203,79	--	--
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	421,96	-398,14	14,97	203,98	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	52 di 112

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	5080,86	239,40	--	--
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	1270,15	239,40	--	--
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	564,48	239,40	--	--
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	317,50	239,40	--	--
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	203,19	239,40	--	--
7	0,36	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	141,10	239,40	--	--
8	0,42	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	103,66	239,40	--	--
9	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	79,36	239,40	--	--
10	0,54	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	62,70	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	53 di 112

11	0,60	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	50,78	239,40	--	--
----	------	--------	-------	-------	------	--------	-------	--------	----	----

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,19	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	842,12	239,40	--	--
3	0,38	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	210,47	239,40	--	--
4	0,57	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	93,52	239,40	--	--
5	0,76	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	52,59	239,40	--	--
6	0,95	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	33,65	239,40	--	--
7	1,14	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	23,36	239,40	--	--
8	1,33	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	17,16	239,40	--	--
9	1,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	13,13	239,40	--	--
10	1,71	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	10,37	239,40	--	--
11	1,90	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	8,40	239,40	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	50,8111	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	50,8111	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,90	[m]	Y = -3,00	[m]



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	54 di 112

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	112,1000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,95	[m]	Y = -1,15	[m]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	50,8111	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	183,8123	[kN]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	55,4350	[kNm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	320,8796	[kNm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	183,8123	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	50,8111	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,06	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]			
Risultante in fondazione	190,7059	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,45	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	10,2738	[kNm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.79
--	------



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	55 di 112

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 3

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 2,59

Raggio del cerchio R[m]= 5,91

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,85

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,37

Coefficiente di sicurezza C= 1.84

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	29,2507	59.79	25,2773	0,0071	32.01	0,000	0,000
2	33,4022	53.92	26,9943	0,0061	32.01	0,000	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	56 di 112

3	36,7504	48.23	27,4082	0,0054	32.01	0,000	0,000
4	30,9384	43.12	21,1478	0,0049	32.01	0,000	0,000
5	20,7592	38.42	12,8989	0,0046	32.01	0,000	0,000
6	22,7313	34.00	12,7115	0,0043	32.01	0,000	0,000
7	24,4075	29.81	12,1324	0,0041	32.01	0,000	0,000
8	25,8264	25.78	11,2335	0,0040	32.01	0,000	0,000
9	27,0155	21.89	10,0729	0,0039	32.01	0,000	0,000
10	28,7768	18.10	8,9426	0,0038	24.46	0,005	0,000
11	29,9203	14.40	7,4401	0,0037	20.46	0,008	0,001
12	30,5086	10.75	5,6921	0,0037	20.46	0,008	0,002
13	30,9239	7.15	3,8496	0,0036	20.46	0,008	0,003
14	31,1715	3.58	1,9451	0,0036	20.46	0,008	0,003
15	30,2558	0.02	0,0095	0,0036	20.46	0,008	0,003
16	26,8303	-3.54	-1,6574	0,0036	20.46	0,008	0,003
17	11,1468	-7.11	-1,3806	0,0036	20.46	0,008	0,003
18	10,1479	-10.72	-1,8870	0,0037	20.46	0,008	0,002
19	8,9679	-14.36	-2,2244	0,0037	20.46	0,008	0,001
20	8,2039	-18.07	-2,5443	0,0038	24.33	0,005	0,000
21	7,2314	-21.85	-2,6917	0,0039	32.01	0,000	0,000
22	6,0446	-25.74	-2,6254	0,0040	32.01	0,000	0,000
23	4,6281	-29.77	-2,2976	0,0041	32.01	0,000	0,000
24	2,9547	-33.96	-1,6504	0,0043	32.01	0,000	0,000
25	0,9859	-38.37	-0,6120	0,0046	32.01	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 519,7800$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 168,1851$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 265,6764$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.22$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	57 di 112

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	32,8069	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	32,8069	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	8,4488	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,38	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,90	[m]	Y = -3,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	117,8000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,95	[m]	Y = -1,15	[m]
Inerzia del muro	7,5593	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3,7796	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11,1757	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5,5878	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	59,9907	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	206,8478	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	206,8478	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	59,9907	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Risultante in fondazione	215,3715	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	27,1121	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	674,0033	[kN]



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

	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	58 di 112

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08702	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05087	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.76$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,40$	$i_q = 0,46$	$i_\gamma = 0,32$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,15$	$d_q = 1,11$	$d_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione piano posa</b>	$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione pendio</b>	$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 9.52$	$N'_q = 5.43$	$N'_\gamma = 2.17$
---------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.26



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	59 di 112

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	0,0406	0,7196
3	0,23	2,8195	0,1687	1,5218
4	0,34	4,2292	0,3936	2,4038
5	0,46	5,6389	0,7246	3,3649
6	0,57	7,0486	1,1706	4,4051
7	0,69	8,4584	1,7408	5,5245
8	0,80	9,8681	2,4443	6,7229
9	0,92	11,2778	3,2901	8,0005
10	1,03	12,6876	4,2874	9,3572
11	1,15	14,0973	5,4453	10,7931
12	1,26	15,5070	6,7729	12,3081
13	1,38	16,9167	8,2792	13,9022
14	1,49	18,3265	9,9734	15,5754
15	1,61	19,7362	11,8646	17,3277
16	1,72	21,1459	13,9618	19,1592
17	1,84	22,5557	16,2742	21,0698
18	1,95	23,9654	18,8109	23,0595
19	2,07	25,3751	21,5809	25,1283
20	2,18	26,7848	24,5934	27,2763
21	2,30	28,1946	27,8571	29,4907



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	60 di 112

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,1253	4,1700
3	0,12	0,4995	8,2967
4	0,18	1,1201	12,3800
5	0,24	1,9843	16,4199
6	0,30	3,0896	20,4164
7	0,36	4,4334	24,3695
8	0,42	6,0130	28,2793
9	0,48	7,8260	32,1457
10	0,54	9,8697	35,9687
11	0,60	12,1414	39,7483

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	61 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,4968	-5,1571
3	0,38	-1,9322	-9,8792
4	0,57	-4,2234	-14,1663
5	0,76	-7,2878	-18,0184
6	0,95	-11,0428	-21,4356
7	1,14	-15,4058	-24,4177
8	1,33	-20,2940	-26,9648
9	1,52	-25,6248	-29,0769
10	1,71	-31,3157	-30,7540
11	1,90	-37,2838	-31,9961

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	62 di 112

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	200,26	--	--
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	6503,98	-187,24	4613,64	200,45	--	--
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	5849,21	-349,95	2074,59	200,63	--	--
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	4990,70	-464,53	1180,06	200,82	--	--
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	4228,78	-543,39	749,93	201,00	--	--
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	3599,20	-597,74	510,62	201,19	--	--
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	3080,54	-634,00	364,20	201,38	--	--
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	2603,34	-644,83	263,81	201,56	--	--
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	2130,61	-621,57	188,92	201,75	--	--
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	1751,69	-591,93	138,06	201,93	--	--
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	1450,20	-560,16	102,87	202,12	--	--
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	1212,58	-529,61	78,20	202,31	--	--
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	1029,03	-503,61	60,83	202,49	--	--
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	886,66	-482,52	48,38	202,68	--	--
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	766,31	-460,67	38,83	202,86	--	--
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	671,69	-443,49	31,76	203,05	--	--
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	595,49	-429,65	26,40	203,24	--	--
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	532,91	-418,29	22,24	203,42	--	--
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	480,68	-408,81	18,94	203,61	--	--
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	436,49	-400,78	16,30	203,79	--	--
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	398,69	-393,92	14,14	203,98	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	63 di 112

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	3795,62	239,40	--	--
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	952,20	239,40	--	--
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	424,68	239,40	--	--
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	239,72	239,40	--	--
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	153,96	239,40	--	--
7	0,36	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	107,29	239,40	--	--
8	0,42	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	79,10	239,40	--	--
9	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	60,78	239,40	--	--
10	0,54	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	48,19	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>LI02</b>	<b>02D78</b>	CL	IN0000013	A	64 di 112

11	0,60	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	39,18	239,40	--	--
----	------	--------	-------	-------	------	--------	-------	--------	----	----

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,19	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	957,42	239,40	--	--
3	0,38	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	246,18	239,40	--	--
4	0,57	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	112,63	239,40	--	--
5	0,76	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	65,27	239,40	--	--
6	0,95	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	43,07	239,40	--	--
7	1,14	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	30,88	239,40	--	--
8	1,33	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	23,44	239,40	--	--
9	1,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	18,56	239,40	--	--
10	1,71	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	15,19	239,40	--	--
11	1,90	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	12,76	239,40	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	32,8069	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	32,8069	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	5,3910	[kN]		



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

	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	65 di 112

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,00	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,90	[m]	Y = -3,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	117,8000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,95	[m]	Y = -1,15	[m]
Inerzia del muro	7,5593	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3,7796	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11,1757	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5,5878	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56,9328	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	188,1128	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	188,1128	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56,9328	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Risultante in fondazione	196,5395	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,84	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	27,9292	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	637,2808	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08132	[MPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,04408	[MPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.76$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	66 di 112

Fattori inclinazione  $i_c = 0,38$   $i_q = 0,44$   $i_\gamma = 0,30$

Fattori profondità  $d_c = 1,15$   $d_q = 1,11$   $d_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione piano posa  $b_c = 1,00$   $b_q = 1,00$   $b_\gamma = 1,00$

Fattori inclinazione pendio  $g_c = 1,00$   $g_q = 1,00$   $g_\gamma = 1,00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 9.08$   $N'_q = 5.23$   $N'_\gamma = 2.06$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.54

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.39



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	67 di 112

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	0,0381	0,6762
3	0,23	2,8195	0,1585	1,4288
4	0,34	4,2292	0,3696	2,2553
5	0,46	5,6389	0,6800	3,1551
6	0,57	7,0486	1,0981	4,1282
7	0,69	8,4584	1,6323	5,1745
8	0,80	9,8681	2,2910	6,2940
9	0,92	11,2778	3,0827	7,4868
10	1,03	12,6876	4,0158	8,7529
11	1,15	14,0973	5,0987	10,0922
12	1,26	15,5070	6,3398	11,5048
13	1,38	16,9167	7,7476	12,9907
14	1,49	18,3265	9,3305	14,5498
15	1,61	19,7362	11,0969	16,1822
16	1,72	21,1459	13,0552	17,8878
17	1,84	22,5557	15,2139	19,6667
18	1,95	23,9654	17,5813	21,5188
19	2,07	25,3751	20,1660	23,4442
20	2,18	26,7848	22,9763	25,4429
21	2,30	28,1946	26,0203	27,5031



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	68 di 112

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 5

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,1150	3,8274
3	0,12	0,4584	7,6101
4	0,18	1,0274	11,3480
5	0,24	1,8193	15,0414
6	0,30	2,8314	18,6900
7	0,36	4,0612	22,2939
8	0,42	5,5058	25,8532
9	0,48	7,1627	29,3677
10	0,54	9,0290	32,8376
11	0,60	11,1023	36,2628

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 5



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	69 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,6190	-6,4406
3	0,38	-2,4190	-12,4331
4	0,57	-5,3151	-17,9775
5	0,76	-9,2221	-23,0737
6	0,95	-14,0548	-27,7219
7	1,14	-19,7281	-31,9220
8	1,33	-26,1568	-35,6739
9	1,52	-33,2558	-38,9777
10	1,71	-40,9399	-41,8335
11	1,90	-49,1241	-44,2411

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	70 di 112

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	200,26	--	--
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	6522,35	-176,49	4626,67	200,45	--	--
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	5951,56	-334,49	2110,89	200,63	--	--
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	5125,09	-447,89	1211,84	200,82	--	--
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	4383,47	-528,60	777,36	201,00	--	--
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	3754,70	-584,93	532,68	201,19	--	--
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	3239,44	-625,14	382,99	201,38	--	--
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	2787,53	-647,16	282,48	201,56	--	--
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	2318,25	-633,68	205,56	201,75	--	--
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	1914,44	-605,95	150,89	201,93	--	--
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	1589,32	-574,82	112,74	202,12	--	--
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	1339,29	-547,55	86,37	202,31	--	--
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	1131,23	-518,09	66,87	202,49	--	--
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	973,82	-495,80	53,14	202,68	--	--
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	844,61	-474,89	42,79	202,86	--	--
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	737,77	-455,49	34,89	203,05	--	--
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	652,28	-439,97	28,92	203,24	--	--
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	582,44	-427,28	24,30	203,42	--	--
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	524,39	-416,74	20,67	203,61	--	--
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	475,47	-407,86	17,75	203,79	--	--
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	433,73	-400,28	15,38	203,98	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	71 di 112

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	4134,57	239,40	--	--
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	1037,67	239,40	--	--
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	462,99	239,40	--	--
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	261,46	239,40	--	--
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	167,99	239,40	--	--
7	0,36	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	117,12	239,40	--	--
8	0,42	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	86,39	239,40	--	--
9	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	66,41	239,40	--	--
10	0,54	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	52,68	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	72 di 112

11	0,60	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	42,84	239,40	--	--
----	------	--------	-------	-------	------	--------	-------	--------	----	----

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,19	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	768,49	239,40	--	--
3	0,38	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	196,63	239,40	--	--
4	0,57	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	89,49	239,40	--	--
5	0,76	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	51,58	239,40	--	--
6	0,95	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	33,84	239,40	--	--
7	1,14	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	24,11	239,40	--	--
8	1,33	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	18,18	239,40	--	--
9	1,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	14,30	239,40	--	--
10	1,71	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	11,62	239,40	--	--
11	1,90	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	9,68	239,40	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	42,3632	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	42,3632	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	5,9110	[kN]		



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	73 di 112

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,90	[m]	Y = -3,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	117,8000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,95	[m]	Y = -1,15	[m]
Inerzia del muro	7,5593	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3,7796	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11,1757	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5,5878	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	67,0091	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	188,1128	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	100,2766	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	342,6840	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	188,1128	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	67,0091	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,21	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]		
Risultante in fondazione	199,6914	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	39,7619	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.42
--	------

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	42,3632	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	42,3632	[kN]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	74 di 112

Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]			
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]			
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,00	[°]			
Incremento sismico della spinta	9,8644	[kN]			
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,90	[m]	Y = -1,83	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,94	[°]			
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1,90	[m]	Y = -3,00	[m]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	117,8000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,95	[m]	Y = -1,15	[m]	
Inerzia del muro	7,5593	[kN]			
Inerzia verticale del muro	3,7796	[kN]			
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	11,1757	[kN]			
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5,5878	[kN]			

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70,9626	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	206,8478	[kN]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	88,6640	[kNm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	358,9392	[kNm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	206,8478	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70,9626	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,19	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	3,00	[m]			
Risultante in fondazione	218,6817	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,94	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	39,9964	[kNm]			

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.05
--	------



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	75 di 112

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,86 Y[m]= 2,59

Raggio del cerchio R[m]= 6,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,82

Larghezza della striscia dx[m]= 0,40

Coefficiente di sicurezza C= 1.78

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9,3238	61.08	8,1607	0,0081	32.01	0,000	0,000
2	14,5012	54.68	11,8317	0,0068	32.01	0,000	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	76 di 112

3	18,5994	48.70	13,9735	0,0060	32.01	0,000	0,000
4	21,9482	43.38	15,0741	0,0054	32.01	0,000	0,000
5	24,7453	38.49	15,4014	0,0050	32.01	0,000	0,000
6	27,1045	33.92	15,1251	0,0047	32.01	0,000	0,000
7	29,0980	29.58	14,3653	0,0045	32.01	0,000	0,000
8	31,6767	25.43	13,6008	0,0044	23.93	0,006	0,000
9	33,4037	21.41	12,1939	0,0042	20.46	0,008	0,002
10	34,5180	17.50	10,3810	0,0041	20.46	0,008	0,003
11	35,3977	13.68	8,3694	0,0040	20.46	0,008	0,005
12	36,0558	9.91	6,2066	0,0040	20.46	0,008	0,005
13	34,3758	6.19	3,7072	0,0040	20.46	0,008	0,006
14	20,3482	2.50	0,8862	0,0039	20.46	0,008	0,006
15	14,8434	-1.19	-0,3079	0,0039	20.46	0,008	0,006
16	13,6679	-4.88	-1,1623	0,0039	20.46	0,008	0,006
17	13,2974	-8.59	-1,9858	0,0040	20.46	0,008	0,006
18	12,7180	-12.34	-2,7170	0,0040	20.46	0,008	0,005
19	11,9218	-16.14	-3,3134	0,0041	20.46	0,008	0,004
20	10,8975	-20.01	-3,7295	0,0042	20.46	0,008	0,003
21	9,6293	-23.99	-3,9148	0,0043	20.46	0,008	0,001
22	8,0767	-28.09	-3,8031	0,0045	31.24	0,001	0,000
23	6,2003	-32.36	-3,3184	0,0047	32.01	0,000	0,000
24	3,9776	-36.84	-2,3848	0,0049	32.01	0,000	0,000
25	1,3462	-41.60	-0,8938	0,0053	32.01	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 477,6723$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 121,7462$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 221,8448$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.94$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	77 di 112

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 9

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,86 Y[m]= 2,59

Raggio del cerchio R[m]= 6,24

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,82

Larghezza della striscia dx[m]= 0,40

Coefficiente di sicurezza C= 1.77

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9,3238	61.08	8,1607	0,0081	32.01	0,000	0,000
2	14,5012	54.68	11,8317	0,0068	32.01	0,000	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	78 di 112

3	18,5994	48.70	13,9735	0,0060	32.01	0,000	0,000
4	21,9482	43.38	15,0741	0,0054	32.01	0,000	0,000
5	24,7453	38.49	15,4014	0,0050	32.01	0,000	0,000
6	27,1045	33.92	15,1251	0,0047	32.01	0,000	0,000
7	29,0980	29.58	14,3653	0,0045	32.01	0,000	0,000
8	31,6767	25.43	13,6008	0,0044	23.93	0,006	0,000
9	33,4037	21.41	12,1939	0,0042	20.46	0,008	0,002
10	34,5180	17.50	10,3810	0,0041	20.46	0,008	0,003
11	35,3977	13.68	8,3694	0,0040	20.46	0,008	0,005
12	36,0558	9.91	6,2066	0,0040	20.46	0,008	0,005
13	34,3758	6.19	3,7072	0,0040	20.46	0,008	0,006
14	20,3482	2.50	0,8862	0,0039	20.46	0,008	0,006
15	14,8434	-1.19	-0,3079	0,0039	20.46	0,008	0,006
16	13,6679	-4.88	-1,1623	0,0039	20.46	0,008	0,006
17	13,2974	-8.59	-1,9858	0,0040	20.46	0,008	0,006
18	12,7180	-12.34	-2,7170	0,0040	20.46	0,008	0,005
19	11,9218	-16.14	-3,3134	0,0041	20.46	0,008	0,004
20	10,8975	-20.01	-3,7295	0,0042	20.46	0,008	0,003
21	9,6293	-23.99	-3,9148	0,0043	20.46	0,008	0,001
22	8,0767	-28.09	-3,8031	0,0045	31.24	0,001	0,000
23	6,2003	-32.36	-3,3184	0,0047	32.01	0,000	0,000
24	3,9776	-36.84	-2,3848	0,0049	32.01	0,000	0,000
25	1,3462	-41.60	-0,8938	0,0053	32.01	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 477,6723$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 121,7462$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 221,8448$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.94$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	79 di 112

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	0,0262	0,4659
3	0,23	2,8195	0,1097	0,9974
4	0,34	4,2292	0,2580	1,5924
5	0,46	5,6389	0,4784	2,2504
6	0,57	7,0486	0,7780	2,9712
7	0,69	8,4584	1,1641	3,7550
8	0,80	9,8681	1,6440	4,6017
9	0,92	11,2778	2,2249	5,5113
10	1,03	12,6876	2,9141	6,4838
11	1,15	14,0973	3,7186	7,5192
12	1,26	15,5070	4,6459	8,6176
13	1,38	16,9167	5,7031	9,7789
14	1,49	18,3265	6,8974	11,0031
15	1,61	19,7362	8,2362	12,2902
16	1,72	21,1459	9,7266	13,6403
17	1,84	22,5557	11,3759	15,0532
18	1,95	23,9654	13,1913	16,5291
19	2,07	25,3751	15,1800	18,0679
20	2,18	26,7848	17,3493	19,6697
21	2,30	28,1946	19,7061	21,3242



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	80 di 112

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0782	2,6087
3	0,12	0,3133	5,2301
4	0,18	0,7061	7,8642
5	0,24	1,2573	10,5111
6	0,30	1,9676	13,1706
7	0,36	2,8380	15,8428
8	0,42	3,8690	18,5277
9	0,48	5,0616	21,2253
10	0,54	6,4163	23,9356
11	0,60	7,9341	26,6587

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	81 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,1492	-1,5918
3	0,38	-0,6130	-3,3111
4	0,57	-1,4155	-5,1576
5	0,76	-2,5809	-7,1316
6	0,95	-4,1335	-9,2329
7	1,14	-6,0975	-11,4615
8	1,33	-8,4970	-13,8176
9	1,52	-11,3562	-16,3010
10	1,71	-14,6994	-18,9118
11	1,90	-18,5508	-21,6499

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	82 di 112

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	0,003	0,001	-0,031	-0,047
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	0,008	0,003	-0,049	-0,108
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	0,014	0,004	-0,052	-0,185
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	0,021	0,006	-0,038	-0,279
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	0,031	0,008	0,006	-0,396
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	0,043	0,010	0,113	-0,547
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	0,060	0,012	0,317	-0,735
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	0,081	0,015	0,649	-0,961
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	0,106	0,017	1,126	-1,224
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	0,136	0,020	1,758	-1,524
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	0,171	0,023	2,553	-1,861
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	0,210	0,026	3,519	-2,234
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	0,253	0,029	4,663	-2,647
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	0,302	0,033	5,992	-3,101
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	0,357	0,036	7,515	-3,596
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	0,417	0,040	9,240	-4,137
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	0,482	0,044	11,176	-4,723
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	0,554	0,048	13,332	-5,358
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	0,632	0,053	15,717	-6,044
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	0,717	0,057	18,338	-6,781



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	83 di 112

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,001	0,005	0,066	-0,013
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,006	0,010	0,265	-0,051
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,013	0,014	0,598	-0,115
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,022	0,019	1,065	-0,206
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,035	0,024	1,667	-0,322
7	0,36	100, 70	20,11	20,11	0,051	0,029	2,404	-0,464
8	0,42	100, 70	20,11	20,11	0,069	0,034	3,278	-0,633
9	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,090	0,039	4,288	-0,828
10	0,54	100, 70	20,11	20,11	0,115	0,044	5,436	-1,049
11	0,60	100, 70	20,11	20,11	0,142	0,049	6,722	-1,297



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	84 di 112

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,19	100, 70	20,11	20,11	0,003	-0,003	-0,024	0,126
3	0,38	100, 70	20,11	20,11	0,011	-0,006	-0,100	0,519
4	0,57	100, 70	20,11	20,11	0,025	-0,009	-0,231	1,199
5	0,76	100, 70	20,11	20,11	0,046	-0,013	-0,422	2,187
6	0,95	100, 70	20,11	20,11	0,074	-0,017	-0,676	3,502
7	1,14	100, 70	20,11	20,11	0,109	-0,021	-0,997	5,166
8	1,33	100, 70	20,11	20,11	0,152	-0,025	-1,389	7,199
9	1,52	100, 70	20,11	20,11	0,203	-0,030	-1,857	9,621
10	1,71	100, 70	20,11	20,11	0,263	-0,035	-2,404	12,454
11	1,90	100, 70	20,11	20,11	0,332	-0,040	-3,033	15,717

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	85 di 112

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	20,11	10,05	-67,06	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	20,11	10,05	-67,06	-0,03	0,0000	0,00	0,000
3	0,23	20,11	10,05	-67,06	-0,11	0,0000	0,00	0,000
4	0,34	20,11	10,05	-67,06	-0,26	0,0000	0,00	0,000
5	0,46	20,11	10,05	-67,06	-0,48	0,0000	0,00	0,000
6	0,57	20,11	10,05	-67,06	-0,78	0,0000	0,00	0,000
7	0,69	20,11	10,05	-67,06	-1,16	0,0000	0,00	0,000
8	0,80	20,11	10,05	-67,06	-1,64	0,0000	0,00	0,000
9	0,92	20,11	10,05	-67,06	-2,22	0,0000	0,00	0,000
10	1,03	20,11	10,05	-67,06	-2,91	0,0000	0,00	0,000
11	1,15	20,11	10,05	-67,06	-3,72	0,0000	0,00	0,000
12	1,26	20,11	10,05	-67,06	-4,65	0,0000	0,00	0,000
13	1,38	20,11	10,05	-67,06	-5,70	0,0000	0,00	0,000
14	1,49	20,11	10,05	-67,06	-6,90	0,0000	0,00	0,000
15	1,61	20,11	10,05	-67,06	-8,24	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	20,11	10,05	-67,06	-9,73	0,0000	0,00	0,000
17	1,84	20,11	10,05	-67,06	-11,38	0,0000	0,00	0,000
18	1,95	20,11	10,05	-67,06	-13,19	0,0000	0,00	0,000
19	2,07	20,11	10,05	-67,06	-15,18	0,0000	0,00	0,000
20	2,18	20,11	10,05	-67,06	-17,35	0,0000	0,00	0,000
21	2,30	20,11	10,05	-67,06	-19,71	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,10	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,04	20,11	20,11	129,81	0,08	0,0000	0,00	0,000
3	-0,98	20,11	20,11	129,81	0,31	0,0000	0,00	0,000
4	-0,92	20,11	20,11	129,81	0,71	0,0000	0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	86 di 112

5	-0,86	20,11	20,11	129,81	1,26	0,0000	0,00	0,000
6	-0,80	20,11	20,11	129,81	1,97	0,0000	0,00	0,000
7	-0,74	20,11	20,11	129,81	2,84	0,0000	0,00	0,000
8	-0,68	20,11	20,11	129,81	3,87	0,0000	0,00	0,000
9	-0,62	20,11	20,11	129,81	5,06	0,0000	0,00	0,000
10	-0,56	20,11	20,11	129,81	6,42	0,0000	0,00	0,000
11	-0,50	20,11	20,11	129,81	7,93	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	20,11	20,11	-129,81	-18,55	0,0000	0,00	0,000
13	0,19	20,11	20,11	-129,81	-14,70	0,0000	0,00	0,000
14	0,38	20,11	20,11	-129,81	-11,36	0,0000	0,00	0,000
15	0,57	20,11	20,11	-129,81	-8,50	0,0000	0,00	0,000
16	0,76	20,11	20,11	-129,81	-6,10	0,0000	0,00	0,000
17	0,95	20,11	20,11	-129,81	-4,13	0,0000	0,00	0,000
18	1,14	20,11	20,11	-129,81	-2,58	0,0000	0,00	0,000
19	1,33	20,11	20,11	-129,81	-1,42	0,0000	0,00	0,000
20	1,52	20,11	20,11	-129,81	-0,61	0,0000	0,00	0,000
21	1,71	20,11	20,11	-129,81	-0,15	0,0000	0,00	0,000
22	1,90	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	87 di 112

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	0,0262	0,4659
3	0,23	2,8195	0,1097	0,9974
4	0,34	4,2292	0,2580	1,5924
5	0,46	5,6389	0,4784	2,2504
6	0,57	7,0486	0,7780	2,9712
7	0,69	8,4584	1,1641	3,7550
8	0,80	9,8681	1,6440	4,6017
9	0,92	11,2778	2,2249	5,5113
10	1,03	12,6876	2,9141	6,4838
11	1,15	14,0973	3,7186	7,5192
12	1,26	15,5070	4,6459	8,6176
13	1,38	16,9167	5,7031	9,7789
14	1,49	18,3265	6,8974	11,0031
15	1,61	19,7362	8,2362	12,2902
16	1,72	21,1459	9,7266	13,6403
17	1,84	22,5557	11,3759	15,0532
18	1,95	23,9654	13,1913	16,5291
19	2,07	25,3751	15,1800	18,0679
20	2,18	26,7848	17,3493	19,6697
21	2,30	28,1946	19,7061	21,3242



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	88 di 112

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0782	2,6087
3	0,12	0,3133	5,2301
4	0,18	0,7061	7,8642
5	0,24	1,2573	10,5111
6	0,30	1,9676	13,1706
7	0,36	2,8380	15,8428
8	0,42	3,8690	18,5277
9	0,48	5,0616	21,2253
10	0,54	6,4163	23,9356
11	0,60	7,9341	26,6587

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	89 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,1492	-1,5918
3	0,38	-0,6130	-3,3111
4	0,57	-1,4155	-5,1576
5	0,76	-2,5809	-7,1316
6	0,95	-4,1335	-9,2329
7	1,14	-6,0975	-11,4615
8	1,33	-8,4970	-13,8176
9	1,52	-11,3562	-16,3010
10	1,71	-14,6994	-18,9118
11	1,90	-18,5508	-21,6499

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	90 di 112

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	0,003	0,001	-0,031	-0,047
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	0,008	0,003	-0,049	-0,108
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	0,014	0,004	-0,052	-0,185
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	0,021	0,006	-0,038	-0,279
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	0,031	0,008	0,006	-0,396
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	0,043	0,010	0,113	-0,547
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	0,060	0,012	0,317	-0,735
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	0,081	0,015	0,649	-0,961
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	0,106	0,017	1,126	-1,224
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	0,136	0,020	1,758	-1,524
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	0,171	0,023	2,553	-1,861
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	0,210	0,026	3,519	-2,234
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	0,253	0,029	4,663	-2,647
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	0,302	0,033	5,992	-3,101
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	0,357	0,036	7,515	-3,596
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	0,417	0,040	9,240	-4,137
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	0,482	0,044	11,176	-4,723
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	0,554	0,048	13,332	-5,358
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	0,632	0,053	15,717	-6,044
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	0,717	0,057	18,338	-6,781



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	91 di 112

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,001	0,005	0,066	-0,013
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,006	0,010	0,265	-0,051
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,013	0,014	0,598	-0,115
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,022	0,019	1,065	-0,206
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,035	0,024	1,667	-0,322
7	0,36	100, 70	20,11	20,11	0,051	0,029	2,404	-0,464
8	0,42	100, 70	20,11	20,11	0,069	0,034	3,278	-0,633
9	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,090	0,039	4,288	-0,828
10	0,54	100, 70	20,11	20,11	0,115	0,044	5,436	-1,049
11	0,60	100, 70	20,11	20,11	0,142	0,049	6,722	-1,297



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	92 di 112

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,19	100, 70	20,11	20,11	0,003	-0,003	-0,024	0,126
3	0,38	100, 70	20,11	20,11	0,011	-0,006	-0,100	0,519
4	0,57	100, 70	20,11	20,11	0,025	-0,009	-0,231	1,199
5	0,76	100, 70	20,11	20,11	0,046	-0,013	-0,422	2,187
6	0,95	100, 70	20,11	20,11	0,074	-0,017	-0,676	3,502
7	1,14	100, 70	20,11	20,11	0,109	-0,021	-0,997	5,166
8	1,33	100, 70	20,11	20,11	0,152	-0,025	-1,389	7,199
9	1,52	100, 70	20,11	20,11	0,203	-0,030	-1,857	9,621
10	1,71	100, 70	20,11	20,11	0,263	-0,035	-2,404	12,454
11	1,90	100, 70	20,11	20,11	0,332	-0,040	-3,033	15,717

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	93 di 112

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	20,11	10,05	-67,06	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	20,11	10,05	-67,06	-0,03	0,0000	0,00	0,000
3	0,23	20,11	10,05	-67,06	-0,11	0,0000	0,00	0,000
4	0,34	20,11	10,05	-67,06	-0,26	0,0000	0,00	0,000
5	0,46	20,11	10,05	-67,06	-0,48	0,0000	0,00	0,000
6	0,57	20,11	10,05	-67,06	-0,78	0,0000	0,00	0,000
7	0,69	20,11	10,05	-67,06	-1,16	0,0000	0,00	0,000
8	0,80	20,11	10,05	-67,06	-1,64	0,0000	0,00	0,000
9	0,92	20,11	10,05	-67,06	-2,22	0,0000	0,00	0,000
10	1,03	20,11	10,05	-67,06	-2,91	0,0000	0,00	0,000
11	1,15	20,11	10,05	-67,06	-3,72	0,0000	0,00	0,000
12	1,26	20,11	10,05	-67,06	-4,65	0,0000	0,00	0,000
13	1,38	20,11	10,05	-67,06	-5,70	0,0000	0,00	0,000
14	1,49	20,11	10,05	-67,06	-6,90	0,0000	0,00	0,000
15	1,61	20,11	10,05	-67,06	-8,24	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	20,11	10,05	-67,06	-9,73	0,0000	0,00	0,000
17	1,84	20,11	10,05	-67,06	-11,38	0,0000	0,00	0,000
18	1,95	20,11	10,05	-67,06	-13,19	0,0000	0,00	0,000
19	2,07	20,11	10,05	-67,06	-15,18	0,0000	0,00	0,000
20	2,18	20,11	10,05	-67,06	-17,35	0,0000	0,00	0,000
21	2,30	20,11	10,05	-67,06	-19,71	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,10	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,04	20,11	20,11	129,81	0,08	0,0000	0,00	0,000
3	-0,98	20,11	20,11	129,81	0,31	0,0000	0,00	0,000
4	-0,92	20,11	20,11	129,81	0,71	0,0000	0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	94 di 112

5	-0,86	20,11	20,11	129,81	1,26	0,0000	0,00	0,000
6	-0,80	20,11	20,11	129,81	1,97	0,0000	0,00	0,000
7	-0,74	20,11	20,11	129,81	2,84	0,0000	0,00	0,000
8	-0,68	20,11	20,11	129,81	3,87	0,0000	0,00	0,000
9	-0,62	20,11	20,11	129,81	5,06	0,0000	0,00	0,000
10	-0,56	20,11	20,11	129,81	6,42	0,0000	0,00	0,000
11	-0,50	20,11	20,11	129,81	7,93	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	20,11	20,11	-129,81	-18,55	0,0000	0,00	0,000
13	0,19	20,11	20,11	-129,81	-14,70	0,0000	0,00	0,000
14	0,38	20,11	20,11	-129,81	-11,36	0,0000	0,00	0,000
15	0,57	20,11	20,11	-129,81	-8,50	0,0000	0,00	0,000
16	0,76	20,11	20,11	-129,81	-6,10	0,0000	0,00	0,000
17	0,95	20,11	20,11	-129,81	-4,13	0,0000	0,00	0,000
18	1,14	20,11	20,11	-129,81	-2,58	0,0000	0,00	0,000
19	1,33	20,11	20,11	-129,81	-1,42	0,0000	0,00	0,000
20	1,52	20,11	20,11	-129,81	-0,61	0,0000	0,00	0,000
21	1,71	20,11	20,11	-129,81	-0,15	0,0000	0,00	0,000
22	1,90	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	95 di 112

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	0,0262	0,4659
3	0,23	2,8195	0,1097	0,9974
4	0,34	4,2292	0,2580	1,5924
5	0,46	5,6389	0,4784	2,2504
6	0,57	7,0486	0,7780	2,9712
7	0,69	8,4584	1,1641	3,7550
8	0,80	9,8681	1,6440	4,6017
9	0,92	11,2778	2,2249	5,5113
10	1,03	12,6876	2,9141	6,4838
11	1,15	14,0973	3,7186	7,5192
12	1,26	15,5070	4,6459	8,6176
13	1,38	16,9167	5,7031	9,7789
14	1,49	18,3265	6,8974	11,0031
15	1,61	19,7362	8,2362	12,2902
16	1,72	21,1459	9,7266	13,6403
17	1,84	22,5557	11,3759	15,0532
18	1,95	23,9654	13,1913	16,5291
19	2,07	25,3751	15,1800	18,0679
20	2,18	26,7848	17,3493	19,6697
21	2,30	28,1946	19,7061	21,3242



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	96 di 112

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 12

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0782	2,6087
3	0,12	0,3133	5,2301
4	0,18	0,7061	7,8642
5	0,24	1,2573	10,5111
6	0,30	1,9676	13,1706
7	0,36	2,8380	15,8428
8	0,42	3,8690	18,5277
9	0,48	5,0616	21,2253
10	0,54	6,4163	23,9356
11	0,60	7,9341	26,6587

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 12



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	97 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,1492	-1,5918
3	0,38	-0,6130	-3,3111
4	0,57	-1,4155	-5,1576
5	0,76	-2,5809	-7,1316
6	0,95	-4,1335	-9,2329
7	1,14	-6,0975	-11,4615
8	1,33	-8,4970	-13,8176
9	1,52	-11,3562	-16,3010
10	1,71	-14,6994	-18,9118
11	1,90	-18,5508	-21,6499

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	98 di 112

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	0,003	0,001	-0,031	-0,047
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	0,008	0,003	-0,049	-0,108
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	0,014	0,004	-0,052	-0,185
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	0,021	0,006	-0,038	-0,279
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	0,031	0,008	0,006	-0,396
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	0,043	0,010	0,113	-0,547
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	0,060	0,012	0,317	-0,735
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	0,081	0,015	0,649	-0,961
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	0,106	0,017	1,126	-1,224
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	0,136	0,020	1,758	-1,524
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	0,171	0,023	2,553	-1,861
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	0,210	0,026	3,519	-2,234
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	0,253	0,029	4,663	-2,647
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	0,302	0,033	5,992	-3,101
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	0,357	0,036	7,515	-3,596
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	0,417	0,040	9,240	-4,137
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	0,482	0,044	11,176	-4,723
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	0,554	0,048	13,332	-5,358
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	0,632	0,053	15,717	-6,044
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	0,717	0,057	18,338	-6,781



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	99 di 112

## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,001	0,005	0,066	-0,013
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,006	0,010	0,265	-0,051
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,013	0,014	0,598	-0,115
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,022	0,019	1,065	-0,206
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,035	0,024	1,667	-0,322
7	0,36	100, 70	20,11	20,11	0,051	0,029	2,404	-0,464
8	0,42	100, 70	20,11	20,11	0,069	0,034	3,278	-0,633
9	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,090	0,039	4,288	-0,828
10	0,54	100, 70	20,11	20,11	0,115	0,044	5,436	-1,049
11	0,60	100, 70	20,11	20,11	0,142	0,049	6,722	-1,297



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	100 di 112

### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,19	100, 70	20,11	20,11	0,003	-0,003	-0,024	0,126
3	0,38	100, 70	20,11	20,11	0,011	-0,006	-0,100	0,519
4	0,57	100, 70	20,11	20,11	0,025	-0,009	-0,231	1,199
5	0,76	100, 70	20,11	20,11	0,046	-0,013	-0,422	2,187
6	0,95	100, 70	20,11	20,11	0,074	-0,017	-0,676	3,502
7	1,14	100, 70	20,11	20,11	0,109	-0,021	-0,997	5,166
8	1,33	100, 70	20,11	20,11	0,152	-0,025	-1,389	7,199
9	1,52	100, 70	20,11	20,11	0,203	-0,030	-1,857	9,621
10	1,71	100, 70	20,11	20,11	0,263	-0,035	-2,404	12,454
11	1,90	100, 70	20,11	20,11	0,332	-0,040	-3,033	15,717

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

M<sub>pf</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	101 di 112

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0,00	20,11	10,05	-67,06	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,11	20,11	10,05	-67,06	-0,03	0,0000	0,00	0,000
3	0,23	20,11	10,05	-67,06	-0,11	0,0000	0,00	0,000
4	0,34	20,11	10,05	-67,06	-0,26	0,0000	0,00	0,000
5	0,46	20,11	10,05	-67,06	-0,48	0,0000	0,00	0,000
6	0,57	20,11	10,05	-67,06	-0,78	0,0000	0,00	0,000
7	0,69	20,11	10,05	-67,06	-1,16	0,0000	0,00	0,000
8	0,80	20,11	10,05	-67,06	-1,64	0,0000	0,00	0,000
9	0,92	20,11	10,05	-67,06	-2,22	0,0000	0,00	0,000
10	1,03	20,11	10,05	-67,06	-2,91	0,0000	0,00	0,000
11	1,15	20,11	10,05	-67,06	-3,72	0,0000	0,00	0,000
12	1,26	20,11	10,05	-67,06	-4,65	0,0000	0,00	0,000
13	1,38	20,11	10,05	-67,06	-5,70	0,0000	0,00	0,000
14	1,49	20,11	10,05	-67,06	-6,90	0,0000	0,00	0,000
15	1,61	20,11	10,05	-67,06	-8,24	0,0000	0,00	0,000
16	1,72	20,11	10,05	-67,06	-9,73	0,0000	0,00	0,000
17	1,84	20,11	10,05	-67,06	-11,38	0,0000	0,00	0,000
18	1,95	20,11	10,05	-67,06	-13,19	0,0000	0,00	0,000
19	2,07	20,11	10,05	-67,06	-15,18	0,0000	0,00	0,000
20	2,18	20,11	10,05	-67,06	-17,35	0,0000	0,00	0,000
21	2,30	20,11	10,05	-67,06	-19,71	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pr</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1,10	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,04	20,11	20,11	129,81	0,08	0,0000	0,00	0,000
3	-0,98	20,11	20,11	129,81	0,31	0,0000	0,00	0,000
4	-0,92	20,11	20,11	129,81	0,71	0,0000	0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	102 di 112

5	-0,86	20,11	20,11	129,81	1,26	0,0000	0,00	0,000
6	-0,80	20,11	20,11	129,81	1,97	0,0000	0,00	0,000
7	-0,74	20,11	20,11	129,81	2,84	0,0000	0,00	0,000
8	-0,68	20,11	20,11	129,81	3,87	0,0000	0,00	0,000
9	-0,62	20,11	20,11	129,81	5,06	0,0000	0,00	0,000
10	-0,56	20,11	20,11	129,81	6,42	0,0000	0,00	0,000
11	-0,50	20,11	20,11	129,81	7,93	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	20,11	20,11	-129,81	-18,55	0,0000	0,00	0,000
13	0,19	20,11	20,11	-129,81	-14,70	0,0000	0,00	0,000
14	0,38	20,11	20,11	-129,81	-11,36	0,0000	0,00	0,000
15	0,57	20,11	20,11	-129,81	-8,50	0,0000	0,00	0,000
16	0,76	20,11	20,11	-129,81	-6,10	0,0000	0,00	0,000
17	0,95	20,11	20,11	-129,81	-4,13	0,0000	0,00	0,000
18	1,14	20,11	20,11	-129,81	-2,58	0,0000	0,00	0,000
19	1,33	20,11	20,11	-129,81	-1,42	0,0000	0,00	0,000
20	1,52	20,11	20,11	-129,81	-0,61	0,0000	0,00	0,000
21	1,71	20,11	20,11	-129,81	-0,15	0,0000	0,00	0,000
22	1,90	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	103 di 112

## Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	1,4097	0,0353	0,0406	0,6290	0,7196
3	0,23	2,8195	2,8195	0,1481	0,1687	1,3465	1,5218
4	0,34	4,2292	4,2292	0,3483	0,3936	2,1498	2,4038
5	0,46	5,6389	5,6389	0,6458	0,7246	3,0380	3,3649
6	0,57	7,0486	7,0486	1,0503	1,1706	4,0111	4,4051
7	0,69	8,4584	8,4584	1,5716	1,7408	5,0692	5,5245
8	0,80	9,8681	9,8681	2,2195	2,4443	6,2123	6,7229
9	0,92	11,2778	11,2778	3,0037	3,2901	7,4402	8,0005
10	1,03	12,6876	12,6876	3,9340	4,2874	8,7529	9,3572
11	1,15	14,0973	14,0973	5,0201	5,4453	10,0922	10,7931
12	1,26	15,5070	15,5070	6,2720	6,7729	11,5048	12,3081
13	1,38	16,9167	16,9167	7,6992	8,2792	12,9907	13,9022
14	1,49	18,3265	18,3265	9,3116	9,9734	14,5498	15,5754
15	1,61	19,7362	19,7362	11,0969	11,8646	16,1822	17,3277
16	1,72	21,1459	21,1459	13,0552	13,9618	17,8878	19,1592
17	1,84	22,5557	22,5557	15,2139	16,2742	19,6667	21,0698
18	1,95	23,9654	23,9654	17,5813	18,8109	21,5188	23,0595
19	2,07	25,3751	25,3751	20,1660	21,5809	23,4442	25,1283
20	2,18	26,7848	26,7848	22,9763	24,5934	25,4429	27,2763
21	2,30	28,1946	28,1946	26,0203	27,8571	27,5031	29,4907



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	104 di 112

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,11	1,4097	1,4097	0,0262	0,0262	0,4659	0,4659
3	0,23	2,8195	2,8195	0,1097	0,1097	0,9974	0,9974
4	0,34	4,2292	4,2292	0,2580	0,2580	1,5924	1,5924
5	0,46	5,6389	5,6389	0,4784	0,4784	2,2504	2,2504
6	0,57	7,0486	7,0486	0,7780	0,7780	2,9712	2,9712
7	0,69	8,4584	8,4584	1,1641	1,1641	3,7550	3,7550
8	0,80	9,8681	9,8681	1,6440	1,6440	4,6017	4,6017
9	0,92	11,2778	11,2778	2,2249	2,2249	5,5113	5,5113
10	1,03	12,6876	12,6876	2,9141	2,9141	6,4838	6,4838
11	1,15	14,0973	14,0973	3,7186	3,7186	7,5192	7,5192
12	1,26	15,5070	15,5070	4,6459	4,6459	8,6176	8,6176
13	1,38	16,9167	16,9167	5,7031	5,7031	9,7789	9,7789
14	1,49	18,3265	18,3265	6,8974	6,8974	11,0031	11,0031
15	1,61	19,7362	19,7362	8,2362	8,2362	12,2902	12,2902
16	1,72	21,1459	21,1459	9,7266	9,7266	13,6403	13,6403
17	1,84	22,5557	22,5557	11,3759	11,3759	15,0532	15,0532
18	1,95	23,9654	23,9654	13,1913	13,1913	16,5291	16,5291
19	2,07	25,3751	25,3751	15,1800	15,1800	18,0679	18,0679
20	2,18	26,7848	26,7848	17,3493	17,3493	19,6697	19,6697
21	2,30	28,1946	28,1946	19,7061	19,7061	21,3242	21,3242

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	105 di 112

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0936	0,1253	3,1207	4,1700
3	0,12	0,3745	0,4995	6,2418	8,2967
4	0,18	0,8426	1,1201	9,3635	12,3800
5	0,24	1,4981	1,9843	12,4857	16,4199
6	0,30	2,3409	3,0896	15,6083	20,4164
7	0,36	3,3711	4,4334	18,7314	24,3695
8	0,42	4,5887	6,0130	21,8550	28,2793
9	0,48	5,9937	7,8260	24,9792	32,1457
10	0,54	7,5862	9,8697	28,1038	35,9687
11	0,60	9,3662	12,1414	31,2289	39,7483

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,06	0,0782	0,0782	2,6087	2,6087
3	0,12	0,3133	0,3133	5,2301	5,2301
4	0,18	0,7061	0,7061	7,8642	7,8642
5	0,24	1,2573	1,2573	10,5111	10,5111
6	0,30	1,9676	1,9676	13,1706	13,1706
7	0,36	2,8380	2,8380	15,8428	15,8428
8	0,42	3,8690	3,8690	18,5277	18,5277
9	0,48	5,0616	5,0616	21,2253	21,2253
10	0,54	6,4163	6,4163	23,9356	23,9356
11	0,60	7,9341	7,9341	26,6587	26,6587



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	106 di 112

## Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,6190	-0,4968	-6,4406	-5,1571
3	0,38	-2,4190	-1,9322	-12,4331	-9,8792
4	0,57	-5,3151	-4,2234	-17,9775	-14,1663
5	0,76	-9,2221	-7,2878	-23,8153	-18,0184
6	0,95	-14,1364	-11,0428	-29,7814	-21,4356
7	1,14	-20,3621	-15,4058	-35,7525	-24,4177
8	1,33	-27,7227	-20,2940	-41,7284	-26,9648
9	1,52	-36,2192	-25,6248	-47,7093	-29,0769
10	1,71	-45,8525	-31,3157	-53,6951	-30,7540
11	1,90	-56,6236	-37,2838	-59,6858	-31,9961

### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,19	-0,1492	-0,1492	-1,5918	-1,5918
3	0,38	-0,6130	-0,6130	-3,3111	-3,3111



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	107 di 112

4	0,57	-1,4155	-1,4155	-5,1576	-5,1576
5	0,76	-2,5809	-2,5809	-7,1316	-7,1316
6	0,95	-4,1335	-4,1335	-9,2329	-9,2329
7	1,14	-6,0975	-6,0975	-11,4615	-11,4615
8	1,33	-8,4970	-8,4970	-13,8176	-13,8176
9	1,52	-11,3562	-11,3562	-16,3010	-16,3010
10	1,71	-14,6994	-14,6994	-18,9118	-18,9118
11	1,90	-18,5508	-18,5508	-21,6499	-21,6499

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR <sub>cd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR <sub>sd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR <sub>d</sub>	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Inviluppo SLU



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	108 di 112

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	200,26	--	--
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	6503,98	-163,92	4613,64	200,45	--	--
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	5849,21	-317,88	2074,59	200,63	--	--
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	4990,70	-432,31	1180,06	200,82	--	--
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	4228,78	-516,50	749,93	201,00	--	--
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	3599,20	-575,72	510,62	201,19	--	--
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	3080,54	-618,38	364,20	201,38	--	--
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	2603,34	-643,80	263,81	201,56	--	--
9	0,92	100, 50	20,11	10,05	2130,61	-621,57	188,92	201,75	--	--
10	1,03	100, 50	20,11	10,05	1751,69	-591,93	138,06	201,93	--	--
11	1,15	100, 50	20,11	10,05	1450,20	-560,16	102,87	202,12	--	--
12	1,26	100, 50	20,11	10,05	1212,58	-529,61	78,20	202,31	--	--
13	1,38	100, 50	20,11	10,05	1029,03	-503,61	60,83	202,49	--	--
14	1,49	100, 50	20,11	10,05	886,66	-482,52	48,38	202,68	--	--
15	1,61	100, 50	20,11	10,05	766,31	-460,67	38,83	202,86	--	--
16	1,72	100, 50	20,11	10,05	671,69	-443,49	31,76	203,05	--	--
17	1,84	100, 50	20,11	10,05	595,49	-429,65	26,40	203,24	--	--
18	1,95	100, 50	20,11	10,05	532,91	-418,29	22,24	203,42	--	--
19	2,07	100, 50	20,11	10,05	480,68	-408,81	18,94	203,61	--	--
20	2,18	100, 50	20,11	10,05	436,49	-400,78	16,30	203,79	--	--
21	2,30	100, 50	20,11	10,05	398,69	-393,92	14,14	203,98	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0,00	100, 50	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,11	100, 50	20,11	10,05	0,003	0,001	-0,031	-0,047
3	0,23	100, 50	20,11	10,05	0,008	0,003	-0,049	-0,108
4	0,34	100, 50	20,11	10,05	0,014	0,004	-0,052	-0,185
5	0,46	100, 50	20,11	10,05	0,021	0,006	-0,038	-0,279
6	0,57	100, 50	20,11	10,05	0,031	0,008	0,006	-0,396
7	0,69	100, 50	20,11	10,05	0,043	0,010	0,113	-0,547
8	0,80	100, 50	20,11	10,05	0,060	0,012	0,317	-0,735



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	109 di 112

9	0,92	100,50	20,11	10,05	0,081	0,015	0,649	-0,961
10	1,03	100,50	20,11	10,05	0,106	0,017	1,126	-1,224
11	1,15	100,50	20,11	10,05	0,136	0,020	1,758	-1,524
12	1,26	100,50	20,11	10,05	0,171	0,023	2,553	-1,861
13	1,38	100,50	20,11	10,05	0,210	0,026	3,519	-2,234
14	1,49	100,50	20,11	10,05	0,253	0,029	4,663	-2,647
15	1,61	100,50	20,11	10,05	0,302	0,033	5,992	-3,101
16	1,72	100,50	20,11	10,05	0,357	0,036	7,515	-3,596
17	1,84	100,50	20,11	10,05	0,417	0,040	9,240	-4,137
18	1,95	100,50	20,11	10,05	0,482	0,044	11,176	-4,723
19	2,07	100,50	20,11	10,05	0,554	0,048	13,332	-5,358
20	2,18	100,50	20,11	10,05	0,632	0,053	15,717	-6,044
21	2,30	100,50	20,11	10,05	0,717	0,057	18,338	-6,781



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000013	A	110 di 112

## Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,06	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	3795,62	239,40	--	--
3	0,12	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	952,20	239,40	--	--
4	0,18	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	424,68	239,40	--	--
5	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	239,72	239,40	--	--
6	0,30	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	153,96	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	111 di 112

7	0,36	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	107,29	239,40	--	--
8	0,42	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	79,10	239,40	--	--
9	0,48	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	60,78	239,40	--	--
10	0,54	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	48,19	239,40	--	--
11	0,60	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	39,18	239,40	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0,00	100,70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,06	100,70	20,11	20,11	0,001	0,005	0,066	-0,013
14	0,12	100,70	20,11	20,11	0,006	0,010	0,265	-0,051
15	0,18	100,70	20,11	20,11	0,013	0,014	0,598	-0,115
16	0,24	100,70	20,11	20,11	0,022	0,019	1,065	-0,206
17	0,30	100,70	20,11	20,11	0,035	0,024	1,667	-0,322
18	0,36	100,70	20,11	20,11	0,051	0,029	2,404	-0,464
19	0,42	100,70	20,11	20,11	0,069	0,034	3,278	-0,633
20	0,48	100,70	20,11	20,11	0,090	0,039	4,288	-0,828
21	0,54	100,70	20,11	20,11	0,115	0,044	5,436	-1,049
22	0,60	100,70	20,11	20,11	0,142	0,049	6,722	-1,297

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Red</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0,00	100,70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,19	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	768,49	239,40	--	--
3	0,38	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	196,63	239,40	--	--
4	0,57	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	89,49	239,40	--	--
5	0,76	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	51,58	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=3m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000013	A	112 di 112

6	0,95	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	33,65	239,40	--	--
7	1,14	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	23,36	239,40	--	--
8	1,33	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	17,16	239,40	--	--
9	1,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	13,13	239,40	--	--
10	1,71	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	10,37	239,40	--	--
11	1,90	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	8,40	239,40	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0,00	100,70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,19	100,70	20,11	20,11	0,003	-0,003	-0,024	0,126
14	0,38	100,70	20,11	20,11	0,011	-0,006	-0,100	0,519
15	0,57	100,70	20,11	20,11	0,025	-0,009	-0,231	1,199
16	0,76	100,70	20,11	20,11	0,046	-0,013	-0,422	2,187
17	0,95	100,70	20,11	20,11	0,074	-0,017	-0,676	3,502
18	1,14	100,70	20,11	20,11	0,109	-0,021	-0,997	5,166
19	1,33	100,70	20,11	20,11	0,152	-0,025	-1,389	7,199
20	1,52	100,70	20,11	20,11	0,203	-0,030	-1,857	9,621
21	1,71	100,70	20,11	20,11	0,263	-0,035	-2,404	12,454
22	1,90	100,70	20,11	20,11	0,332	-0,040	-3,033	15,717