

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=4m

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 4 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: LI0202D78CLIN0000014A.doc

n. Elab.:

ITALEFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Centrale
UO Infrastrutture
Prof. Ing. Donato Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 1082

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.....	6
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>	<i>19</i>
10.1.2	<i>Verifiche a Ribaltamento.....</i>	<i>19</i>
10.1.3	<i>Verifica di Capacità Portante (Carico Limite fondazioni dirette).....</i>	<i>19</i>
10.1	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE	23
10.1.1	<i>Verifiche in fase sismica.....</i>	<i>24</i>
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>	<i>25</i>
12.1.2	<i>Verifiche strutturali</i>	<i>28</i>
13.	TABULATI DI CALCOLO	29



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	3 di 111

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 3m e 4m.

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 3 e 4m.

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	4	3.3	0.7	0.6	4

Tabella 3.1 – Caratteristiche geometriche dei muri di sostegno

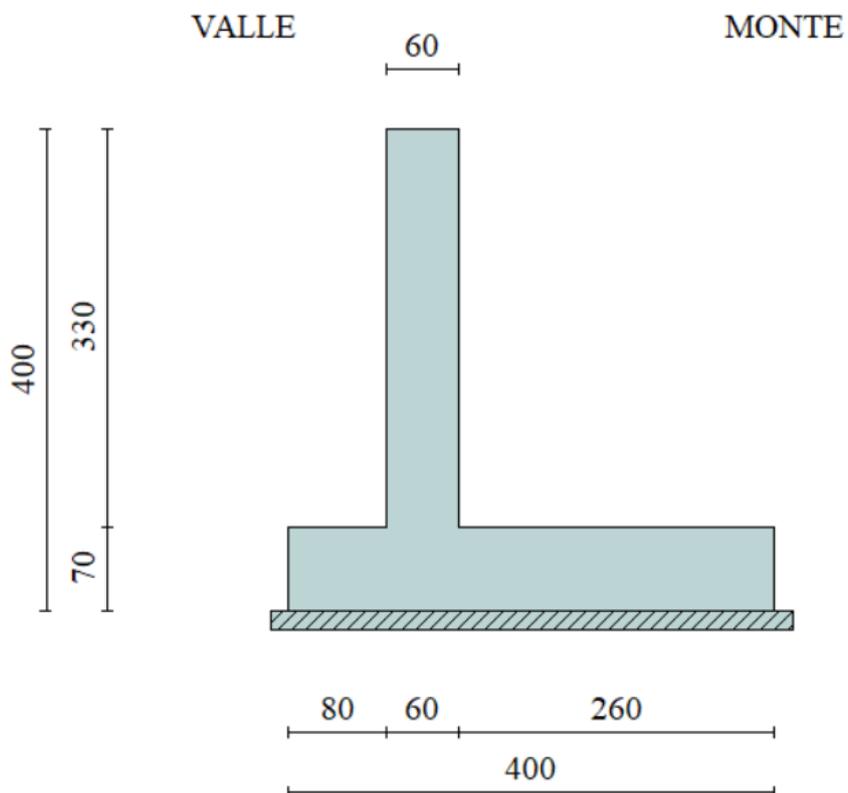


Figura 3.1 – Sezioni trasversale tipo

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	5 di 111

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	6 di 111

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>	γ	φ'	c'
		(kN/m^3)	($^\circ$)	(kPa)
Terreno di Rinfianco	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0
Terreno di Fondazione	Unità CGC2	19.5	25	10

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

6. CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	7 di 111

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), Serracapiola- Loc.SS16 (FG).

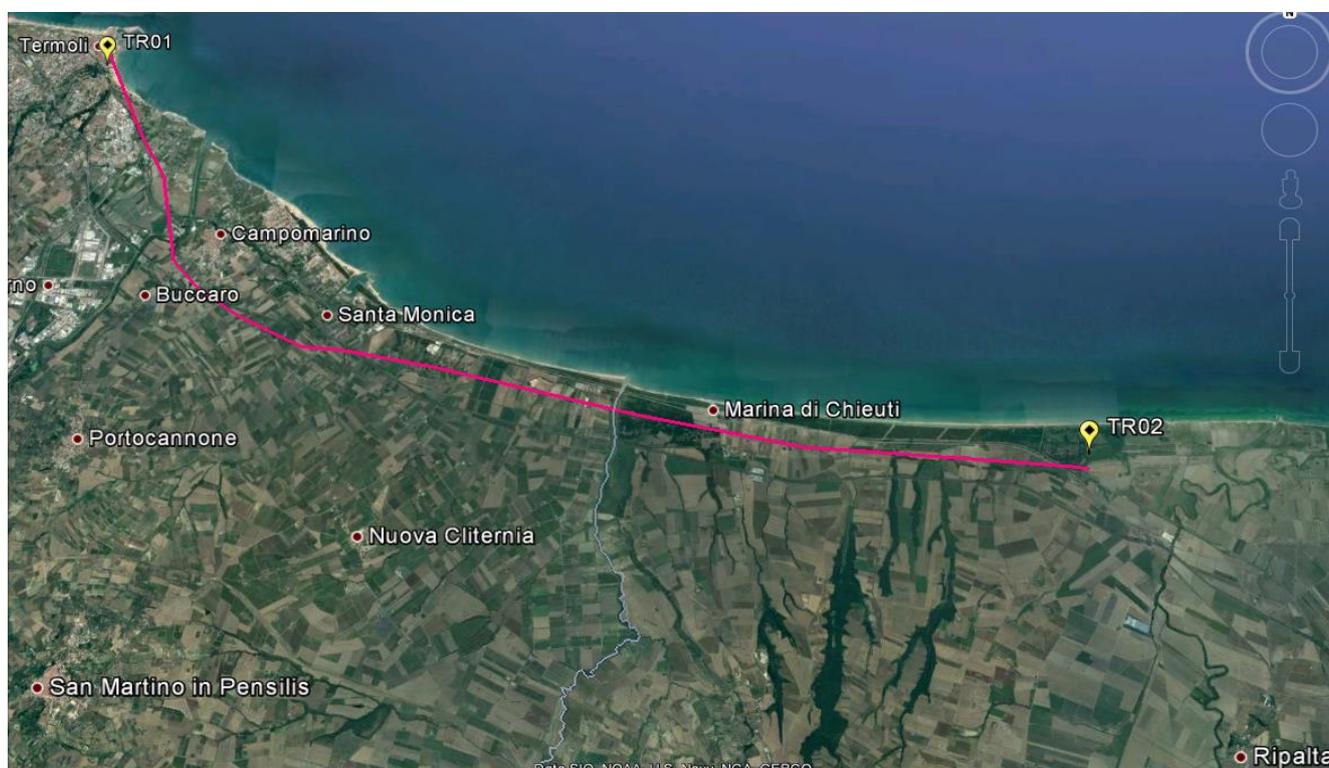


Figura 1 – Configurazione planimetrica tracciato

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	8 di 111

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);

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	9 di 111

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
PARAMETRI DIPENDENTI	
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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	10 di 111

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)	$\sigma_c = 0.55f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$ combinazione caratteristica (rara)
Tensione massima di compressione in esercizio (NTC 2008)	$\sigma_c = 0.60f_{ck} = 15.00 \text{ MPa}$ 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)	$\sigma_{lim} = 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	11 di 111

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 δ_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.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	12 di 111

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

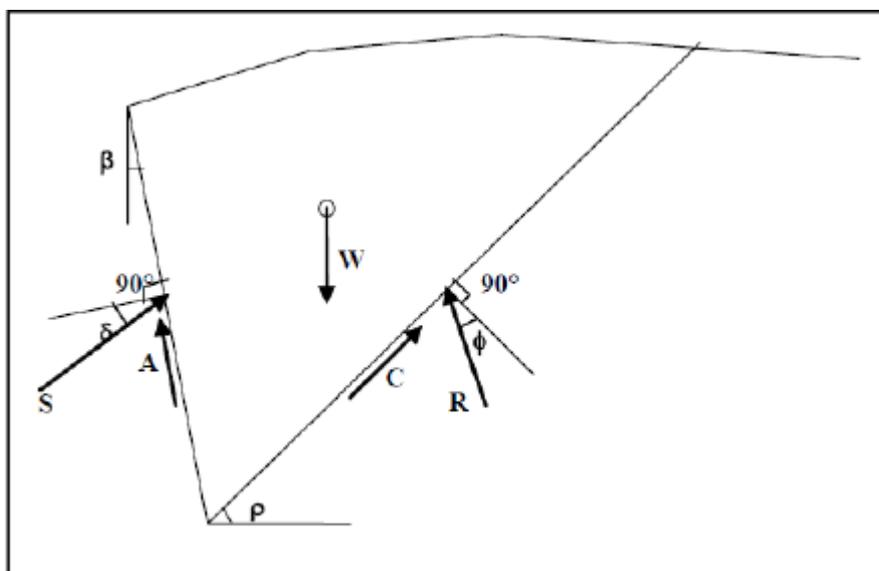
Nel seguito si andranno ad esporre in dettaglio, le valutazioni di calcolo effettuate per ciascuna delle condizioni citate.

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 ρ 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 γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	14 di 111

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 β_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
	β_m	β_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)

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	15 di 111

Pertanto si ha:

$ag/g =$	0.224
$\beta_m =$	0.31
$S_s =$	1.366
$S_T =$	1.00

$K_h =$	0.095	coefficiente sismico orizzontale
$K_v =$	0.0475	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:

per	$\varphi < 30^\circ$	$\delta = \text{tg } \varphi'$;
per	$\varphi > 35^\circ$	$\delta = 0.85 \text{ tg } \varphi'$;
per	$30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$	δ 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/m³ 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 sovralzo, valutato con la sua reale distribuzione geometrica e con un peso di volume pari a 20 kN/m³.

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	16 di 111

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 A par. 3.8.1.3.2.2) definito nella tabella 5.2.I senza incremento dinamico (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A par. 3.8.1.3.2.4):

“5.2.2.3.1.2. Treno di carico SW”

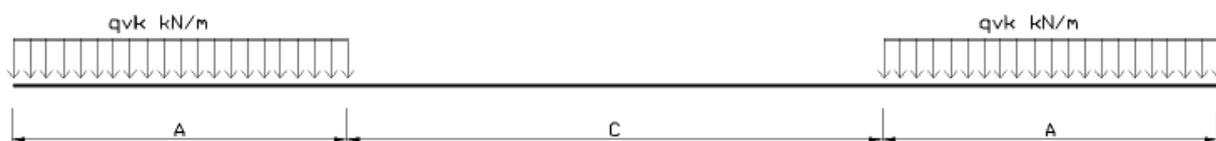


Fig. 5.2.2 Treno di carico SW

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 v'è 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° 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:

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

$\alpha = 1$

$\phi_2 = 1$

$L_t = 2.40 \text{ m}$

RFI DTC SI CS MA IFS 001 A par. 3.8.1.3.2.2

(coefficiente di adattamento)

(coefficiente di incremento dinamico)

(Larghezza traversina)



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	17 di 111

Ld = 3.20 m Larghezza di diffusione del carico nel ballast (par.3.8.1.3.2.1
RFI DTC SI CS MA IFS 001B)

***Qsw2** = 46.875 kN/m ≈ 50.0 kN/m Sovraccarico Ferroviario

*Applicato ad intradosso ballast

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	18 di 111

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 (γ), 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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	19 di 111

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.

μ = 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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	20 di 111

- ca Adesione lungo la base della fondazione ($ca \leq c$)
- V Azione tagliante
- φ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η 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_γ sono i fattori di profondità, s_c , s_q e s_γ sono i fattori di forma, i_c , i_q e i_γ sono i fattori di inclinazione del carico, b_c , b_q e b_γ sono i fattori di inclinazione del piano di posa e g_c , g_q e g_γ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

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

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

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

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	21 di 111

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



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	22 di 111

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

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

$$\beta \leq \phi$$

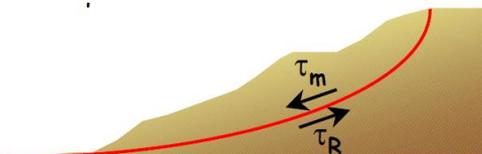
$$i_q, i_r > 0$$

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

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, b_i ed α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i-esima e c_i e φ_i 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 η. Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	24 di 111

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:

β_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
	β_s	β_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

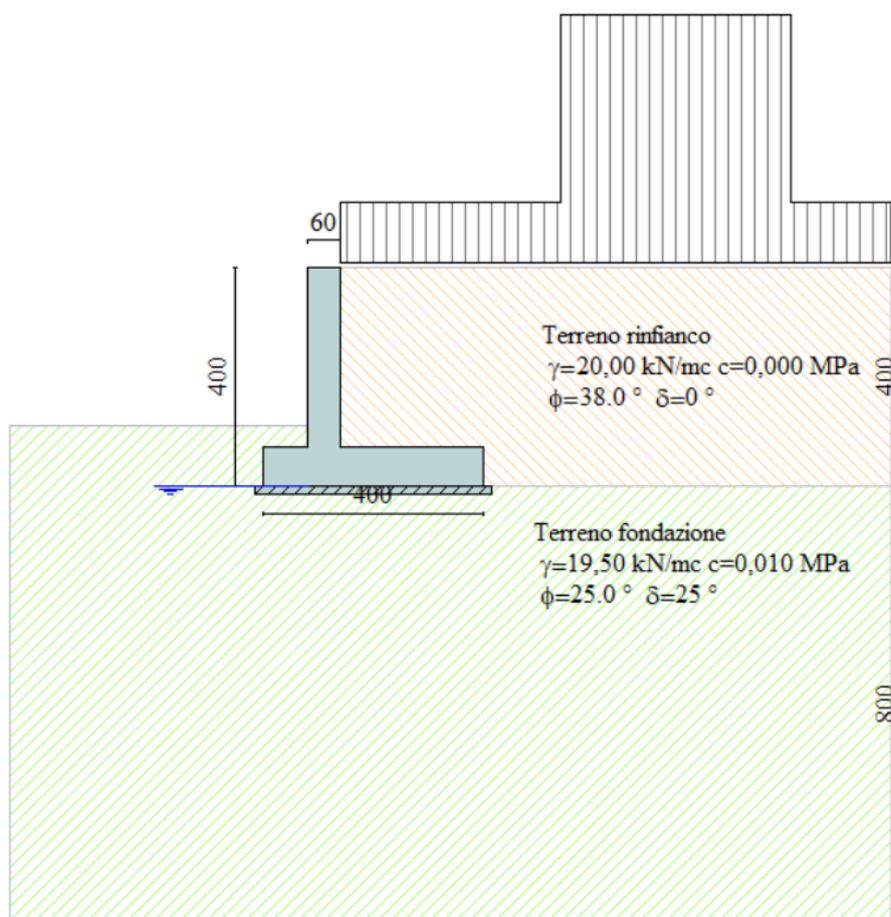
A riguardo si precisa che i calcoli sono stati effettuati, con riferimento ad un modello di muro di lunghezza unitaria, mediante Ausilio del Software commerciale MAX 10.10 prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica, con sede in Corso Umberto 43, Casole Bruzio (CS).

12. RISULTATI ANALISI E VERIFICHE MURI

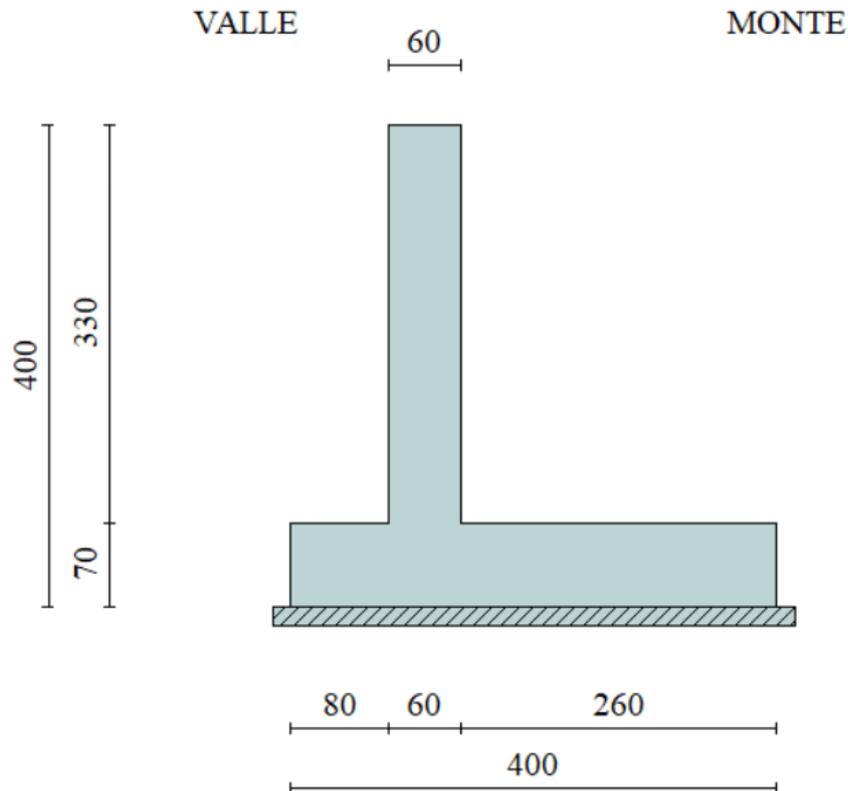
Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1.

12.1 Risultati analisi e verifiche muri

12.1.1 Modello di calcolo



Modello di calcolo muro

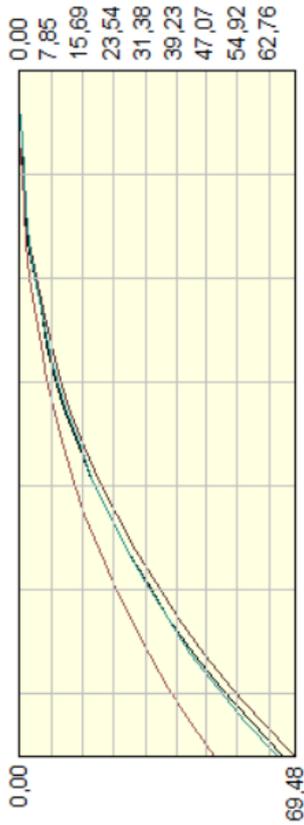

Geometria muro

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1,68	2,97	--	95,7702	0,0000
2	EQU - [1]	--	4,56	--	--	--	113,3461	0,0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,59	100,7168	0,0000
4	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	1,64	2,73	--	53,2516	13,7140
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	1,57	2,84	--	53,2516	8,7505
6	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	3,54	--	--	--	68,7631	9,5946
7	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	4,23	--	--	--	68,7631	16,0118
8	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1,57	68,7631	16,0118
9	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1,56	68,7631	9,5946
10	SLEQ - [1]	--	--	2,89	4,46	--	53,2516	0,0000
11	SLEF - [1]	--	--	2,30	3,98	--	67,0385	0,0000
12	SLER - [1]	--	--	2,17	3,85	--	70,9409	0,0000

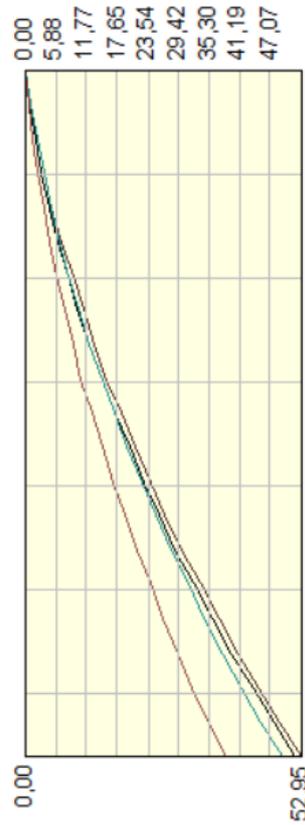
Azioni risultanti sul muro

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

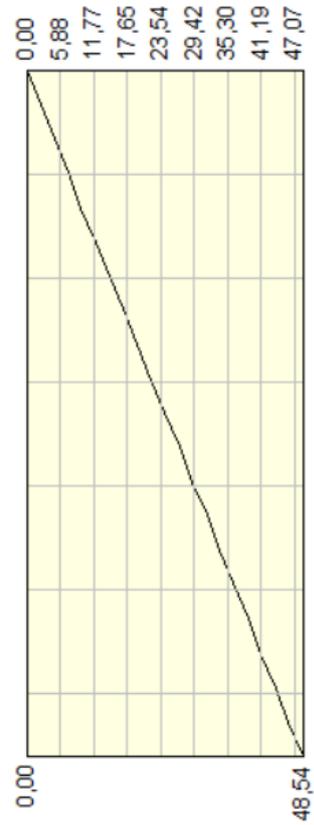
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	27 di 111



Momenti [kNm]

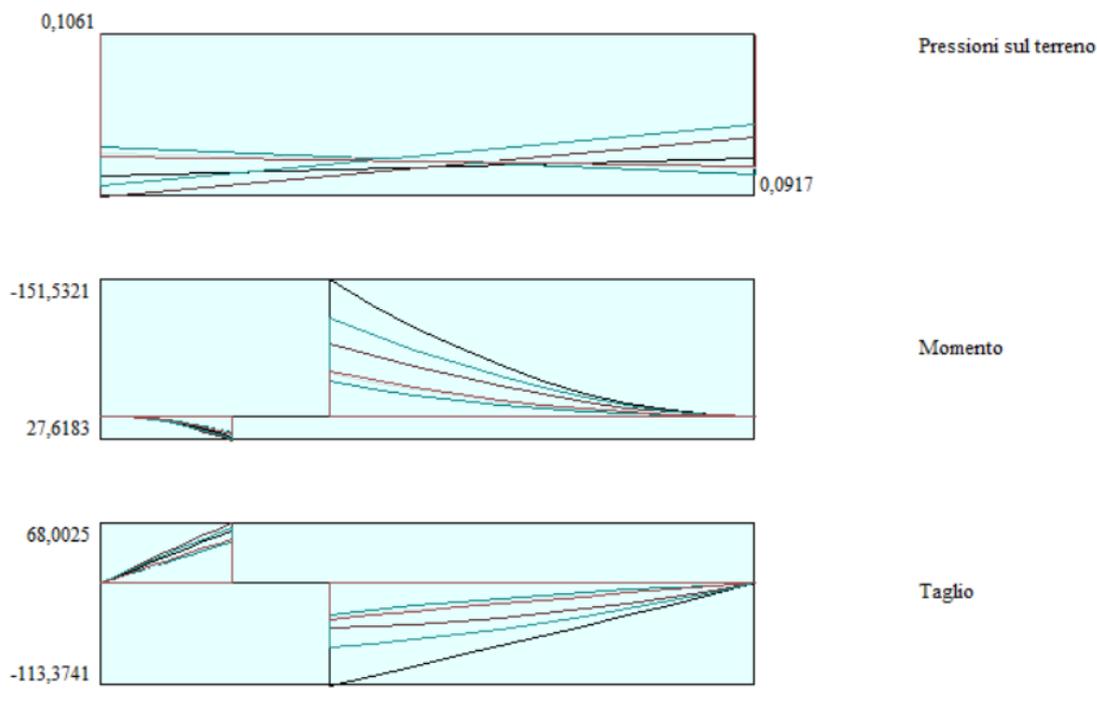


Taglio [kN]



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:

	Armatura a flessione			Armatura a flessione	
Elemento	Lato monte	Lato valle	Elemento	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 6Φ8/mq.

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	29 di 111

13. TABULATI DI CALCOLO

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_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	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,35	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	1,00	1,00	1,00	1,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{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
Coesione efficace	γ_c	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=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN000014	A	30 di 111

Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	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	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	1,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{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	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1,00	1,00	1,40
Scorrimento	1,00	1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00	1,00	1,40
Stabilità globale		1,10	



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	31 di 111



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	32 di 111

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3,30 [m]
Spessore in sommità	0,60 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,60 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,60 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,00 [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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	33 di 111

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 σ_{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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	34 di 111

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

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [MPa]

c_a Adesione terra-muro espressa in [MPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno fondazione	19,50	19,50	25.00	25.00	0,0100	0,0000
Terreno rinfiacco	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	35 di 111

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4,00	0,00	0,00	0,00	Terreno rinfianco
2	8,00	0,00	3,24	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	36 di 111

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



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	37 di 111

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	38 di 111

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	39 di 111

Sovraccarico da ballast	SFAV	1.00	1.00	1.00
-------------------------	------	------	------	------

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	F	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	41 di 111

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

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ 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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	42 di 111

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_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	1,68	--	2,97	--
2	EQU - [1]	--	--	4,56	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1,59
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,64	--	2,73	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,57	--	2,84	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3,54	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,23	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,57
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,56
10	SLEQ - [1]	--	2,89	--	4,46	--
11	SLEF - [1]	--	2,30	--	3,98	--
12	SLER - [1]	--	2,17	--	3,85	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	43 di 111

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

Tipo di opera



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	44 di 111

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	113 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	2.20 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.37
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.74$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]
Peso muro	117,1913 [kN]
Baricentro del muro	X=0,23 Y=-2,82

Superficie di spinta



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	45 di 111

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2,60	Y = -4,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 2,60	Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	4,00	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0,00	[°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	95,7702	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	95,7702	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,38	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,60	[m]	Y = -4,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	227,7600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,30	[m]	Y = -1,65	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	95,7702	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	344,9513	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	344,9513	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	95,7702	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,04	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Risultante in fondazione	357,9991	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15,0960	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1023,0874	[kN]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	46 di 111

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,09190	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,08058	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.76$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,42$	$i_q = 0,47$	$i_\gamma = 0,34$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,00$
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.

$N'_c = 9.64$	$N'_q = 5.48$	$N'_\gamma = 2.29$
---------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.68
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.97



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	47 di 111

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	0,16	2,4272	0,0743	0,9308
3	0,33	4,8544	0,3170	2,0402
4	0,49	7,2816	0,7572	3,3252
5	0,66	9,7087	1,4239	4,7850
6	0,82	12,1359	2,3459	6,4197
7	0,99	14,5631	3,5521	8,2293
8	1,15	16,9903	5,0712	10,2137
9	1,32	19,4175	6,9322	12,3730
10	1,48	21,8447	9,1639	14,7071
11	1,65	24,2718	11,7951	17,2161
12	1,81	26,6990	14,8548	19,9000
13	1,98	29,1262	18,3718	22,7587
14	2,14	31,5534	22,3748	25,7923
15	2,31	33,9806	26,8928	29,0007
16	2,47	36,4078	31,9547	32,3841
17	2,64	38,8350	37,5892	35,9422
18	2,80	41,2621	43,8252	39,6753
19	2,97	43,6893	50,6916	43,5832
20	3,13	46,1165	58,2173	47,6659
21	3,30	48,5437	66,4298	51,8956



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	48 di 111

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	0,08	0,2389	5,9699
3	0,16	0,9547	11,9217
4	0,24	2,1459	17,8553
5	0,32	3,8111	23,7709
6	0,40	5,9488	29,6683
7	0,48	8,5575	35,5477
8	0,56	11,6359	41,4089
9	0,64	15,1825	47,2519
10	0,72	19,1957	53,0769
11	0,80	23,6743	58,8838

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	49 di 111

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	0,26	-1,5899	-12,1984
3	0,52	-6,3266	-24,2056
4	0,78	-14,1603	-36,0213
5	1,04	-25,0411	-47,6457
6	1,30	-38,9195	-59,0788
7	1,56	-55,7455	-70,3206
8	1,82	-75,4696	-81,3710
9	2,08	-98,0418	-92,2300
10	2,34	-123,4126	-102,8977
11	2,60	-151,5321	-113,3741

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 _s	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _i	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, 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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	50 di 111

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 60	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	220,56	--	--
2	0,16	100, 60	20,11	10,05	7641,65	-234,03	3148,36	220,89	--	--
3	0,33	100, 60	20,11	10,05	7091,51	-463,10	1460,85	221,21	--	--
4	0,49	100, 60	20,11	10,05	6083,39	-632,64	835,45	221,54	--	--
5	0,66	100, 60	20,11	10,05	5143,77	-754,41	529,81	221,87	--	--
6	0,82	100, 60	20,11	10,05	4332,99	-837,58	357,04	222,20	--	--
7	0,99	100, 60	20,11	10,05	3655,87	-891,69	251,04	222,52	--	--
8	1,15	100, 60	20,11	10,05	2933,76	-875,66	172,67	222,85	--	--
9	1,32	100, 60	20,11	10,05	2313,94	-826,10	119,17	223,18	--	--
10	1,48	100, 60	20,11	10,05	1829,84	-767,62	83,77	223,51	--	--
11	1,65	100, 60	20,11	10,05	1467,41	-713,10	60,46	223,83	--	--
12	1,81	100, 60	20,11	10,05	1194,25	-664,46	44,73	224,16	--	--
13	1,98	100, 60	20,11	10,05	990,31	-624,65	34,00	224,49	--	--
14	2,14	100, 60	20,11	10,05	829,06	-587,90	26,27	224,82	--	--
15	2,31	100, 60	20,11	10,05	707,96	-560,29	20,83	225,14	--	--
16	2,47	100, 60	20,11	10,05	613,97	-538,87	16,86	225,47	--	--
17	2,64	100, 60	20,11	10,05	539,10	-521,81	13,88	225,80	--	--
18	2,80	100, 60	40,21	20,11	901,43	-957,43	21,85	283,46	--	--
19	2,97	100, 60	20,11	10,05	427,88	-496,46	9,79	226,46	--	--
20	3,13	100, 60	20,11	10,05	385,64	-486,83	8,36	226,78	--	--
21	3,30	100, 60	20,11	10,05	349,78	-478,65	7,21	227,11	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	51 di 111

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_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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)

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	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	1990,90	239,40	--	--
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	498,23	239,40	--	--
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	221,66	239,40	--	--
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	124,81	239,40	--	--
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	79,96	239,40	--	--
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	55,58	239,40	--	--
8	0,56	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	40,88	239,40	--	--
9	0,64	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	31,33	239,40	--	--
10	0,72	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	24,78	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	52 di 111

11	0,80	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	20,09	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 _{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	0,26	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	299,17	239,40	--	--
3	0,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	75,18	239,40	--	--
4	0,78	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	33,59	239,40	--	--
5	1,04	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	19,00	239,40	--	--
6	1,30	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	12,22	239,40	--	--
7	1,56	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	8,53	239,40	--	--
8	1,82	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	6,30	239,40	--	--
9	2,08	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	4,85	239,40	--	--
10	2,34	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	3,85	239,40	--	--
11	2,60	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	3,14	239,40	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	113,3461	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	113,3461	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54,38	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,60	[m]	Y = -4,00	[m]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	53 di 111

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	200,2000	[kN]			
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,30	[m]	Y = -1,65	[m]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	113,3461	[kN]			
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	305,6722	[kN]			
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	156,1174	[kNm]			
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	712,1640	[kNm]			
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	305,6722	[kN]			
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	113,3461	[kN]			
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,18	[m]			
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]			
Risultante in fondazione	326,0105	[kN]			
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20,35	[°]			
Momento rispetto al baricentro della fondazione	55,2978	[kNm]			

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.56
--	------



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	54 di 111

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	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]= -0,77 Y[m]= 3,07

Raggio del cerchio R[m]= 7,83

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,85

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,45

Larghezza della striscia dx[m]= 0,49

Coefficiente di sicurezza C= 1.59

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	40,8322	62.62	36,2572	0,0105	32.01	0,000	0,000
2	49,0784	55.89	40,6355	0,0086	32.01	0,000	0,000
3	55,5250	49.89	42,4647	0,0075	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=4m				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				LI02	02D78	CL	IN0000014	A	55 di 111
4	60,7821	44.57	42,6548	0,0068	32.01	0,000	0,000		
5	64,3917	39.70	41,1348	0,0063	32.01	0,000	0,000		
6	40,6026	35.16	23,3839	0,0059	32.01	0,000	0,000		
7	43,7543	30.87	22,4479	0,0056	32.01	0,000	0,000		
8	46,7034	26.76	21,0252	0,0054	30.05	0,001	0,000		
9	50,1840	22.79	19,4382	0,0052	20.46	0,008	0,001		
10	51,9922	18.94	16,8713	0,0051	20.46	0,008	0,003		
11	53,4469	15.17	13,9851	0,0050	20.46	0,008	0,005		
12	54,5693	11.47	10,8501	0,0049	20.46	0,008	0,006		
13	55,3747	7.82	7,5312	0,0049	20.46	0,008	0,007		
14	55,5038	4.20	4,0617	0,0048	20.46	0,008	0,007		
15	31,3250	0.59	0,3243	0,0048	20.46	0,008	0,007		
16	19,5254	-3.01	-1,0245	0,0048	20.46	0,008	0,007		
17	17,5858	-6.62	-2,0276	0,0049	20.46	0,008	0,007		
18	16,8847	-10.26	-3,0076	0,0049	20.46	0,008	0,006		
19	15,8717	-13.94	-3,8244	0,0050	20.46	0,008	0,005		
20	14,5334	-17.69	-4,4151	0,0051	20.46	0,008	0,004		
21	12,8510	-21.51	-4,7115	0,0052	20.46	0,008	0,002		
22	10,7914	-25.43	-4,6346	0,0053	26.36	0,004	0,000		
23	8,2783	-29.49	-4,0756	0,0055	32.01	0,000	0,000		
24	5,2937	-33.72	-2,9390	0,0058	32.01	0,000	0,000		
25	1,7751	-38.18	-1,0972	0,0061	32.01	0,000	0,000		

$\Sigma W_i = 877,4558$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 311,3088$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 431,5651$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.67$

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	56 di 111

Valore della spinta statica	53,2516	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	53,2516	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	13,7140	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,38	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,60	[m]	Y = -4,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	213,2000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,30	[m]	Y = -1,65	[m]
Inerzia del muro	11,1179	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5,5590	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,2262	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,1131	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	98,3097	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346,0634	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346,0634	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	98,3097	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]		
Risultante in fondazione	359,7564	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15,86	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	52,1638	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	946,0449	[kN]		

Tensioni sul terreno



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	57 di 111

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,10608	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,06695	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 20.72$	$N_q = 10.66$	$N_\gamma = 6.76$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,41$	$i_q = 0,46$	$i_\gamma = 0,33$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,00$
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.

$N'_c = 9.42$	$N'_q = 5.38$	$N'_\gamma = 2.23$
---------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.64
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.73



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	58 di 111

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	0,16	2,4272	0,0882	1,0973
3	0,33	4,8544	0,3713	2,3610
4	0,49	7,2816	0,8764	3,7882
5	0,66	9,7087	1,6304	5,3783
6	0,82	12,1359	2,6602	7,1313
7	0,99	14,5631	3,9926	9,0472
8	1,15	16,9903	5,6547	11,1260
9	1,32	19,4175	7,6732	13,3676
10	1,48	21,8447	10,0750	15,7721
11	1,65	24,2718	12,8869	18,3396
12	1,81	26,6990	16,1360	21,0699
13	1,98	29,1262	19,8489	23,9630
14	2,14	31,5534	24,0527	27,0191
15	2,31	33,9806	28,7742	30,2381
16	2,47	36,4078	34,0403	33,6199
17	2,64	38,8350	39,8777	37,1646
18	2,80	41,2621	46,3135	40,8722
19	2,97	43,6893	53,3745	44,7427
20	3,13	46,1165	61,0876	48,7761
21	3,30	48,5437	69,4785	52,9463



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	59 di 111

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	0,08	0,2837	7,0819
3	0,16	1,1314	14,1013
4	0,24	2,5382	21,0580
5	0,32	4,4991	27,9521
6	0,40	7,0089	34,7837
7	0,48	10,0628	41,5526
8	0,56	13,6557	48,2590
9	0,64	17,7825	54,9027
10	0,72	22,4384	61,4839
11	0,80	27,6183	68,0025

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	60 di 111

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	0,26	-1,0600	-8,0434
3	0,52	-4,1252	-15,4255
4	0,78	-9,0239	-22,1465
5	1,04	-15,5841	-28,2064
6	1,30	-23,6339	-33,6050
7	1,56	-33,0014	-38,3425
8	1,82	-43,5147	-42,4188
9	2,08	-55,0019	-45,8339
10	2,34	-67,2911	-48,5879
11	2,60	-80,2103	-50,6806

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 _s	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _i	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, 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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	61 di 111

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 60	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	220,56	--	--
2	0,16	100, 60	20,11	10,05	7586,13	-275,79	3125,49	220,89	--	--
3	0,33	100, 60	20,11	10,05	6789,18	-519,26	1398,57	221,21	--	--
4	0,49	100, 60	20,11	10,05	5701,55	-686,19	783,01	221,54	--	--
5	0,66	100, 60	20,11	10,05	4749,28	-797,53	489,18	221,87	--	--
6	0,82	100, 60	20,11	10,05	3968,23	-869,83	326,98	222,20	--	--
7	0,99	100, 60	20,11	10,05	3247,89	-890,45	223,02	222,52	--	--
8	1,15	100, 60	20,11	10,05	2551,88	-849,31	150,20	222,85	--	--
9	1,32	100, 60	20,11	10,05	2001,78	-791,04	103,09	223,18	--	--
10	1,48	100, 60	20,11	10,05	1595,02	-735,64	73,02	223,51	--	--
11	1,65	100, 60	20,11	10,05	1280,35	-679,79	52,75	223,83	--	--
12	1,81	100, 60	20,11	10,05	1059,75	-640,48	39,69	224,16	--	--
13	1,98	100, 60	20,11	10,05	879,57	-599,41	30,20	224,49	--	--
14	2,14	100, 60	20,11	10,05	746,56	-569,09	23,66	224,82	--	--
15	2,31	100, 60	20,11	10,05	644,63	-545,86	18,97	225,14	--	--
16	2,47	100, 60	20,11	10,05	564,22	-527,53	15,50	225,47	--	--
17	2,64	100, 60	20,11	10,05	499,33	-512,74	12,86	225,80	--	--
18	2,80	100, 60	40,21	20,11	842,35	-945,48	20,41	283,46	--	--
19	2,97	100, 60	20,11	10,05	401,44	-490,43	9,19	226,46	--	--
20	3,13	100, 60	20,11	10,05	363,75	-481,84	7,89	226,78	--	--
21	3,30	100, 60	20,11	10,05	331,52	-474,49	6,83	227,11	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	62 di 111

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_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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)

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	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	1676,66	239,40	--	--
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	420,40	239,40	--	--
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	187,40	239,40	--	--
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	105,72	239,40	--	--
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	67,87	239,40	--	--
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	47,27	239,40	--	--
8	0,56	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	34,83	239,40	--	--
9	0,64	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	26,75	239,40	--	--
10	0,72	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	21,20	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	63 di 111

11	0,80	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	17,22	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 _{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	0,26	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	448,75	239,40	--	--
3	0,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	115,30	239,40	--	--
4	0,78	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	52,71	239,40	--	--
5	1,04	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	30,52	239,40	--	--
6	1,30	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	20,13	239,40	--	--
7	1,56	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	14,41	239,40	--	--
8	1,82	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	10,93	239,40	--	--
9	2,08	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	8,65	239,40	--	--
10	2,34	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	7,07	239,40	--	--
11	2,60	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	5,93	239,40	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	53,2516	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	53,2516	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	8,7505	[kN]		



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	64 di 111

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	60,00	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,60	[m]	Y = -4,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	213,2000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,30	[m]	Y = -1,65	[m]
Inerzia del muro	11,1179	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5,5590	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,2262	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,1131	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	93,3462	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	314,7193	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	314,7193	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	93,3462	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,17	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]		
Risultante in fondazione	328,2708	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16,52	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	54,6106	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	894,8885	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,09916	[MPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05820	[MPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

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



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	65 di 111

Fattori inclinazione	$i_c = 0,39$	$i_q = 0,45$	$i_\gamma = 0,31$
Fattori profondità	$d_c = 1,11$	$d_q = 1,09$	$d_\gamma = 1,00$
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.

$N'_c = 8.99$	$N'_q = 5.19$	$N'_\gamma = 2.11$
---------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.57
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.84



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	66 di 111

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	0,16	2,4272	0,0831	1,0331
3	0,33	4,8544	0,3494	2,2201
4	0,49	7,2816	0,8241	3,5586
5	0,66	9,7087	1,5320	5,0480
6	0,82	12,1359	2,4982	6,6881
7	0,99	14,5631	3,7474	8,4790
8	1,15	16,9903	5,3046	10,4208
9	1,32	19,4175	7,1946	12,5133
10	1,48	21,8447	9,4423	14,7567
11	1,65	24,2718	12,0726	17,1509
12	1,81	26,6990	15,1104	19,6959
13	1,98	29,1262	18,5805	22,3917
14	2,14	31,5534	22,5079	25,2383
15	2,31	33,9806	26,9174	28,2358
16	2,47	36,4078	31,8340	31,3840
17	2,64	38,8350	37,2825	34,6831
18	2,80	41,2621	43,2877	38,1329
19	2,97	43,6893	49,8746	41,7336
20	3,13	46,1165	57,0681	45,4851
21	3,30	48,5437	64,8919	49,3633



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	67 di 111

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	0,08	0,2615	6,5270
3	0,16	1,0426	12,9884
4	0,24	2,3379	19,3844
5	0,32	4,1423	25,7147
6	0,40	6,4505	31,9796
7	0,48	9,2573	38,1789
8	0,56	12,5574	44,3127
9	0,64	16,3456	50,3810
10	0,72	20,6166	56,3837
11	0,80	25,3652	62,3209

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	68 di 111

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	0,26	-1,3545	-10,3038
3	0,52	-5,2980	-19,9154
4	0,78	-11,6505	-28,8348
5	1,04	-20,2321	-37,0620
6	1,30	-30,8627	-44,5970
7	1,56	-43,3625	-51,4399
8	1,82	-57,5515	-57,5905
9	2,08	-73,2496	-63,0490
10	2,34	-90,2770	-67,8152
11	2,60	-108,4536	-71,8893

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 _s	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _i	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, 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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	69 di 111

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 60	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	220,56	--	--
2	0,16	100, 60	20,11	10,05	7606,53	-260,45	3133,89	220,89	--	--
3	0,33	100, 60	20,11	10,05	6913,75	-497,62	1424,23	221,21	--	--
4	0,49	100, 60	20,11	10,05	5868,86	-664,19	805,99	221,54	--	--
5	0,66	100, 60	20,11	10,05	4929,96	-777,95	507,79	221,87	--	--
6	0,82	100, 60	20,11	10,05	4149,84	-854,25	341,95	222,20	--	--
7	0,99	100, 60	20,11	10,05	3463,00	-891,11	237,79	222,52	--	--
8	1,15	100, 60	20,11	10,05	2774,64	-866,27	163,31	222,85	--	--
9	1,32	100, 60	20,11	10,05	2199,39	-814,92	113,27	223,18	--	--
10	1,48	100, 60	20,11	10,05	1751,07	-756,89	80,16	223,51	--	--
11	1,65	100, 60	20,11	10,05	1414,88	-703,75	58,29	223,83	--	--
12	1,81	100, 60	20,11	10,05	1164,79	-659,21	43,63	224,16	--	--
13	1,98	100, 60	20,11	10,05	972,99	-620,70	33,41	224,49	--	--
14	2,14	100, 60	20,11	10,05	821,86	-586,25	26,05	224,82	--	--
15	2,31	100, 60	20,11	10,05	707,05	-560,09	20,81	225,14	--	--
16	2,47	100, 60	20,11	10,05	617,11	-539,59	16,95	225,47	--	--
17	2,64	100, 60	20,11	10,05	544,92	-523,13	14,03	225,80	--	--
18	2,80	100, 60	40,21	20,11	915,30	-960,23	22,18	283,46	--	--
19	2,97	100, 60	20,11	10,05	436,63	-498,45	9,99	226,46	--	--
20	3,13	100, 60	20,11	10,05	395,16	-489,00	8,57	226,78	--	--
21	3,30	100, 60	20,11	10,05	359,77	-480,93	7,41	227,11	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	70 di 111

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_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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)

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	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	1818,85	239,40	--	--
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	456,24	239,40	--	--
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	203,45	239,40	--	--
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	114,83	239,40	--	--
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	73,74	239,40	--	--
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	51,38	239,40	--	--
8	0,56	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	37,88	239,40	--	--
9	0,64	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	29,10	239,40	--	--
10	0,72	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	23,07	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	71 di 111

11	0,80	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	18,75	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 _{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	0,26	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	351,17	239,40	--	--
3	0,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	89,78	239,40	--	--
4	0,78	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	40,83	239,40	--	--
5	1,04	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	23,51	239,40	--	--
6	1,30	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	15,41	239,40	--	--
7	1,56	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	10,97	239,40	--	--
8	1,82	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	8,26	239,40	--	--
9	2,08	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	6,49	239,40	--	--
10	2,34	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	5,27	239,40	--	--
11	2,60	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	4,39	239,40	--	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	68,7631	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	68,7631	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	9,5946	[kN]		



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	72 di 111

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,60	[m]	Y = -4,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	213,2000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,30	[m]	Y = -1,65	[m]
Inerzia del muro	11,1179	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5,5590	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,2262	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10,1131	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	109,7019	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	314,7193	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	216,4394	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	766,3333	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	314,7193	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	109,7019	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,25	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]		
Risultante in fondazione	333,2907	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19,22	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	79,5445	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.54
--	------

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	68,7631	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	68,7631	[kN]



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	73 di 111

Componente verticale della spinta statica	0,0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61,00	[°]		
Incremento sismico della spinta	16,0118	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2,60	[m]	Y = -2,48	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	56,94	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2,60	[m]	Y = -4,00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	213,2000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1,30	[m]	Y = -1,65	[m]
Inerzia del muro	11,1179	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5,5590	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20,2262	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10,1131	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	116,1190	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346,0634	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	189,8712	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	802,6843	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346,0634	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	116,1190	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,23	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4,00	[m]		
Risultante in fondazione	365,0254	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18,55	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	79,3138	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.23
--	------



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	74 di 111

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	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]= -1,54 Y[m]= 3,07

Raggio del cerchio R[m]= 8,19

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,16

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,07

Larghezza della striscia dx[m]= 0,53

Coefficiente di sicurezza C= 1.57

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	14,0701	63.48	12,5897	0,0116	32.01	0,000	0,000
2	23,8827	56.37	19,8844	0,0094	32.01	0,000	0,000
3	31,4390	50.14	24,1325	0,0081	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=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	75 di 111

4	37,5538	44.65	26,3927	0,0073	32.01	0,000	0,000
5	42,6365	39.65	27,2057	0,0067	32.01	0,000	0,000
6	46,9134	34.99	26,9010	0,0063	32.01	0,000	0,000
7	51,2615	30.58	26,0808	0,0060	27.12	0,003	0,000
8	55,1799	26.37	24,5087	0,0058	20.46	0,008	0,003
9	57,6606	22.31	21,8852	0,0056	20.46	0,008	0,005
10	59,6918	18.36	18,8001	0,0055	20.46	0,008	0,007
11	61,3076	14.50	15,3490	0,0054	20.46	0,008	0,008
12	62,3167	10.71	11,5766	0,0053	20.46	0,008	0,010
13	47,7417	6.96	5,7856	0,0052	20.46	0,008	0,010
14	24,7832	3.24	1,4027	0,0052	20.46	0,008	0,011
15	23,3590	-0.46	-0,1865	0,0052	20.46	0,008	0,011
16	22,9306	-4.16	-1,6640	0,0052	20.46	0,008	0,011
17	22,3544	-7.88	-3,0660	0,0052	20.46	0,008	0,010
18	21,4148	-11.64	-4,3202	0,0053	20.46	0,008	0,009
19	20,0992	-15.45	-5,3530	0,0054	20.46	0,008	0,008
20	18,3888	-19.32	-6,0853	0,0055	20.46	0,008	0,006
21	16,2574	-23.30	-6,4302	0,0056	20.46	0,008	0,004
22	13,6689	-27.40	-6,2896	0,0058	20.46	0,008	0,002
23	10,5448	-31.65	-5,5335	0,0061	29.88	0,001	0,000
24	6,7802	-36.11	-3,9963	0,0064	32.01	0,000	0,000
25	2,3196	-40.85	-1,5172	0,0069	32.01	0,000	0,000

$\Sigma W_i = 794,5565$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 218,0528$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 357,4679$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.41$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	76 di 111

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	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]= -1,54 Y[m]= 3,07

Raggio del cerchio R[m]= 8,19

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,16

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,07

Larghezza della striscia dx[m]= 0,53

Coefficiente di sicurezza C= 1.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	14,0701	63.48	12,5897	0,0116	32.01	0,000	0,000
2	23,8827	56.37	19,8844	0,0094	32.01	0,000	0,000
3	31,4390	50.14	24,1325	0,0081	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	77 di 111

4	37,5538	44.65	26,3927	0,0073	32.01	0,000	0,000
5	42,6365	39.65	27,2057	0,0067	32.01	0,000	0,000
6	46,9134	34.99	26,9010	0,0063	32.01	0,000	0,000
7	51,2615	30.58	26,0808	0,0060	27.12	0,003	0,000
8	55,1799	26.37	24,5087	0,0058	20.46	0,008	0,003
9	57,6606	22.31	21,8852	0,0056	20.46	0,008	0,005
10	59,6918	18.36	18,8001	0,0055	20.46	0,008	0,007
11	61,3076	14.50	15,3490	0,0054	20.46	0,008	0,008
12	62,3167	10.71	11,5766	0,0053	20.46	0,008	0,010
13	47,7417	6.96	5,7856	0,0052	20.46	0,008	0,010
14	24,7832	3.24	1,4027	0,0052	20.46	0,008	0,011
15	23,3590	-0.46	-0,1865	0,0052	20.46	0,008	0,011
16	22,9306	-4.16	-1,6640	0,0052	20.46	0,008	0,011
17	22,3544	-7.88	-3,0660	0,0052	20.46	0,008	0,010
18	21,4148	-11.64	-4,3202	0,0053	20.46	0,008	0,009
19	20,0992	-15.45	-5,3530	0,0054	20.46	0,008	0,008
20	18,3888	-19.32	-6,0853	0,0055	20.46	0,008	0,006
21	16,2574	-23.30	-6,4302	0,0056	20.46	0,008	0,004
22	13,6689	-27.40	-6,2896	0,0058	20.46	0,008	0,002
23	10,5448	-31.65	-5,5335	0,0061	29.88	0,001	0,000
24	6,7802	-36.11	-3,9963	0,0064	32.01	0,000	0,000
25	2,3196	-40.85	-1,5172	0,0069	32.01	0,000	0,000

$$\Sigma W_i = 794,5565 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 218,0528 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 357,4679 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.41$$



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	78 di 111

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	0,16	2,4272	0,0551	0,6895
3	0,33	4,8544	0,2348	1,5113
4	0,49	7,2816	0,5609	2,4631
5	0,66	9,7087	1,0548	3,5445
6	0,82	12,1359	1,7377	4,7553
7	0,99	14,5631	2,6312	6,0958
8	1,15	16,9903	3,7564	7,5657
9	1,32	19,4175	5,1350	9,1652
10	1,48	21,8447	6,7881	10,8942
11	1,65	24,2718	8,7371	12,7527
12	1,81	26,6990	11,0036	14,7407
13	1,98	29,1262	13,6087	16,8583
14	2,14	31,5534	16,5739	19,1054
15	2,31	33,9806	19,9206	21,4820
16	2,47	36,4078	23,6701	23,9882
17	2,64	38,8350	27,8438	26,6239
18	2,80	41,2621	32,4631	29,3891
19	2,97	43,6893	37,5494	32,2838
20	3,13	46,1165	43,1239	35,3081
21	3,30	48,5437	49,2072	38,4412



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	79 di 111

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	0,08	0,1805	4,5184
3	0,16	0,7237	9,0661
4	0,24	1,6319	13,6429
5	0,32	2,9074	18,2491
6	0,40	4,5525	22,8845
7	0,48	6,5697	27,5491
8	0,56	8,9612	32,2429
9	0,64	11,7293	36,9661
10	0,72	14,8765	41,7184
11	0,80	18,4050	46,5000

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	80 di 111

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	0,26	-0,2644	-2,0851
3	0,52	-1,1110	-4,4790
4	0,78	-2,6202	-7,1818
5	1,04	-4,8723	-10,1935
6	1,30	-7,9476	-13,5141
7	1,56	-11,9264	-17,1436
8	1,82	-16,8891	-21,0820
9	2,08	-22,9159	-25,3293
10	2,34	-30,0871	-29,8854
11	2,60	-38,4830	-34,7504

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ_{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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	81 di 111

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 60	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,16	100, 60	20,11	10,05	0,005	0,002	-0,045	-0,069
3	0,33	100, 60	20,11	10,05	0,011	0,003	-0,068	-0,160
4	0,49	100, 60	20,11	10,05	0,020	0,005	-0,066	-0,277
5	0,66	100, 60	20,11	10,05	0,032	0,008	-0,036	-0,424
6	0,82	100, 60	20,11	10,05	0,047	0,010	0,060	-0,617
7	0,99	100, 60	20,11	10,05	0,068	0,013	0,290	-0,873
8	1,15	100, 60	20,11	10,05	0,096	0,016	0,731	-1,202
9	1,32	100, 60	20,11	10,05	0,132	0,020	1,442	-1,605
10	1,48	100, 60	20,11	10,05	0,176	0,024	2,455	-2,078
11	1,65	100, 60	20,11	10,05	0,228	0,028	3,788	-2,622
12	1,81	100, 60	20,11	10,05	0,288	0,032	5,460	-3,239
13	1,98	100, 60	20,11	10,05	0,357	0,037	7,486	-3,931
14	2,14	100, 60	20,11	10,05	0,435	0,042	9,887	-4,702
15	2,31	100, 60	20,11	10,05	0,522	0,047	12,680	-5,558
16	2,47	100, 60	20,11	10,05	0,620	0,052	15,886	-6,502
17	2,64	100, 60	20,11	10,05	0,728	0,058	19,527	-7,539
18	2,80	100, 60	40,21	20,11	0,648	0,064	12,441	-7,255
19	2,97	100, 60	20,11	10,05	0,978	0,070	28,194	-9,911
20	3,13	100, 60	20,11	10,05	1,121	0,077	33,263	-11,255
21	3,30	100, 60	20,11	10,05	1,277	0,084	38,850	-12,711



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	82 di 111

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ_{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}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,003	0,008	0,153	-0,030
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,013	0,017	0,613	-0,118
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,029	0,025	1,383	-0,267
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,052	0,034	2,463	-0,475
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,081	0,042	3,857	-0,744
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,117	0,051	5,566	-1,074
8	0,56	100, 70	20,11	20,11	0,160	0,059	7,592	-1,465
9	0,64	100, 70	20,11	20,11	0,210	0,068	9,937	-1,918
10	0,72	100, 70	20,11	20,11	0,266	0,077	12,604	-2,433
11	0,80	100, 70	20,11	20,11	0,329	0,085	15,593	-3,010



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	83 di 111

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 _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,26	100, 70	20,11	20,11	0,005	-0,004	-0,043	0,224
3	0,52	100, 70	20,11	20,11	0,020	-0,008	-0,182	0,941
4	0,78	100, 70	20,11	20,11	0,047	-0,013	-0,428	2,220
5	1,04	100, 70	20,11	20,11	0,087	-0,019	-0,797	4,128
6	1,30	100, 70	20,11	20,11	0,142	-0,025	-1,300	6,734
7	1,56	100, 70	20,11	20,11	0,213	-0,032	-1,950	10,104
8	1,82	100, 70	20,11	20,11	0,302	-0,039	-2,762	14,309
9	2,08	100, 70	20,11	20,11	0,410	-0,047	-3,747	19,415
10	2,34	100, 70	20,11	20,11	0,538	-0,055	-4,920	25,491
11	2,60	100, 70	20,11	20,11	0,688	-0,064	-6,293	32,604

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 _{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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
s _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	84 di 111

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	20,11	10,05	-95,47	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,16	20,11	10,05	-95,47	-0,06	0,0000	0,00	0,000
3	0,33	20,11	10,05	-95,47	-0,23	0,0000	0,00	0,000
4	0,49	20,11	10,05	-95,47	-0,56	0,0000	0,00	0,000
5	0,66	20,11	10,05	-95,47	-1,05	0,0000	0,00	0,000
6	0,82	20,11	10,05	-95,47	-1,74	0,0000	0,00	0,000
7	0,99	20,11	10,05	-95,47	-2,63	0,0000	0,00	0,000
8	1,15	20,11	10,05	-95,47	-3,76	0,0000	0,00	0,000
9	1,32	20,11	10,05	-95,47	-5,13	0,0000	0,00	0,000
10	1,48	20,11	10,05	-95,47	-6,79	0,0000	0,00	0,000
11	1,65	20,11	10,05	-95,47	-8,74	0,0000	0,00	0,000
12	1,81	20,11	10,05	-95,47	-11,00	0,0000	0,00	0,000
13	1,98	20,11	10,05	-95,47	-13,61	0,0000	0,00	0,000
14	2,14	20,11	10,05	-95,47	-16,57	0,0000	0,00	0,000
15	2,31	20,11	10,05	-95,47	-19,92	0,0000	0,00	0,000
16	2,47	20,11	10,05	-95,47	-23,67	0,0000	0,00	0,000
17	2,64	20,11	10,05	-95,47	-27,84	0,0000	0,00	0,000
18	2,80	40,21	20,11	-106,23	-32,46	0,0000	0,00	0,000
19	2,97	20,11	10,05	-95,47	-37,55	0,0000	0,00	0,000
20	3,13	20,11	10,05	-95,47	-43,12	0,0000	0,00	0,000
21	3,30	20,11	10,05	-95,47	-49,21	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-1,40	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,32	20,11	20,11	129,81	0,18	0,0000	0,00	0,000
3	-1,24	20,11	20,11	129,81	0,72	0,0000	0,00	0,000
4	-1,16	20,11	20,11	129,81	1,63	0,0000	0,00	0,000
5	-1,08	20,11	20,11	129,81	2,91	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	85 di 111

6	-1,00	20,11	20,11	129,81	4,55	0,0000	0,00	0,000
7	-0,92	20,11	20,11	129,81	6,57	0,0000	0,00	0,000
8	-0,84	20,11	20,11	129,81	8,96	0,0000	0,00	0,000
9	-0,76	20,11	20,11	129,81	11,73	0,0000	0,00	0,000
10	-0,68	20,11	20,11	129,81	14,88	0,0000	0,00	0,000
11	-0,60	20,11	20,11	129,81	18,41	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	20,11	20,11	-129,81	-38,48	0,0000	0,00	0,000
13	0,26	20,11	20,11	-129,81	-30,09	0,0000	0,00	0,000
14	0,52	20,11	20,11	-129,81	-22,92	0,0000	0,00	0,000
15	0,78	20,11	20,11	-129,81	-16,89	0,0000	0,00	0,000
16	1,04	20,11	20,11	-129,81	-11,93	0,0000	0,00	0,000
17	1,30	20,11	20,11	-129,81	-7,95	0,0000	0,00	0,000
18	1,56	20,11	20,11	-129,81	-4,87	0,0000	0,00	0,000
19	1,82	20,11	20,11	-129,81	-2,62	0,0000	0,00	0,000
20	2,08	20,11	20,11	-129,81	-1,11	0,0000	0,00	0,000
21	2,34	20,11	20,11	-129,81	-0,26	0,0000	0,00	0,000
22	2,60	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	86 di 111

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	0,16	2,4272	0,0551	0,6895
3	0,33	4,8544	0,2348	1,5113
4	0,49	7,2816	0,5609	2,4631
5	0,66	9,7087	1,0548	3,5445
6	0,82	12,1359	1,7377	4,7553
7	0,99	14,5631	2,6312	6,0958
8	1,15	16,9903	3,7564	7,5657
9	1,32	19,4175	5,1350	9,1652
10	1,48	21,8447	6,7881	10,8942
11	1,65	24,2718	8,7371	12,7527
12	1,81	26,6990	11,0036	14,7407
13	1,98	29,1262	13,6087	16,8583
14	2,14	31,5534	16,5739	19,1054
15	2,31	33,9806	19,9206	21,4820
16	2,47	36,4078	23,6701	23,9882
17	2,64	38,8350	27,8438	26,6239
18	2,80	41,2621	32,4631	29,3891
19	2,97	43,6893	37,5494	32,2838
20	3,13	46,1165	43,1239	35,3081
21	3,30	48,5437	49,2072	38,4412



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	87 di 111

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	0,08	0,1945	4,8641
3	0,16	0,7787	9,7434
4	0,24	1,7538	14,6378
5	0,32	3,1211	19,5473
6	0,40	4,8818	24,4720
7	0,48	7,0370	29,4118
8	0,56	9,5881	34,3667
9	0,64	12,5361	39,3368
10	0,72	15,8824	44,3220
11	0,80	19,6280	49,3223

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	88 di 111

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	0,26	-0,4070	-3,1571
3	0,52	-1,6555	-6,4740
4	0,78	-3,7873	-9,9507
5	1,04	-6,8438	-13,5873
6	1,30	-10,8665	-17,3837
7	1,56	-15,8972	-21,3400
8	1,82	-21,9772	-25,4561
9	2,08	-29,1482	-29,7320
10	2,34	-37,4517	-34,1678
11	2,60	-46,9293	-38,7634

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ_{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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	89 di 111

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 60	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,16	100, 60	20,11	10,05	0,005	0,002	-0,045	-0,069
3	0,33	100, 60	20,11	10,05	0,011	0,003	-0,068	-0,160
4	0,49	100, 60	20,11	10,05	0,020	0,005	-0,066	-0,277
5	0,66	100, 60	20,11	10,05	0,032	0,008	-0,036	-0,424
6	0,82	100, 60	20,11	10,05	0,047	0,010	0,060	-0,617
7	0,99	100, 60	20,11	10,05	0,068	0,013	0,290	-0,873
8	1,15	100, 60	20,11	10,05	0,096	0,016	0,731	-1,202
9	1,32	100, 60	20,11	10,05	0,132	0,020	1,442	-1,605
10	1,48	100, 60	20,11	10,05	0,176	0,024	2,455	-2,078
11	1,65	100, 60	20,11	10,05	0,228	0,028	3,788	-2,622
12	1,81	100, 60	20,11	10,05	0,288	0,032	5,460	-3,239
13	1,98	100, 60	20,11	10,05	0,357	0,037	7,486	-3,931
14	2,14	100, 60	20,11	10,05	0,435	0,042	9,887	-4,702
15	2,31	100, 60	20,11	10,05	0,522	0,047	12,680	-5,558
16	2,47	100, 60	20,11	10,05	0,620	0,052	15,886	-6,502
17	2,64	100, 60	20,11	10,05	0,728	0,058	19,527	-7,539
18	2,80	100, 60	40,21	20,11	0,648	0,064	12,441	-7,255
19	2,97	100, 60	20,11	10,05	0,978	0,070	28,194	-9,911
20	3,13	100, 60	20,11	10,05	1,121	0,077	33,263	-11,255
21	3,30	100, 60	20,11	10,05	1,277	0,084	38,850	-12,711



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	90 di 111

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ_{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}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,003	0,009	0,165	-0,032
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,014	0,018	0,660	-0,127
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,031	0,027	1,486	-0,287
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,056	0,036	2,644	-0,510
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,087	0,045	4,136	-0,798
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,126	0,054	5,962	-1,151
8	0,56	100, 70	20,11	20,11	0,171	0,063	8,123	-1,568
9	0,64	100, 70	20,11	20,11	0,224	0,072	10,621	-2,050
10	0,72	100, 70	20,11	20,11	0,284	0,081	13,456	-2,597
11	0,80	100, 70	20,11	20,11	0,351	0,091	16,630	-3,210



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	91 di 111

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 _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,26	100, 70	20,11	20,11	0,007	-0,006	-0,067	0,345
3	0,52	100, 70	20,11	20,11	0,030	-0,012	-0,271	1,403
4	0,78	100, 70	20,11	20,11	0,068	-0,018	-0,619	3,209
5	1,04	100, 70	20,11	20,11	0,122	-0,025	-1,119	5,798
6	1,30	100, 70	20,11	20,11	0,194	-0,032	-1,777	9,207
7	1,56	100, 70	20,11	20,11	0,284	-0,039	-2,600	13,469
8	1,82	100, 70	20,11	20,11	0,393	-0,047	-3,594	18,620
9	2,08	100, 70	20,11	20,11	0,521	-0,055	-4,766	24,695
10	2,34	100, 70	20,11	20,11	0,669	-0,063	-6,124	31,730
11	2,60	100, 70	20,11	20,11	0,839	-0,071	-7,674	39,760

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 _{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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
s _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	92 di 111

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	20,11	10,05	-95,47	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,16	20,11	10,05	-95,47	-0,06	0,0000	0,00	0,000
3	0,33	20,11	10,05	-95,47	-0,23	0,0000	0,00	0,000
4	0,49	20,11	10,05	-95,47	-0,56	0,0000	0,00	0,000
5	0,66	20,11	10,05	-95,47	-1,05	0,0000	0,00	0,000
6	0,82	20,11	10,05	-95,47	-1,74	0,0000	0,00	0,000
7	0,99	20,11	10,05	-95,47	-2,63	0,0000	0,00	0,000
8	1,15	20,11	10,05	-95,47	-3,76	0,0000	0,00	0,000
9	1,32	20,11	10,05	-95,47	-5,13	0,0000	0,00	0,000
10	1,48	20,11	10,05	-95,47	-6,79	0,0000	0,00	0,000
11	1,65	20,11	10,05	-95,47	-8,74	0,0000	0,00	0,000
12	1,81	20,11	10,05	-95,47	-11,00	0,0000	0,00	0,000
13	1,98	20,11	10,05	-95,47	-13,61	0,0000	0,00	0,000
14	2,14	20,11	10,05	-95,47	-16,57	0,0000	0,00	0,000
15	2,31	20,11	10,05	-95,47	-19,92	0,0000	0,00	0,000
16	2,47	20,11	10,05	-95,47	-23,67	0,0000	0,00	0,000
17	2,64	20,11	10,05	-95,47	-27,84	0,0000	0,00	0,000
18	2,80	40,21	20,11	-106,23	-32,46	0,0000	0,00	0,000
19	2,97	20,11	10,05	-95,47	-37,55	0,0000	0,00	0,000
20	3,13	20,11	10,05	-95,47	-43,12	0,0000	0,00	0,000
21	3,30	20,11	10,05	-95,47	-49,21	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-1,40	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,32	20,11	20,11	129,81	0,19	0,0000	0,00	0,000
3	-1,24	20,11	20,11	129,81	0,78	0,0000	0,00	0,000
4	-1,16	20,11	20,11	129,81	1,75	0,0000	0,00	0,000
5	-1,08	20,11	20,11	129,81	3,12	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	93 di 111

6	-1,00	20,11	20,11	129,81	4,88	0,0000	0,00	0,000
7	-0,92	20,11	20,11	129,81	7,04	0,0000	0,00	0,000
8	-0,84	20,11	20,11	129,81	9,59	0,0000	0,00	0,000
9	-0,76	20,11	20,11	129,81	12,54	0,0000	0,00	0,000
10	-0,68	20,11	20,11	129,81	15,88	0,0000	0,00	0,000
11	-0,60	20,11	20,11	129,81	19,63	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	20,11	20,11	-129,81	-46,93	0,0000	0,00	0,000
13	0,26	20,11	20,11	-129,81	-37,45	0,0000	0,00	0,000
14	0,52	20,11	20,11	-129,81	-29,15	0,0000	0,00	0,000
15	0,78	20,11	20,11	-129,81	-21,98	0,0000	0,00	0,000
16	1,04	20,11	20,11	-129,81	-15,90	0,0000	0,00	0,000
17	1,30	20,11	20,11	-129,81	-10,87	0,0000	0,00	0,000
18	1,56	20,11	20,11	-129,81	-6,84	0,0000	0,00	0,000
19	1,82	20,11	20,11	-129,81	-3,79	0,0000	0,00	0,000
20	2,08	20,11	20,11	-129,81	-1,66	0,0000	0,00	0,000
21	2,34	20,11	20,11	-129,81	-0,41	0,0000	0,00	0,000
22	2,60	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	94 di 111

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	0,16	2,4272	0,0551	0,6895
3	0,33	4,8544	0,2348	1,5113
4	0,49	7,2816	0,5609	2,4631
5	0,66	9,7087	1,0548	3,5445
6	0,82	12,1359	1,7377	4,7553
7	0,99	14,5631	2,6312	6,0958
8	1,15	16,9903	3,7564	7,5657
9	1,32	19,4175	5,1350	9,1652
10	1,48	21,8447	6,7881	10,8942
11	1,65	24,2718	8,7371	12,7527
12	1,81	26,6990	11,0036	14,7407
13	1,98	29,1262	13,6087	16,8583
14	2,14	31,5534	16,5739	19,1054
15	2,31	33,9806	19,9206	21,4820
16	2,47	36,4078	23,6701	23,9882
17	2,64	38,8350	27,8438	26,6239
18	2,80	41,2621	32,4631	29,3891
19	2,97	43,6893	37,5494	32,2838
20	3,13	46,1165	43,1239	35,3081
21	3,30	48,5437	49,2072	38,4412



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	95 di 111

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	0,08	0,1992	4,9811
3	0,16	0,7972	9,9725
4	0,24	1,7950	14,9743
5	0,32	3,1934	19,9864
6	0,40	4,9931	25,0089
7	0,48	7,1951	30,0418
8	0,56	9,8001	35,0850
9	0,64	12,8090	40,1386
10	0,72	16,2225	45,2025
11	0,80	20,0416	50,2768

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	96 di 111

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	0,26	-0,4552	-3,5196
3	0,52	-1,8397	-7,1487
4	0,78	-4,1820	-10,8872
5	1,04	-7,5105	-14,7351
6	1,30	-11,8537	-18,6925
7	1,56	-17,2401	-22,7592
8	1,82	-23,6980	-26,9354
9	2,08	-31,2560	-31,2210
10	2,34	-39,9424	-35,6161
11	2,60	-49,7858	-40,1205

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ_{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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	97 di 111

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 60	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,16	100, 60	20,11	10,05	0,005	0,002	-0,045	-0,069
3	0,33	100, 60	20,11	10,05	0,011	0,003	-0,068	-0,160
4	0,49	100, 60	20,11	10,05	0,020	0,005	-0,066	-0,277
5	0,66	100, 60	20,11	10,05	0,032	0,008	-0,036	-0,424
6	0,82	100, 60	20,11	10,05	0,047	0,010	0,060	-0,617
7	0,99	100, 60	20,11	10,05	0,068	0,013	0,290	-0,873
8	1,15	100, 60	20,11	10,05	0,096	0,016	0,731	-1,202
9	1,32	100, 60	20,11	10,05	0,132	0,020	1,442	-1,605
10	1,48	100, 60	20,11	10,05	0,176	0,024	2,455	-2,078
11	1,65	100, 60	20,11	10,05	0,228	0,028	3,788	-2,622
12	1,81	100, 60	20,11	10,05	0,288	0,032	5,460	-3,239
13	1,98	100, 60	20,11	10,05	0,357	0,037	7,486	-3,931
14	2,14	100, 60	20,11	10,05	0,435	0,042	9,887	-4,702
15	2,31	100, 60	20,11	10,05	0,522	0,047	12,680	-5,558
16	2,47	100, 60	20,11	10,05	0,620	0,052	15,886	-6,502
17	2,64	100, 60	20,11	10,05	0,728	0,058	19,527	-7,539
18	2,80	100, 60	40,21	20,11	0,648	0,064	12,441	-7,255
19	2,97	100, 60	20,11	10,05	0,978	0,070	28,194	-9,911
20	3,13	100, 60	20,11	10,05	1,121	0,077	33,263	-11,255
21	3,30	100, 60	20,11	10,05	1,277	0,084	38,850	-12,711



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	98 di 111

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ_{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}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,004	0,009	0,169	-0,033
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,014	0,018	0,675	-0,130
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,032	0,028	1,521	-0,294
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,057	0,037	2,706	-0,522
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,089	0,046	4,230	-0,816
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,129	0,055	6,096	-1,177
8	0,56	100, 70	20,11	20,11	0,175	0,064	8,303	-1,603
9	0,64	100, 70	20,11	20,11	0,229	0,074	10,852	-2,095
10	0,72	100, 70	20,11	20,11	0,290	0,083	13,744	-2,653
11	0,80	100, 70	20,11	20,11	0,358	0,092	16,980	-3,277



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	99 di 111

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 _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	100, 70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,26	100, 70	20,11	20,11	0,008	-0,006	-0,074	0,386
3	0,52	100, 70	20,11	20,11	0,033	-0,013	-0,301	1,559
4	0,78	100, 70	20,11	20,11	0,075	-0,020	-0,684	3,543
5	1,04	100, 70	20,11	20,11	0,134	-0,027	-1,228	6,363
6	1,30	100, 70	20,11	20,11	0,212	-0,034	-1,938	10,043
7	1,56	100, 70	20,11	20,11	0,308	-0,042	-2,819	14,606
8	1,82	100, 70	20,11	20,11	0,424	-0,050	-3,875	20,078
9	2,08	100, 70	20,11	20,11	0,559	-0,057	-5,111	26,481
10	2,34	100, 70	20,11	20,11	0,714	-0,065	-6,532	33,841
11	2,60	100, 70	20,11	20,11	0,890	-0,074	-8,141	42,180

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 _{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]
M _{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ε _m	deformazione media espressa in [%]
s _m	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	100 di 111

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	0,00	20,11	10,05	-95,47	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,16	20,11	10,05	-95,47	-0,06	0,0000	0,00	0,000
3	0,33	20,11	10,05	-95,47	-0,23	0,0000	0,00	0,000
4	0,49	20,11	10,05	-95,47	-0,56	0,0000	0,00	0,000
5	0,66	20,11	10,05	-95,47	-1,05	0,0000	0,00	0,000
6	0,82	20,11	10,05	-95,47	-1,74	0,0000	0,00	0,000
7	0,99	20,11	10,05	-95,47	-2,63	0,0000	0,00	0,000
8	1,15	20,11	10,05	-95,47	-3,76	0,0000	0,00	0,000
9	1,32	20,11	10,05	-95,47	-5,13	0,0000	0,00	0,000
10	1,48	20,11	10,05	-95,47	-6,79	0,0000	0,00	0,000
11	1,65	20,11	10,05	-95,47	-8,74	0,0000	0,00	0,000
12	1,81	20,11	10,05	-95,47	-11,00	0,0000	0,00	0,000
13	1,98	20,11	10,05	-95,47	-13,61	0,0000	0,00	0,000
14	2,14	20,11	10,05	-95,47	-16,57	0,0000	0,00	0,000
15	2,31	20,11	10,05	-95,47	-19,92	0,0000	0,00	0,000
16	2,47	20,11	10,05	-95,47	-23,67	0,0000	0,00	0,000
17	2,64	20,11	10,05	-95,47	-27,84	0,0000	0,00	0,000
18	2,80	40,21	20,11	-106,23	-32,46	0,0000	0,00	0,000
19	2,97	20,11	10,05	-95,47	-37,55	0,0000	0,00	0,000
20	3,13	20,11	10,05	-95,47	-43,12	0,0000	0,00	0,000
21	3,30	20,11	10,05	-95,47	-49,21	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	S _m	w
1	-1,40	20,11	20,11	-129,81	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-1,32	20,11	20,11	129,81	0,20	0,0000	0,00	0,000
3	-1,24	20,11	20,11	129,81	0,80	0,0000	0,00	0,000
4	-1,16	20,11	20,11	129,81	1,80	0,0000	0,00	0,000
5	-1,08	20,11	20,11	129,81	3,19	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	101 di 111

6	-1,00	20,11	20,11	129,81	4,99	0,0000	0,00	0,000
7	-0,92	20,11	20,11	129,81	7,20	0,0000	0,00	0,000
8	-0,84	20,11	20,11	129,81	9,80	0,0000	0,00	0,000
9	-0,76	20,11	20,11	129,81	12,81	0,0000	0,00	0,000
10	-0,68	20,11	20,11	129,81	16,22	0,0000	0,00	0,000
11	-0,60	20,11	20,11	129,81	20,04	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	20,11	20,11	-129,81	-49,79	0,0000	0,00	0,000
13	0,26	20,11	20,11	-129,81	-39,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,52	20,11	20,11	-129,81	-31,26	0,0000	0,00	0,000
15	0,78	20,11	20,11	-129,81	-23,70	0,0000	0,00	0,000
16	1,04	20,11	20,11	-129,81	-17,24	0,0000	0,00	0,000
17	1,30	20,11	20,11	-129,81	-11,85	0,0000	0,00	0,000
18	1,56	20,11	20,11	-129,81	-7,51	0,0000	0,00	0,000
19	1,82	20,11	20,11	-129,81	-4,18	0,0000	0,00	0,000
20	2,08	20,11	20,11	-129,81	-1,84	0,0000	0,00	0,000
21	2,34	20,11	20,11	-129,81	-0,46	0,0000	0,00	0,000
22	2,60	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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	102 di 111

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	0,16	2,4272	2,4272	0,0743	0,0882	0,9308	1,0973
3	0,33	4,8544	4,8544	0,3170	0,3713	2,0402	2,3610
4	0,49	7,2816	7,2816	0,7572	0,8764	3,3252	3,7882
5	0,66	9,7087	9,7087	1,4239	1,6304	4,7850	5,3783
6	0,82	12,1359	12,1359	2,3459	2,6602	6,4197	7,1313
7	0,99	14,5631	14,5631	3,5521	3,9926	8,2293	9,0472
8	1,15	16,9903	16,9903	5,0712	5,6547	10,2137	11,1260
9	1,32	19,4175	19,4175	6,9322	7,6732	12,3730	13,3676
10	1,48	21,8447	21,8447	9,1639	10,0750	14,7071	15,7721
11	1,65	24,2718	24,2718	11,7951	12,8869	17,1509	18,3396
12	1,81	26,6990	26,6990	14,8548	16,1360	19,6959	21,0699
13	1,98	29,1262	29,1262	18,3718	19,8489	22,3917	23,9630
14	2,14	31,5534	31,5534	22,3748	24,0527	25,2383	27,0191
15	2,31	33,9806	33,9806	26,8928	28,7742	28,2358	30,2381
16	2,47	36,4078	36,4078	31,8340	34,0403	31,3840	33,6199
17	2,64	38,8350	38,8350	37,2825	39,8777	34,6831	37,1646
18	2,80	41,2621	41,2621	43,2877	46,3135	38,1329	40,8722
19	2,97	43,6893	43,6893	49,8746	53,3745	41,7336	44,7427
20	3,13	46,1165	46,1165	57,0681	61,0876	45,4851	48,7761
21	3,30	48,5437	48,5437	64,8919	69,4785	49,3633	52,9463



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	103 di 111

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	0,16	2,4272	2,4272	0,0551	0,0551	0,6895	0,6895
3	0,33	4,8544	4,8544	0,2348	0,2348	1,5113	1,5113
4	0,49	7,2816	7,2816	0,5609	0,5609	2,4631	2,4631
5	0,66	9,7087	9,7087	1,0548	1,0548	3,5445	3,5445
6	0,82	12,1359	12,1359	1,7377	1,7377	4,7553	4,7553
7	0,99	14,5631	14,5631	2,6312	2,6312	6,0958	6,0958
8	1,15	16,9903	16,9903	3,7564	3,7564	7,5657	7,5657
9	1,32	19,4175	19,4175	5,1350	5,1350	9,1652	9,1652
10	1,48	21,8447	21,8447	6,7881	6,7881	10,8942	10,8942
11	1,65	24,2718	24,2718	8,7371	8,7371	12,7527	12,7527
12	1,81	26,6990	26,6990	11,0036	11,0036	14,7407	14,7407
13	1,98	29,1262	29,1262	13,6087	13,6087	16,8583	16,8583
14	2,14	31,5534	31,5534	16,5739	16,5739	19,1054	19,1054
15	2,31	33,9806	33,9806	19,9206	19,9206	21,4820	21,4820
16	2,47	36,4078	36,4078	23,6701	23,6701	23,9882	23,9882
17	2,64	38,8350	38,8350	27,8438	27,8438	26,6239	26,6239
18	2,80	41,2621	41,2621	32,4631	32,4631	29,3891	29,3891
19	2,97	43,6893	43,6893	37,5494	37,5494	32,2838	32,2838
20	3,13	46,1165	46,1165	43,1239	43,1239	35,3081	35,3081
21	3,30	48,5437	48,5437	49,2072	49,2072	38,4412	38,4412

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=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	104 di 111

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	0,08	0,2389	0,2837	5,9699	7,0819
3	0,16	0,9547	1,1314	11,9217	14,1013
4	0,24	2,1459	2,5382	17,8553	21,0580
5	0,32	3,8111	4,4991	23,7709	27,9521
6	0,40	5,9488	7,0089	29,6683	34,7837
7	0,48	8,5575	10,0628	35,5477	41,5526
8	0,56	11,6359	13,6557	41,4089	48,2590
9	0,64	15,1825	17,7825	47,2519	54,9027
10	0,72	19,1957	22,4384	53,0769	61,4839
11	0,80	23,6743	27,6183	58,8838	68,0025

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,08	0,1805	0,1992	4,5184	4,9811
3	0,16	0,7237	0,7972	9,0661	9,9725
4	0,24	1,6319	1,7950	13,6429	14,9743
5	0,32	2,9074	3,1934	18,2491	19,9864
6	0,40	4,5525	4,9931	22,8845	25,0089
7	0,48	6,5697	7,1951	27,5491	30,0418
8	0,56	8,9612	9,8001	32,2429	35,0850
9	0,64	11,7293	12,8090	36,9661	40,1386
10	0,72	14,8765	16,2225	41,7184	45,2025
11	0,80	18,4050	20,0416	46,5000	50,2768



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	105 di 111

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	0,26	-1,5899	-1,0600	-12,1984	-8,0434
3	0,52	-6,3266	-4,1252	-24,2056	-15,4255
4	0,78	-14,1603	-9,0239	-36,0213	-22,1465
5	1,04	-25,0411	-15,5841	-47,6457	-28,2064
6	1,30	-38,9195	-23,6339	-59,0788	-33,6050
7	1,56	-55,7455	-33,0014	-70,3206	-38,3425
8	1,82	-75,4696	-43,5147	-81,3710	-42,4188
9	2,08	-98,0418	-55,0019	-92,2300	-45,8339
10	2,34	-123,4126	-67,2911	-102,8977	-48,5879
11	2,60	-151,5321	-80,2103	-113,3741	-50,6806

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,26	-0,4552	-0,2644	-3,5196	-2,0851
3	0,52	-1,8397	-1,1110	-7,1487	-4,4790
4	0,78	-4,1820	-2,6202	-10,8872	-7,1818



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	106 di 111

5	1,04	-7,5105	-4,8723	-14,7351	-10,1935
6	1,30	-11,8537	-7,9476	-18,6925	-13,5141
7	1,56	-17,2401	-11,9264	-22,7592	-17,1436
8	1,82	-23,6980	-16,8891	-26,9354	-21,0820
9	2,08	-31,2560	-22,9159	-31,2210	-25,3293
10	2,34	-39,9424	-30,0871	-35,6161	-29,8854
11	2,60	-49,7858	-38,4830	-40,1205	-34,7504

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 _{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]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle 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]

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, 60	20,11	10,05	0,00	0,00	1000,00	220,56	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	107 di 111

2	0,16	100,60	20,11	10,05	7586,13	-234,03	3125,49	220,89	--	--
3	0,33	100,60	20,11	10,05	6789,18	-463,10	1398,57	221,21	--	--
4	0,49	100,60	20,11	10,05	5701,55	-632,64	783,01	221,54	--	--
5	0,66	100,60	20,11	10,05	4749,28	-754,41	489,18	221,87	--	--
6	0,82	100,60	20,11	10,05	3968,23	-837,58	326,98	222,20	--	--
7	0,99	100,60	20,11	10,05	3247,89	-890,45	223,02	222,52	--	--
8	1,15	100,60	20,11	10,05	2551,88	-849,31	150,20	222,85	--	--
9	1,32	100,60	20,11	10,05	2001,78	-791,04	103,09	223,18	--	--
10	1,48	100,60	20,11	10,05	1595,02	-735,64	73,02	223,51	--	--
11	1,65	100,60	20,11	10,05	1280,35	-679,79	52,75	223,83	--	--
12	1,81	100,60	20,11	10,05	1059,75	-640,48	39,69	224,16	--	--
13	1,98	100,60	20,11	10,05	879,57	-599,41	30,20	224,49	--	--
14	2,14	100,60	20,11	10,05	746,56	-569,09	23,66	224,82	--	--
15	2,31	100,60	20,11	10,05	644,63	-545,86	18,97	225,14	--	--
16	2,47	100,60	20,11	10,05	564,22	-527,53	15,50	225,47	--	--
17	2,64	100,60	20,11	10,05	499,33	-512,74	12,86	225,80	--	--
18	2,80	100,60	40,21	20,11	842,35	-945,48	20,41	283,46	--	--
19	2,97	100,60	20,11	10,05	401,44	-490,43	9,19	226,46	--	--
20	3,13	100,60	20,11	10,05	363,75	-481,84	7,89	226,78	--	--
21	3,30	100,60	20,11	10,05	331,52	-474,49	6,83	227,11	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100,60	20,11	10,05	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,16	100,60	20,11	10,05	0,005	0,002	-0,045	-0,069
3	0,33	100,60	20,11	10,05	0,011	0,003	-0,068	-0,160
4	0,49	100,60	20,11	10,05	0,020	0,005	-0,066	-0,277
5	0,66	100,60	20,11	10,05	0,032	0,008	-0,036	-0,424
6	0,82	100,60	20,11	10,05	0,047	0,010	0,060	-0,617
7	0,99	100,60	20,11	10,05	0,068	0,013	0,290	-0,873
8	1,15	100,60	20,11	10,05	0,096	0,016	0,731	-1,202
9	1,32	100,60	20,11	10,05	0,132	0,020	1,442	-1,605
10	1,48	100,60	20,11	10,05	0,176	0,024	2,455	-2,078



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000014	A	108 di 111

11	1,65	100,60	20,11	10,05	0,228	0,028	3,788	-2,622
12	1,81	100,60	20,11	10,05	0,288	0,032	5,460	-3,239
13	1,98	100,60	20,11	10,05	0,357	0,037	7,486	-3,931
14	2,14	100,60	20,11	10,05	0,435	0,042	9,887	-4,702
15	2,31	100,60	20,11	10,05	0,522	0,047	12,680	-5,558
16	2,47	100,60	20,11	10,05	0,620	0,052	15,886	-6,502
17	2,64	100,60	20,11	10,05	0,728	0,058	19,527	-7,539
18	2,80	100,60	40,21	20,11	0,648	0,064	12,441	-7,255
19	2,97	100,60	20,11	10,05	0,978	0,070	28,194	-9,911
20	3,13	100,60	20,11	10,05	1,121	0,077	33,263	-11,255
21	3,30	100,60	20,11	10,05	1,277	0,084	38,850	-12,711



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	109 di 111

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]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]
σ_{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]
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)

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	0,08	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	1676,66	239,40	--	--
3	0,16	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	420,40	239,40	--	--
4	0,24	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	187,40	239,40	--	--
5	0,32	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	105,72	239,40	--	--
6	0,40	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	67,87	239,40	--	--
7	0,48	100, 70	20,11	20,11	0,00	475,66	47,27	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000014	A	110 di 111

8	0,56	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	34,83	239,40	--	--
9	0,64	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	26,75	239,40	--	--
10	0,72	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	21,20	239,40	--	--
11	0,80	100,70	20,11	20,11	0,00	475,66	17,22	239,40	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0,00	100,70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,08	100,70	20,11	20,11	0,004	0,009	0,169	-0,033
14	0,16	100,70	20,11	20,11	0,014	0,018	0,675	-0,130
15	0,24	100,70	20,11	20,11	0,032	0,028	1,521	-0,294
16	0,32	100,70	20,11	20,11	0,057	0,037	2,706	-0,522
17	0,40	100,70	20,11	20,11	0,089	0,046	4,230	-0,816
18	0,48	100,70	20,11	20,11	0,129	0,055	6,096	-1,177
19	0,56	100,70	20,11	20,11	0,175	0,064	8,303	-1,603
20	0,64	100,70	20,11	20,11	0,229	0,074	10,852	-2,095
21	0,72	100,70	20,11	20,11	0,290	0,083	13,744	-2,653
22	0,80	100,70	20,11	20,11	0,358	0,092	16,980	-3,277

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 _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Red}	V _{Rsd}
1	0,00	100,70	20,11	20,11	0,00	0,00	1000,00	239,40	--	--
2	0,26	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	299,17	239,40	--	--
3	0,52	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	75,18	239,40	--	--
4	0,78	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	33,59	239,40	--	--
5	1,04	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	19,00	239,40	--	--
6	1,30	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	12,22	239,40	--	--



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

Relazione di calcolo muri d'ala H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000014	A	111 di 111

7	1,56	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	8,53	239,40	--	--
8	1,82	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	6,30	239,40	--	--
9	2,08	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	4,85	239,40	--	--
10	2,34	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	3,85	239,40	--	--
11	2,60	100,70	20,11	20,11	0,00	-475,66	3,14	239,40	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0,00	100,70	20,11	20,11	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,26	100,70	20,11	20,11	0,008	-0,006	-0,074	0,386
14	0,52	100,70	20,11	20,11	0,033	-0,013	-0,301	1,559
15	0,78	100,70	20,11	20,11	0,075	-0,020	-0,684	3,543
16	1,04	100,70	20,11	20,11	0,134	-0,027	-1,228	6,363
17	1,30	100,70	20,11	20,11	0,212	-0,034	-1,938	10,043
18	1,56	100,70	20,11	20,11	0,308	-0,042	-2,819	14,606
19	1,82	100,70	20,11	20,11	0,424	-0,050	-3,875	20,078
20	2,08	100,70	20,11	20,11	0,559	-0,057	-5,111	26,481
21	2,34	100,70	20,11	20,11	0,714	-0,065	-6,532	33,841
22	2,60	100,70	20,11	20,11	0,890	-0,074	-8,141	42,180