

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 ad U 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 6 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

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Tecnica
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Piero Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 1817/9

File: LI0202D78CLIN0000016A.doc

n. Elab.:

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
5.1	INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE	7
6.	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	8
7.	MATERIALI	11
8.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE	13
8.1	METODOLOGIA DI CALCOLO	13
8.2	AZIONI	14
8.2.1	<i>Peso proprio</i>	14
8.2.2	<i>Spinta del terreno in condizioni statiche</i>	14
8.2.3	<i>Spinta in presenza di falda</i>	15
8.2.4	<i>Azioni sismiche</i>	15
8.2.5	<i>Azioni variabili da traffico (Q1)</i>	16
8.2.6	<i>Coefficienti di attrito struttura-terreno</i>	16
8.3	APPROCCI PROGETTUALI E METODI DI VERIFICA	18
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO	18
8.5	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE	19
9.	RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE	21
9.1	MODELLO DI CALCOLO	21
9.2	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO	23
9.3	ARMATURE DI PROGETTO	26
9.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E FESSURAZIONE	27
9.5	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	28
	TABULATI DI CALCOLO.....	29

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA LI02	LOTTO 02D78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000016	REV. A

1. GENERALITA'

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

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le Analisi e Verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento ai muri di sostegno previsti in prossimità delle interferenze idrauliche (IN) che ricadano nella tipologia di muri ad U in c.a. aventi un'altezza dell'opera H_{tot} , data dalla somma dell'altezza del paramento e dello spessore della fondazione, compresa tra 2.5m e 4m.

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La tipologia di muro a cui si fa riferimento è un muro ad U 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 2.5 e 4m.

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

Tipo	Htot [m]	PARAMENTO		FONDAZIONE	
		Hpara [m]	s [m]	h [m]	Lf [m]
muro ad U	4	3.3	0.6	0.7	5.2

Tabella 3.1 – Caratteristiche geometriche dei muri di sostegno

Di seguito si riporta la sezione trasversale della tipologia d'opera considerata. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

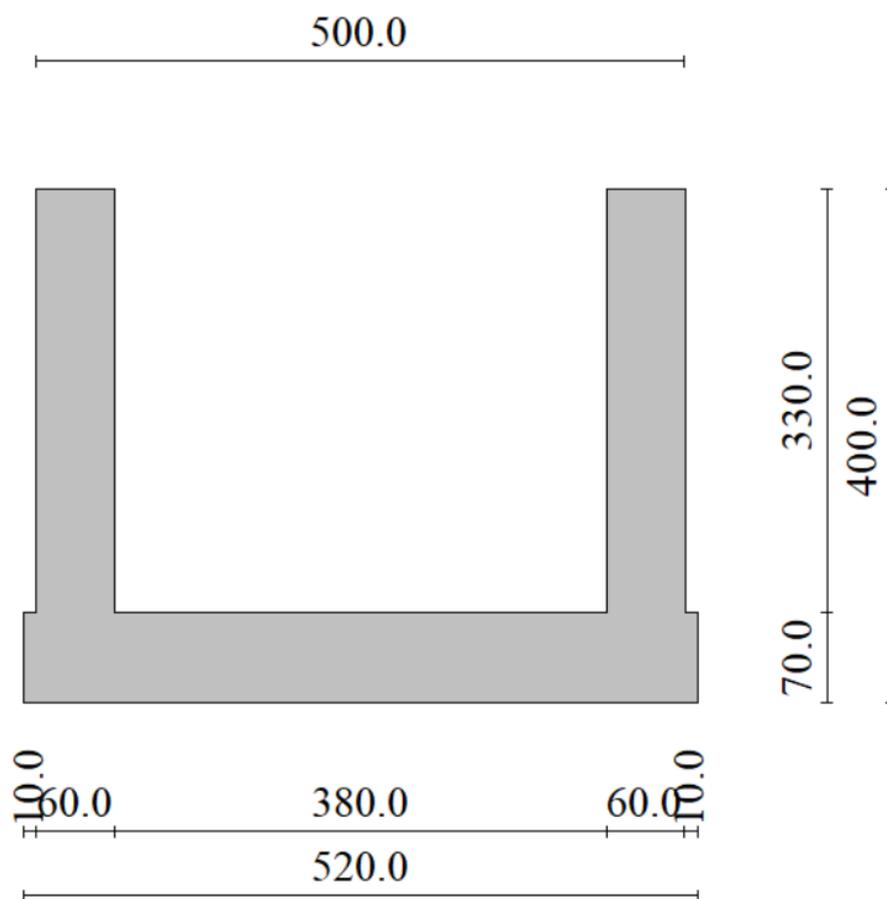


Figura 3.1 – Sezioni trasversale tipo

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 ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000016	A	5 di 91

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



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	6 di 91

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 rinfiacco, 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'	E_o	k_w
		(kN/m^3)	($^\circ$)	(kPa)	(MPa)	(kPa/m)
Terreno di Rinfiacco	Terreno da rilevato ferroviario	20	38	0.0	35	0
Terreno di Fondazione	CGC2	19.5	25	10.0	200	7555

Falda: Posta in corrispondenza del piano di posa della fondazione

Dove k_w è la costante di sottofondo definita al paragrafo seguente.



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	7 di 91

5.1 interazione terreno-fondazione

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo di deformazione elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.25;

B = larghezza della fondazione.

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Fondazione Rigida	c_t
- rettangolare con $L/B \leq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
- rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$

dove L é il lato maggiore della fondazione.

Sulla base della geometria della fondazione e delle condizioni geotecniche locali verrà valutato il modulo di deformazione elastico per il calcolo del coefficienti di sottofondo.

In particolare il modulo di deformazione elastico potrà essere determinato dal modulo di deformazione elastico iniziale (E_0) come $E = E_0 / (5 \div 10)$.

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

E(KN/m²) =	40000	
ν =	0.25	
B (m) =	6.2	
L (m) =	6.98	
c_t =	0.91	
Kw =	7555	KN/m ³

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000016	A	8 di 91

6. CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA

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

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

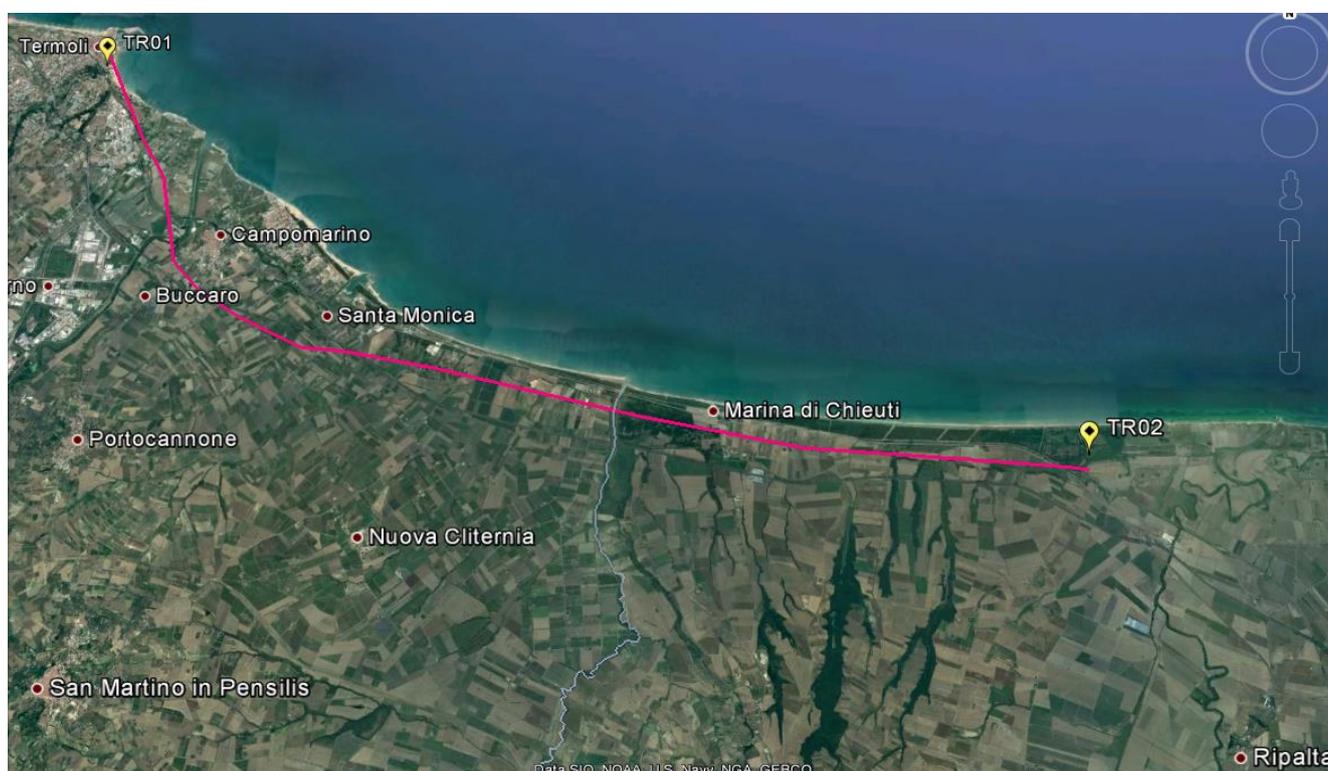


Figura 1 – Configurazione planimetrica tracciato

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

 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 ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000016	A	9 di 91

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

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

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 provvisionali 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 ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000016	A	10 di 91

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 ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	11 di 91

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)	$\sigma_{lim} = 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	12 di 91

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 $w_1=0,20$ 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 ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000016	A	13 di 91

8. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

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

8.1 Metodologia di calcolo

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo “SCAT - Analisi Strutture Scatolari- Versione 11.0” della Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS).

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfiacco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione.

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

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi. Il terreno di fondazione viene schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa. A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, K_e , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura K . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali p . Indicando con u il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti u

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

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

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

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- Calcolo della spinta del terreno;
- Calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- Progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

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

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN0000016	A	14 di 91

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

8.2 Azioni

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

CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	
1	Peso Proprio
2	Spinta terreno sinistra
3	Spinta terreno destra
4	Spinta Falda
5	Sisma sinistra
6	Sisma destra
7	Sovraccarico stradale

8.2.1 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. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

8.2.2 Spinta del terreno in condizioni statiche

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

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

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA LI02	LOTTO 02D78	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN0000016	REV. A

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono:

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

8.2.3 Spinta in presenza di falda

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.

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.

8.2.4 Azioni sismiche

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

Forze d'inerzia

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \cdot W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \cdot W$$

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

$$k_h = a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

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

$$a_{max} = S \cdot a = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al paragrafo 6 risulta:



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	16 di 91

Condizione	Cat. di sottosuolo	a_g/g	$S=SsSt$	a_{max}/g	β_m (-)	K_h (-)
SLV	C	0.224	1.366	0.306	1.00	0.306

dove:

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

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

Spinta sismica terreno

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

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

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

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

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

8.2.5 Azioni variabili da traffico (Q1)

Si assume cautelativamente un carico da traffico convenzionale, uniformemente distribuito, pari a 10 kPa ed applicato al p.c.

8.2.6 Coefficienti di attrito struttura-terreno

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0.6 \phi'$. Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

- | | | |
|-----|-------------------|----------------------------------|
| per | $\phi < 30^\circ$ | $\mu = \text{tg } \phi'$; |
| per | $\phi > 35^\circ$ | $\mu = 0.85 \text{ tg } \phi'$; |



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000016	A	17 di 91

per $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ μ si ricava per interpolazione lineare

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

	LINEA PESCARA - BARI RADDOPPIO TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA LOTTI 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA					
	Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	LI02	02D78	CL	IN000016	A	18 di 91

8.3 Approcci progettuali e metodi di verifica

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

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

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

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

8.4 Combinazioni di carico

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

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

Variabili da traffico: $\Psi_0 = 0.40$ $\Psi_1 = 0.40$ $\Psi_2 = 0.00$

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



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	19 di 91

8.5 Carico limite di fondazioni dirette

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di **Meyerhof**, di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- ca Adesione lungo la base della fondazione ($c_a \leq c$)
- θ Angolo che la retta d'azione del carico forma con la verticale
- 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

Meyerhof propone per la valutazione di q_{ult} , le seguenti espressioni generali:

Carico verticale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

Carico inclinato

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + q \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

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,

In particolare risulta:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	20 di 91

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$d_q = d_\gamma = 1$	$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{K_p} \frac{D}{B}$

Fattori di forma

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B}{L}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_q = s_\gamma = 1$	$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B}{L}$

Fattori inclinazione del carico

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\vartheta}{90}\right)^2$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\vartheta}{\phi}\right)^2$

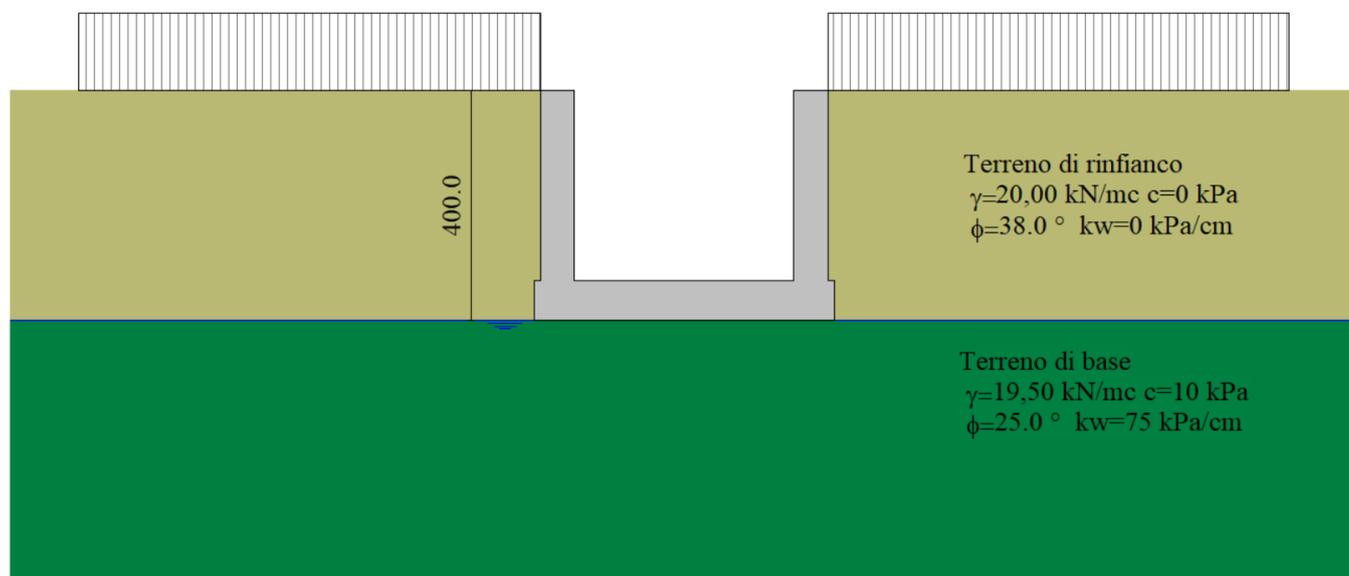
L'espressione di Meyerhof presuppone pertanto l'orizzontalità del piano di posa, condizione verificata per il caso in esame.

9. RISULTATI, ANALISI E VERIFICHE

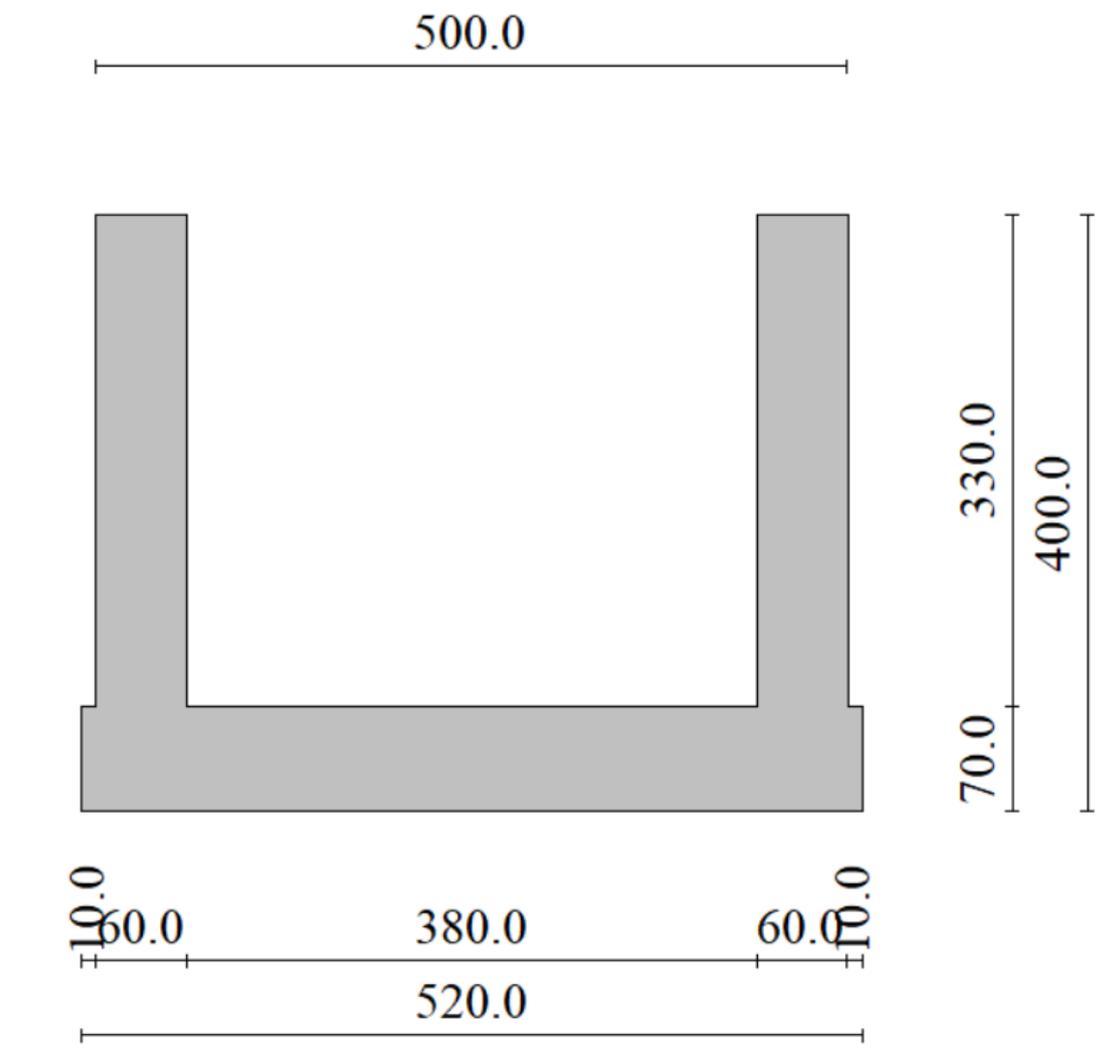
Di seguito di riporta una descrizione della modellazione effettuata mediante ausilio del software di calcolo SCAT v.11 prodotto dalla AZTEC Informativa, con una descrizione del modello strutturale implementato, sollecitazioni di calcolo ottenute e risultati delle verifiche effettuate.

9.1 Modello di calcolo

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

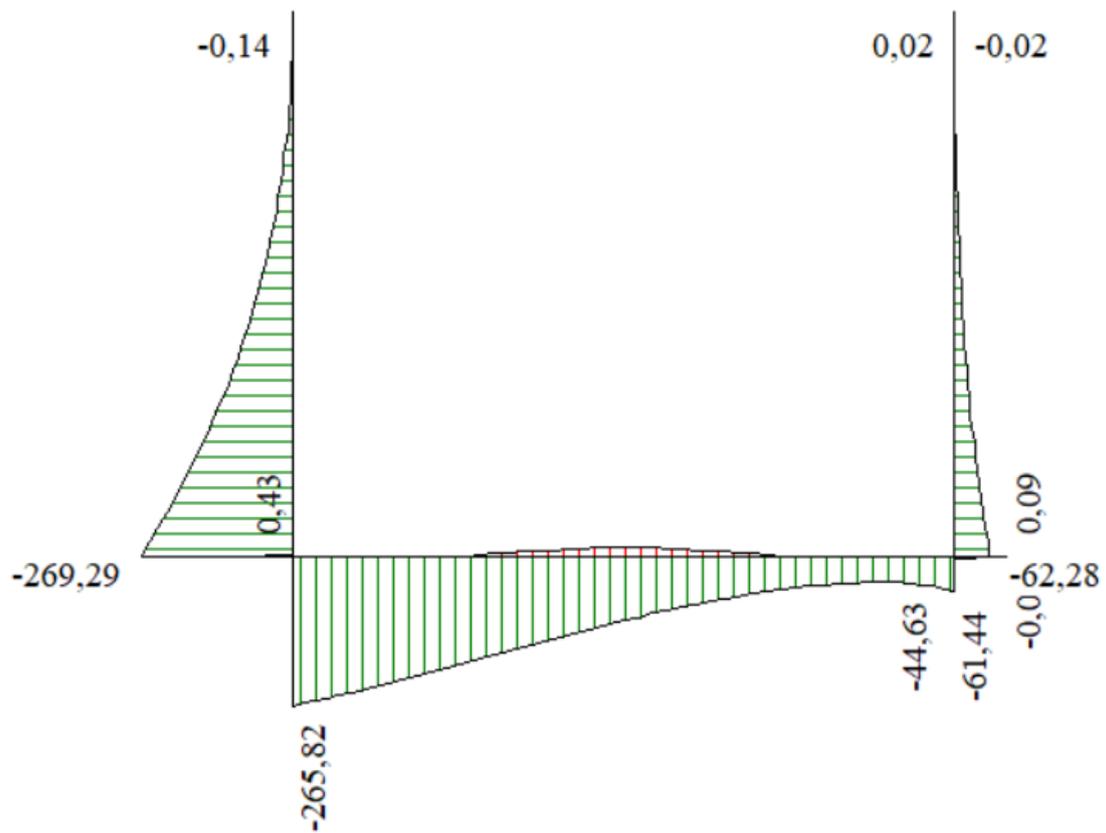


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 1/2

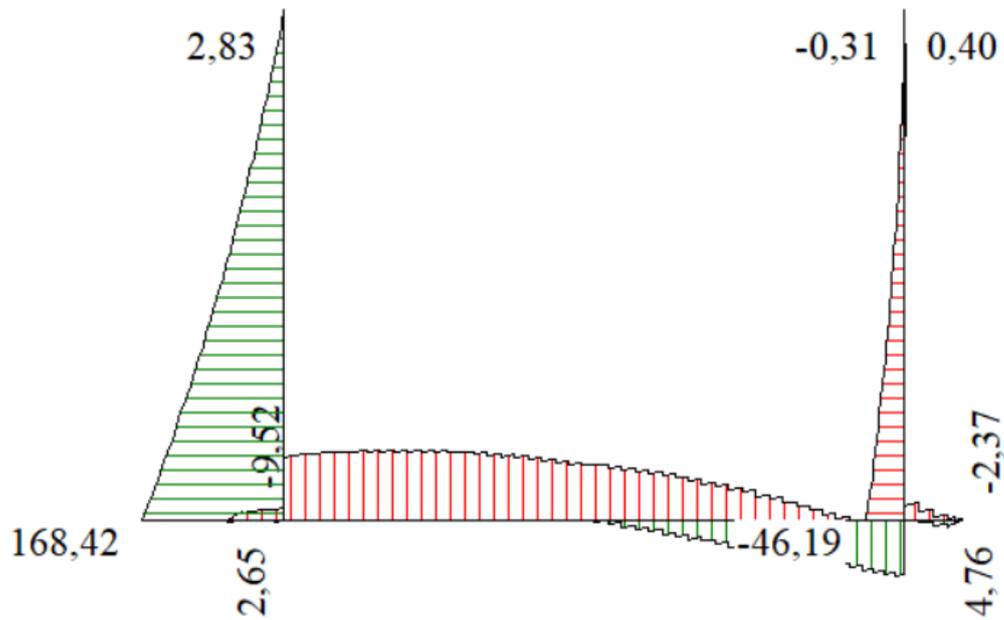


Modello Geometrico Geotecnico di Riferimento – 2/2

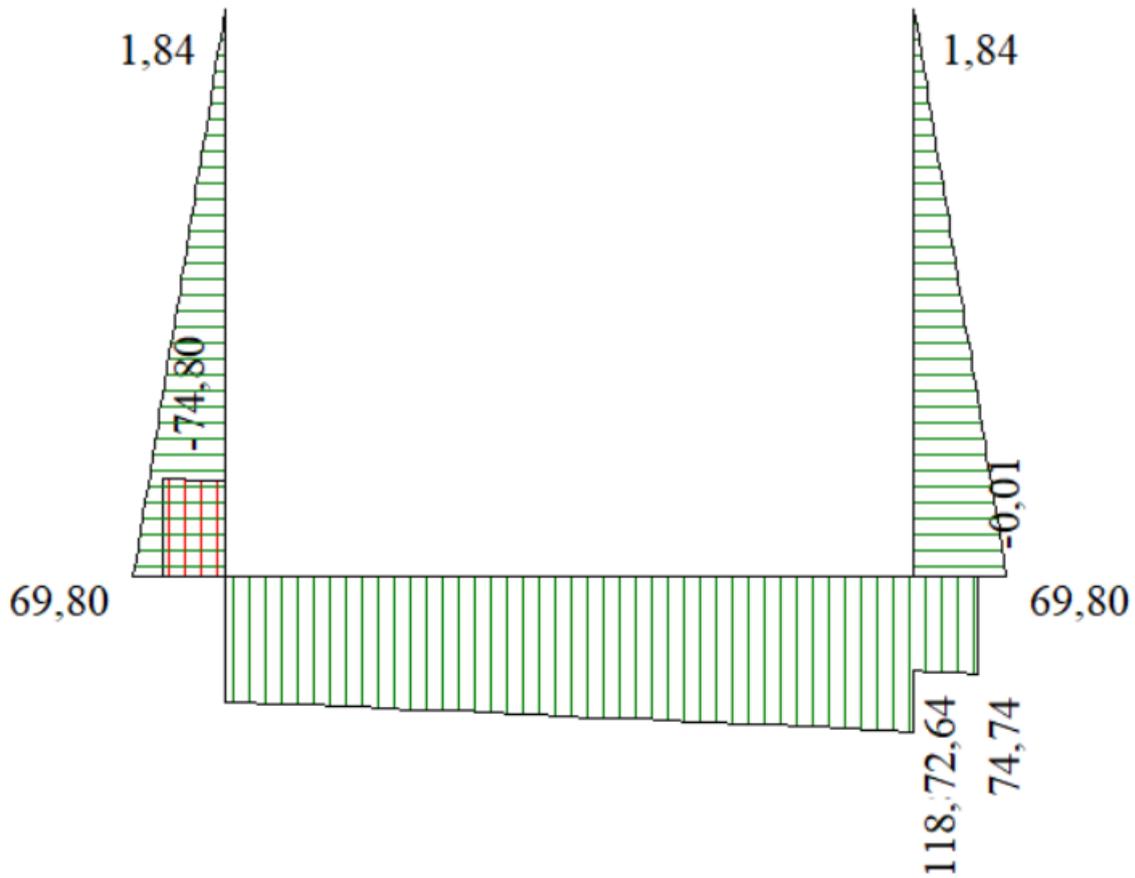
9.2 Sollecitazioni di calcolo



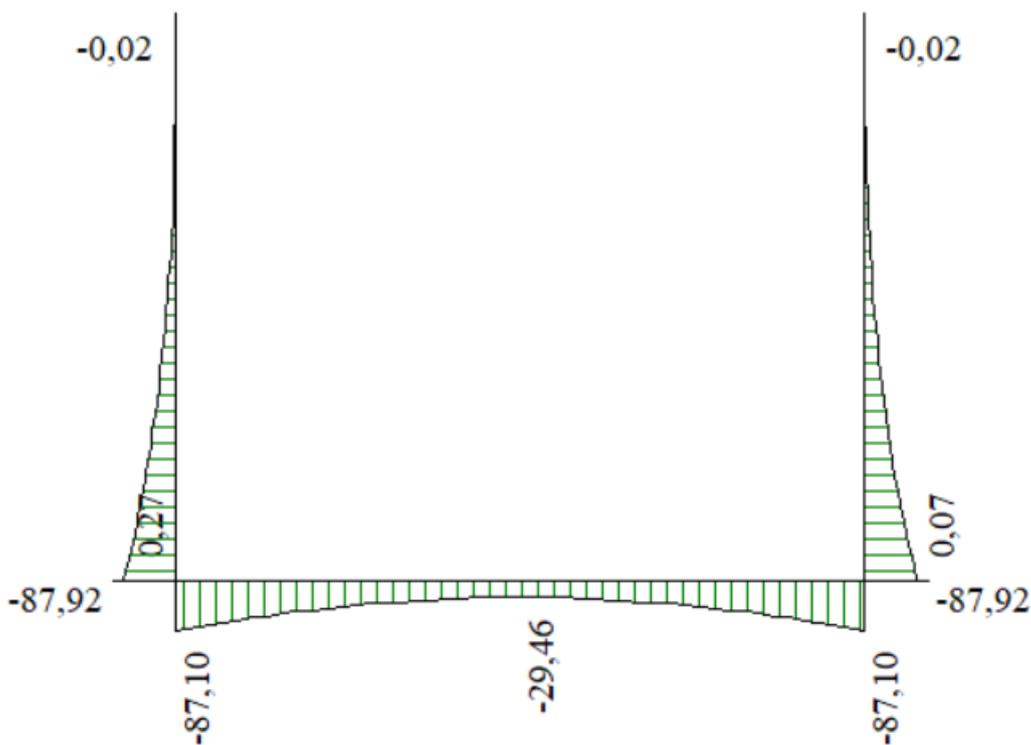
Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del taglio – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi dello sforzo normale – SLU statico e sismico



Inviluppo diagrammi del momento flettente – SLE

9.3 Armature di progetto

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

Elemento	Armatura a flessione		Armatura a taglio
	Af 1	Af 2	Af t
PIEDRITTI	Φ20/10 cm	Φ20/10 cm	Spilli 6 φ 8mq
FONDAZIONE	Φ20/20 cm	Φ20/20 cm	Spilli 6 φ 8mq

Af1: Armatura lato esterno (terreno)

Af2: Armatura lato interno



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	27 di 91

9.4 Verifiche di resistenza e fessurazione

Il software esegue in automatico tutte le verifiche strutturali sia allo stato limite ultimo che allo stato limite di esercizio.

Per i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato. I criteri generali di verifica adottati dal Software, sono quelli esposti al paragrafo 8.1.

Per quanto riguarda il taglio il programma prevede sia la verifica per elementi non armati a taglio e sia quella per elementi dotati di apposita armatura a taglio, disponendo tuttavia ferri sagomati resistenti a taglio e non staffe o tiranti. Per questo motivo le verifiche a taglio vengono eseguite manualmente attraverso l'ausilio di fogli di calcolo strutturati ad hoc sulla base del DM2008:

Verifica a taglio						
Sezione	V_{Ed}	b	h	V_{Rd}	Verificato	Armatura a taglio
[-]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[-]	[-]
Piedritti	169	100	40	253.87	SI	- *
Fondazione	69	100	60	218.77	SI	- *

*La fondazione ed i piedritti sono stati verificati come un elemento in c.a. non armato a taglio ($V_{Ed} < V_{Rct}$). Tuttavia si considera un minimo di armatura a taglio costituito da Spilli 6 ϕ 8mq.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 14,9 MPa (per calcestruzzo di classe C25/30 combinazioni rare) e di 360 MPa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_1=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2 ed armature poco sensibili).

Come si evince dai tabulati le verifiche risultano soddisfatte.



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	28 di 91

9.5 Verifiche geotecniche

La verifica a carico limite è stata eseguita in automatico dal software di calcolo attraverso l'utilizzo di della formula di Meyerhof, come già specificato in precedenza; nel seguito si riportano i risultati ottenuti per il caso in esame:

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]
<i>Q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN/m]
<i>Q_v</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN/m]
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N _c	N _q	N _γ	N' _c	N' _q	N' _γ	q _u	Q _u	Q _v	FS
1	20,72	10,66	6,77	35,28	14,17	8,99	1,713	8906,70	275,47	32,33
2	15,27	6,70	3,11	24,49	8,60	4,00	0,985	5121,45	212,13	24,14
3	20,72	10,66	6,77	8,02	3,72	2,64	0,183	949,56	179,74	5,28
4	20,72	10,66	6,77	10,71	4,97	0,58	0,290	1509,21	239,91	6,29
5	15,27	6,70	3,11	7,77	3,10	1,09	0,188	979,49	239,91	4,08
6	15,27	6,70	3,11	5,81	2,32	3,08	0,127	660,98	179,74	3,68



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	29 di 91

TABULATI DI CALCOLO

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni esposte nel documento sono stati, inoltre, sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software.

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

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

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

Geometria scatolare

Descrizione:

Scatolare tipo vasca

Altezza esterna	4,00	[m]
Larghezza esterna	5,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,10	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,10	[m]



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	30 di 91

Spessore piedritto sinistro	0,60	[m]
Spessore piedritto destro	0,60	[m]
Spessore fondazione	0,70	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfiango

Descrizione	Terreno di rinfiango	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	38,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	23,33	[°]
Coesione	0,000	[MPa]
Costante di Winkler	0,000	[MPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	19,5000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19,5000	[kN/mc]
Angolo di attrito	25,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,00	[°]
Coesione	0,010	[MPa]
Costante di Winkler	0,075	[MPa/cm]
Tensione limite	0,196	[MPa]

Falda

Quota falda (rispetto al piano di posa)	0,00	[m]
---	------	-----



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	31 di 91

Caratteristiche materiali utilizzati

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	30,000	[MPa]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	30976,850	[MPa]
Tensione di snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

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

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F _y	componente Y del carico concentrato



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	32 di 91

F_x componente X del carico concentrato

M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale

V_{ni} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_e variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_i variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°6 (Spinta falda)

Condizione di carico n°7 (carico stradale)

Distr	Terreno	$X_i= 5,10$	$X_f= 13,10$	$V_{ni}= 10,00$	$V_{nf}= 10,00$
-------	---------	-------------	--------------	-----------------	-----------------

Distr	Terreno	$X_i= -7,90$	$X_f= 0,10$	$V_{ni}= 10,00$	$V_{nf}= 10,00$
-------	---------	--------------	-------------	-----------------	-----------------

Impostazioni di progetto



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	33 di 91

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

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

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

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

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
σ_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
ρ_l	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α_c	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

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

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

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

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente moderatamente aggressivo



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	34 di 91

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) $0.60 f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) $0.45 f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) $0.80 f_{yk}$

Criteria verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w_1=0,10$ $w_2=0,15$ $w_3=0,20$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 6,00 [cm]



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	35 di 91

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale 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

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000016	A	36 di 91

Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,35	1,15
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,20	1,20

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1,00	1,25
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	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>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1,00	1,00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0,00	0,00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	37 di 91

Coesione efficace	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta falda	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
carico stradale	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
carico stradale	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	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 ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	38 di 91

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

	Effetto	γ	Ψ	C
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	Effetto	γ	Ψ	C
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	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 ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	39 di 91

Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
carico stradale	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta falda	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
carico stradale	Sfavorevole	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 ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	40 di 91

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

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

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

u_x spostamento direzione X espresso in cm

u_y spostamento direzione Y espresso in cm

σ pressione sul terreno espressa in MPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Teoria di Terzaghi

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

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]

a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]

a Riposo [combinazione 4]

a Riposo [combinazione 5]

a Riposo [combinazione 6]

a Riposo [combinazione 7]

a Riposo [combinazione 8]

a Riposo [combinazione 9]

Sisma



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	41 di 91

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

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)	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 30.60$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 15.30$

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)	0.20
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*Ss) = 0.00$



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000016	A	42 di 91

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Spinta sismica

Wood

Angolo diffusione sovraccarico

30,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,384	0,000
2	0,470	0,000
3	0,384	0,850
4	0,384	0,850
5	0,470	0,919
6	0,470	0,919
7	0,384	0,000
8	0,384	0,000
9	0,384	0,000

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	58
Numero elementi piedritto sinistro	38
Numero elementi piedritto destro	38
Numero molle piedritto sinistro	39
Numero molle piedritto destro	39



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	43 di 91

Analisi della combinazione n° 1

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	-7,90	0,0000000
-7,90	0,10	0,0135000
0,10	5,10	0,0000000
5,10	13,10	0,0135000
13,10	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0051886 [MPa] Pressione inf. 0,0451598 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0051886 [MPa] Pressione inf. 0,0451598 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 2



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	44 di 91

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	-7,90	0,0000000
-7,90	0,10	0,0115000
0,10	5,10	0,0000000
5,10	13,10	0,0115000
13,10	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0054048 [MPa] Pressione inf. 0,0430035 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0054048 [MPa] Pressione inf. 0,0430035 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 3

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	23,10	0,0000000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	45 di 91

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0307471 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0307471 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0244840 [MPa] Pressione inf. 0,0244840 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 4

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	46 di 91

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0307471 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0307471 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0244840 [MPa] Pressione inf. 0,0244840 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 5

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
----	----	--------

-17,90	23,10	0,0000000
--------	-------	-----------

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0375987 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0375987 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	47 di 91

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0244840 [MPa] Pressione inf. 0,0244840 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 6

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0375987 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0375987 [MPa]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0244840 [MPa] Pressione inf. 0,0244840 [MPa]



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	48 di 91

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 7

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0307471 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0000000 [MPa] Pressione inf. 0,0307471 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 8



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	49 di 91

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
-17,90	-7,90	0,0000000
-7,90	0,10	0,0040000
0,10	5,10	0,0000000
5,10	13,10	0,0040000
13,10	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0015374 [MPa] Pressione inf. 0,0322844 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0015374 [MPa] Pressione inf. 0,0322844 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]

Analisi della combinazione n° 9

Pressione in calotta(solo peso terreno) 0,0000000 [MPa]

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[MPa]
----	----	--------



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	50 di 91

-17,90	-7,90	0,0000000
-7,90	0,10	0,0100000
0,10	5,10	0,0000000
5,10	13,10	0,0100000
13,10	23,10	0,0000000

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,0038434 [MPa] Pressione inf. 0,0345905 [MPa]

Piedritto destro Pressione sup. 0,0038434 [MPa] Pressione inf. 0,0345905 [MPa]

Falda

Spinta 0,00[kN]

Sottospinta 0,00000[MPa]



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000016	A	51 di 91

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	2,5951	-0,0259
1,27	-66,9932	-38,7509	85,4817
2,60	-39,4977	2,5388	85,4817
3,93	-66,9931	43,7971	85,4817
5,20	0,0000	-1,2975	-0,0259

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-115,5823	85,5076	69,7999
2,17	-18,7762	26,1079	34,9000
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-115,5823	-85,5076	69,7999
2,17	-18,7762	-26,1079	34,9000
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,9772	-0,0249



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	52 di 91

1,27	-74,5359	-30,0746	82,3207
2,60	-53,1801	1,9653	82,3207
3,93	-74,5358	33,9648	82,3207
5,20	0,0000	-0,9886	-0,0249

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-112,2138	82,3457	53,6923
2,17	-18,5347	25,5149	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-112,2138	-82,3457	53,6923
2,17	-18,5347	-25,5149	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,0000	-74,7993
1,27	-196,0664	-70,3065	88,8762
2,60	-100,5935	-64,8944	95,8615
3,93	-36,4330	-20,7854	102,8467
5,20	0,0000	-2,1866	74,7412



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	53 di 91

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-255,4046	157,0053	45,4765
2,17	-56,0670	65,6981	22,7382
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-32,3355	-34,7757	45,4765
2,17	-0,2998	-4,5833	22,7382
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,0000	-74,7993
1,27	-180,9654	-82,2194	88,8762
2,60	-78,9945	-62,1029	95,8615
3,93	-24,6270	-8,5059	102,8467
5,20	0,0000	-2,3665	74,7412

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-255,4046	157,0053	61,9080
2,17	-56,0670	65,6981	30,9540
4,00	0,0000	0,0000	0,0000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	54 di 91

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-32,3355	-34,7757	61,9080
2,17	-0,2998	-4,5833	30,9540
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	-0,0001	-74,8027
1,27	-194,7812	-82,3300	100,2836
2,60	-92,7075	-62,1140	107,2689
3,93	-38,4116	-8,3981	114,2542
5,20	0,0000	-2,3609	74,7378

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-269,2926	168,4162	61,9080
2,17	-57,8044	68,5502	30,9540
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-46,2235	-46,1866	61,9080
2,17	-2,0372	-7,4354	30,9540
4,00	0,0000	0,0000	0,0000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	55 di 91

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	0,0000	-74,8027
1,27	-209,9534	-70,3285	100,2836
2,60	-114,4133	-64,9335	107,2689
3,93	-50,2611	-20,7319	114,2542
5,20	0,0000	-2,1828	74,7378

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-269,2926	168,4162	45,4765
2,17	-57,8044	68,5502	22,7382
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 6)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-46,2235	-46,1866	45,4765
2,17	-2,0372	-7,4354	22,7382
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,9995	-0,0155
1,27	-26,1116	-29,0642	51,1917
2,60	-5,4982	1,9226	51,1917



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	56 di 91

3,93	-26,1116	32,9031	51,1917
5,20	0,0000	-0,9997	-0,0155

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-62,3231	51,2072	53,6923
2,17	-7,7967	12,7990	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 7)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-62,3231	-51,2072	53,6923
2,17	-7,7967	-12,7990	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,9982	-0,0172
1,27	-35,9036	-29,3509	56,8013
2,60	-15,0834	1,9343	56,8013
3,93	-35,9036	33,2063	56,8013
5,20	0,0000	-0,9991	-0,0172

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 8)



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	57 di 91

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-72,5638	56,8185	53,6923
2,17	-10,3568	15,6047	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 8)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-72,5638	-56,8185	53,6923
2,17	-10,3568	-15,6047	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,00	0,0000	1,9963	-0,0198
1,27	-50,5917	-29,7808	65,2158
2,60	-29,4612	1,9518	65,2158
3,93	-50,5916	33,6610	65,2158
5,20	0,0000	-0,9982	-0,0198

Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 9)

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-87,9248	65,2355	53,6923
2,17	-14,1971	19,8132	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000

Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 9)



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	58 di 91

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,35	-87,9248	-65,2355	53,6923
2,17	-14,1971	-19,8132	26,8461
4,00	0,0000	0,0000	0,0000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	59 di 91

Pressioni terreno

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,052
1,27	0,053
2,60	0,053
3,93	0,053
5,20	0,052

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,040
1,27	0,041
2,60	0,041
3,93	0,041
5,20	0,040

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,000
1,27	0,002
2,60	0,032
3,93	0,061
5,20	0,087

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	60 di 91

1,27	0,021
2,60	0,047
3,93	0,071
5,20	0,095

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,000
1,27	0,021
2,60	0,047
3,93	0,072
5,20	0,094

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,000
1,27	0,002
2,60	0,032
3,93	0,061
5,20	0,087

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,040
1,27	0,040
2,60	0,040
3,93	0,040
5,20	0,040

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 8)



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	61 di 91

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,040
1,27	0,041
2,60	0,041
3,93	0,041
5,20	0,040

Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	σ_t [MPa]
0,00	0,040
1,27	0,041
2,60	0,041
3,93	0,041
5,20	0,040



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	62 di 91

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{rd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sv}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

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

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 70,00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0,00	0,00 (-1,16)	-0,03	-8,29	-371,93	15,71	15,71	320,20
2	1,27	66,99 (89,31)	85,48	492,55	514,63	15,71	15,71	5,76
3	2,60	39,50 (40,96)	85,48	1821,14	872,63	15,71	15,71	21,30
4	3,93	66,99 (92,22)	85,48	471,46	508,63	15,71	15,71	5,52
5	5,20	0,00 (-0,75)	-0,03	-8,29	-371,93	15,71	15,71	320,20

Verifiche taglio



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	63 di 91

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,00	2,60	220,48	0,00	0,00	0,00
2	1,27	-38,75	232,21	0,00	0,00	0,00
3	2,60	2,54	232,21	0,00	0,00	0,00
4	3,93	43,80	232,21	0,00	0,00	0,00
5	5,20	-1,30	220,48	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0,35	-115,58 (-115,58)	69,80	429,80	-711,71	31,42	31,42	6,16
2	2,17	-18,78 (-31,46)	34,90	913,60	-823,67	31,42	31,42	26,18
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,35	85,51	265,36	0,00	0,00	0,00
2	2,17	26,11	260,65	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	64 di 91

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-115,58 (-115,58)	69,80	429,80	-711,71	31,42	31,42	6,16
2	2,17	-18,78 (-31,46)	34,90	913,60	-823,67	31,42	31,42	26,18
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	-85,51	265,36	0,00	0,00	0,00
2	2,17	-26,11	260,65	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,00	0,00 (1,14)	-0,02	-9,83	-371,46	15,71	15,71	394,35
2	1,27	74,54 (91,86)	82,32	450,46	502,65	15,71	15,71	5,47
3	2,60	53,18 (54,31)	82,32	998,09	658,50	15,71	15,71	12,12
4	3,93	74,54 (94,10)	82,32	436,18	498,59	15,71	15,71	5,30
5	5,20	0,00 (0,57)	-0,02	-9,83	-371,46	15,71	15,71	394,35

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,00	1,98	220,48	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	65 di 91

2	1,27	-30,07	231,78	0,00	0,00	0,00
3	2,60	1,97	231,78	0,00	0,00	0,00
4	3,93	33,96	231,78	0,00	0,00	0,00
5	5,20	-0,99	220,48	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-112,21 (-112,21)	53,69	329,43	-688,49	31,42	31,42	6,14
2	2,17	-18,53 (-30,93)	26,85	664,85	-766,11	31,42	31,42	24,77
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,35	82,35	263,18	0,00	0,00	0,00
2	2,17	25,51	259,56	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	66 di 91

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-112,21 (-112,21)	53,69	329,43	-688,49	31,42	31,42	6,14
2	2,17	-18,53 (-30,93)	26,85	664,85	-766,11	31,42	31,42	24,77
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	-82,35	263,18	0,00	0,00	0,00
2	2,17	-25,51	259,56	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,00	0,00 (0,00)	-74,80	-1103,36	-38,37	15,71	15,71	14,86
2	1,27	196,07 (236,56)	88,88	157,52	419,29	15,71	15,71	1,77
3	2,60	100,59 (137,97)	95,86	324,29	466,74	15,71	15,71	3,38
4	3,93	36,43 (48,41)	102,85	1878,47	884,11	15,71	15,71	18,26
5	5,20	0,00 (1,26)	74,74	8972,09	173,18	15,71	15,71	120,47

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,00	0,00	210,30	0,00	0,00	0,00
2	1,27	-70,31	232,68	0,00	0,00	0,00
3	2,60	-64,89	233,63	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000016	A	67 di 91

4	3,93	-20,79	234,59	0,00	0,00	0,00
5	5,20	-2,19	230,70	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-255,40 (-255,40)	45,48	113,70	-638,56	31,42	31,42	2,50
2	2,17	-56,07 (-88,00)	22,74	168,27	-651,19	31,42	31,42	7,40
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	157,01	262,07	0,00	0,00	0,00
2	2,17	65,70	259,00	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

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

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-32,34 (-32,34)	45,48	1273,67	-905,63	31,42	31,42	28,01



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	LI02	02D78	CL	IN0000016	A	68 di 91

2	2,17	-0,30 (-2,53)	22,74	7171,00	-797,02	31,42	31,42	315,37
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	-34,78	262,07	0,00	0,00	0,00
2	2,17	-4,58	259,00	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0,00	0,00 (0,00)	-74,80	-1091,35	-42,03	15,71	15,71	14,69
2	1,27	180,97 (228,32)	88,88	163,92	421,10	15,71	15,71	1,84
3	2,60	78,99 (114,77)	95,86	410,31	491,23	15,71	15,71	4,28
4	3,93	24,63 (29,53)	102,85	4098,38	1176,61	15,71	15,71	39,85
5	5,20	0,00 (-1,36)	74,74	8954,11	192,79	15,71	15,71	120,22

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,00	0,00	210,30	0,00	0,00	0,00
2	1,27	-82,22	232,68	0,00	0,00	0,00
3	2,60	-62,10	233,63	0,00	0,00	0,00
4	3,93	-8,51	234,59	0,00	0,00	0,00
5	5,20	-2,37	230,70	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	69 di 91

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-255,40 (-255,40)	61,91	157,22	-648,63	31,42	31,42	2,54
2	2,17	-56,07 (-88,00)	30,95	234,45	-666,51	31,42	31,42	7,57
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	157,01	264,29	0,00	0,00	0,00
2	2,17	65,70	260,11	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-32,34 (-32,34)	61,91	1992,59	-1040,76	31,42	31,42	32,19
2	2,17	-0,30 (-2,53)	30,95	7983,43	-651,81	31,42	31,42	257,91
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	70 di 91

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	-34,78	264,29	0,00	0,00	0,00
2	2,17	-4,58	260,11	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0,00	0,00 (0,00)	-74,80	-1091,36	-42,02	15,71	15,71	14,69
2	1,27	194,78 (242,20)	100,28	175,75	424,47	15,71	15,71	1,75
3	2,60	92,71 (128,49)	107,27	410,05	491,15	15,71	15,71	3,82
4	3,93	38,41 (43,25)	114,25	2746,78	1039,75	15,71	15,71	24,04
5	5,20	0,00 (1,36)	74,74	8955,15	191,65	15,71	15,71	120,24

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,00	0,00	210,30	0,00	0,00	0,00
2	1,27	-82,33	234,24	0,00	0,00	0,00
3	2,60	-62,11	235,20	0,00	0,00	0,00
4	3,93	-8,40	236,16	0,00	0,00	0,00
5	5,20	-2,36	230,70	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	71 di 91

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0,35	-269,29 (-269,29)	61,91	148,66	-646,65	31,42	31,42	2,40
2	2,17	-57,80 (-91,12)	30,95	225,73	-664,49	31,42	31,42	7,29
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	168,42	264,29	0,00	0,00	0,00
2	2,17	68,55	260,11	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{ri}	A _{fs}	CS
1	0,35	-46,22 (-46,22)	61,91	1188,30	-887,24	31,42	31,42	19,19
2	2,17	-2,04 (-5,65)	30,95	5605,12	-1023,23	31,42	31,42	181,08
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	72 di 91

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	-46,19	264,29	0,00	0,00	0,00
2	2,17	-7,44	260,11	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,00	0,00 (0,00)	-74,80	-1103,37	-38,36	15,71	15,71	14,85
2	1,27	209,95 (250,46)	100,28	169,21	422,61	15,71	15,71	1,69
3	2,60	114,41 (151,82)	107,27	331,18	468,71	15,71	15,71	3,09
4	3,93	50,26 (62,20)	114,25	1415,72	770,75	15,71	15,71	12,39
5	5,20	0,00 (-1,26)	74,74	8972,79	172,43	15,71	15,71	120,48

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,00	0,00	210,30	0,00	0,00	0,00
2	1,27	-70,33	234,24	0,00	0,00	0,00
3	2,60	-64,93	235,20	0,00	0,00	0,00
4	3,93	-20,73	236,16	0,00	0,00	0,00
5	5,20	-2,18	230,70	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	73 di 91

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-269,29 (-269,29)	45,48	107,60	-637,15	31,42	31,42	2,37
2	2,17	-57,80 (-91,12)	22,74	162,15	-649,77	31,42	31,42	7,13
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
1	0,35	168,42	262,07	0,00	0,00	0,00
2	2,17	68,55	259,00	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,35	-46,22 (-46,22)	45,48	779,93	-792,74	31,42	31,42	17,15
2	2,17	-2,04 (-5,65)	22,74	4594,84	-1141,88	31,42	31,42	202,08
3	4,00	0,00 (0,00)	0,00	0,00	0,00	31,42	31,42	1000,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Red}	A _{sw}
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	74 di 91

1	0,35	-46,19	262,07	0,00	0,00	0,00
2	2,17	-7,44	259,00	0,00	0,00	0,00
3	4,00	0,00	255,93	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	75 di 91

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
σ_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa
σ_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa
σ_c	Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa
τ_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 70,00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0,00	0,00	-0,02	15,71	15,71	0,24	0,04	0,00
2	1,27	26,11	51,19	15,71	15,71	5,99	13,68	0,53
3	2,60	5,50	51,19	15,71	15,71	1,76	0,29	0,13
4	3,93	26,11	51,19	15,71	15,71	5,99	13,68	0,53
5	5,20	0,00	-0,02	15,71	15,71	0,06	0,01	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0,00	2,00	-0,012	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	76 di 91

2	1,27	-29,06	-0,053	0,00
3	2,60	1,92	0,004	0,00
4	3,93	32,90	0,060	0,00
5	5,20	-1,00	0,002	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fl}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fl}	σ _c
1	0,35	-62,32	53,69	31,42	31,42	33,11	12,65	1,22
2	2,17	-7,80	26,85	31,42	31,42	1,69	1,98	0,16
3	4,00	0,00	0,00	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0,35	51,21	0,112	0,00
2	2,17	12,80	0,028	0,00
3	4,00	0,00	0,000	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	77 di 91

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0,35	-62,32	53,69	31,42	31,42	33,11	12,65	1,22
2	2,17	-7,80	26,85	31,42	31,42	1,69	1,98	0,16
3	4,00	0,00	0,00	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0,35	-51,21	-0,112	0,00
2	2,17	-12,80	-0,028	0,00
3	4,00	0,00	0,000	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0,00	0,00	-0,02	15,71	15,71	0,26	0,04	0,00
2	1,27	35,90	56,80	15,71	15,71	8,01	22,29	0,74
3	2,60	15,08	56,80	15,71	15,71	3,61	2,73	0,28
4	3,93	35,90	56,80	15,71	15,71	8,01	22,29	0,74
5	5,20	0,00	-0,02	15,71	15,71	0,07	0,01	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0,00	2,00	-0,012	0,00
2	1,27	-29,35	-0,054	0,00
3	2,60	1,93	0,004	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	78 di 91

4	3,93	33,21	0,061	0,00
5	5,20	-1,00	0,002	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0,35	-72,56	53,69	31,42	31,42	39,81	14,48	1,42
2	2,17	-10,36	26,85	31,42	31,42	3,18	2,50	0,21
3	4,00	0,00	0,00	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0,35	56,82	0,124	0,00
2	2,17	15,60	0,034	0,00
3	4,00	0,00	0,000	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0,35	-72,56	53,69	31,42	31,42	39,81	14,48	1,42



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	79 di 91

2	2,17	-10,36	26,85	31,42	31,42	3,18	2,50	0,21
3	4,00	0,00	0,00	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0,35	-56,82	-0,124	0,00
2	2,17	-15,60	-0,034	0,00
3	4,00	0,00	0,000	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0,00	0,00	-0,02	15,71	15,71	0,29	0,05	0,01
2	1,27	50,59	65,22	15,71	15,71	10,97	35,42	1,05
3	2,60	29,46	65,22	15,71	15,71	6,85	13,63	0,60
4	3,93	50,59	65,22	15,71	15,71	10,97	35,42	1,05
5	5,20	0,00	-0,02	15,71	15,71	0,08	0,01	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0,00	2,00	-0,013	0,00
2	1,27	-29,78	-0,055	0,00
3	2,60	1,95	0,004	0,00
4	3,93	33,66	0,062	0,00
5	5,20	-1,00	0,003	0,00

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	80 di 91

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _e
1	0,35	-87,92	53,69	31,42	31,42	49,87	17,21	1,71
2	2,17	-14,20	26,85	31,42	31,42	5,57	3,24	0,29
3	4,00	0,00	0,00	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0,35	65,24	0,142	0,00
2	2,17	19,81	0,043	0,00
3	4,00	0,00	0,000	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _e
1	0,35	-87,92	53,69	31,42	31,42	49,87	17,21	1,71
2	2,17	-14,20	26,85	31,42	31,42	5,57	3,24	0,29
3	4,00	0,00	0,00	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	81 di 91

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0,35	-65,24	-0,142	0,00
2	2,17	-19,81	-0,043	0,00
3	4,00	0,00	0,000	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	82 di 91

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
ϵ_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0,06	15,71	15,71	228,31	-228,31	-0,22	0,00	0,10	0,00	0,000000
2	1,27	15,71	15,71	228,31	-228,31	26,11	0,00	0,10	0,00	0,000000
3	2,60	15,71	15,71	228,31	-228,31	5,50	0,00	0,10	0,00	0,000000
4	3,93	15,71	15,71	228,31	-228,31	26,11	0,00	0,10	0,00	0,000000
5	5,14	15,71	15,71	228,31	-228,31	-0,05	0,00	0,10	0,00	0,000000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	S_m	ϵ_{sm}
1	0,35	31,42	31,42	185,97	-185,97	-62,32	0,00	0,10	0,00	0,000000
2	2,17	31,42	31,42	185,97	-185,97	-7,80	0,00	0,10	0,00	0,000000
3	4,00	31,42	31,42	185,97	-185,97	0,00	0,00	0,10	0,00	0,000000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	83 di 91

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 7 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,35	31,42	31,42	185,97	-185,97	-62,32	0,00	0,10	0,00	0,000000
2	2,17	31,42	31,42	185,97	-185,97	-7,80	0,00	0,10	0,00	0,000000
3	4,00	31,42	31,42	185,97	-185,97	0,00	0,00	0,10	0,00	0,000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,06	15,71	15,71	228,31	-228,31	-0,24	0,00	0,15	0,00	0,000000
2	1,27	15,71	15,71	228,31	-228,31	35,90	0,00	0,15	0,00	0,000000
3	2,60	15,71	15,71	228,31	-228,31	15,08	0,00	0,15	0,00	0,000000
4	3,93	15,71	15,71	228,31	-228,31	35,90	0,00	0,15	0,00	0,000000
5	5,14	15,71	15,71	228,31	-228,31	-0,06	0,00	0,15	0,00	0,000000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,35	31,42	31,42	185,97	-185,97	-72,56	0,00	0,15	0,00	0,000000
2	2,17	31,42	31,42	185,97	-185,97	-10,36	0,00	0,15	0,00	0,000000
3	4,00	31,42	31,42	185,97	-185,97	0,00	0,00	0,15	0,00	0,000000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 8 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,35	31,42	31,42	185,97	-185,97	-72,56	0,00	0,15	0,00	0,000000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	84 di 91

2	2,17	31,42	31,42	185,97	-185,97	-10,36	0,00	0,15	0,00	0,000000
3	4,00	31,42	31,42	185,97	-185,97	0,00	0,00	0,15	0,00	0,000000

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,06	15,71	15,71	228,31	-228,31	-0,27	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
2	1,27	15,71	15,71	228,31	-228,31	50,59	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
3	2,60	15,71	15,71	228,31	-228,31	29,46	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
4	3,93	15,71	15,71	228,31	-228,31	50,59	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
5	5,14	15,71	15,71	228,31	-228,31	-0,07	0,00	0,20,00	0,00	0,000000

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,35	31,42	31,42	185,97	-185,97	-87,92	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
2	2,17	31,42	31,42	185,97	-185,97	-14,20	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
3	4,00	31,42	31,42	185,97	-185,97	0,00	0,00	0,20,00	0,00	0,000000

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 9 - SLE (Rara)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{iim}	S _m	ε _{sm}
1	0,35	31,42	31,42	185,97	-185,97	-87,92	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
2	2,17	31,42	31,42	185,97	-185,97	-14,20	0,00	0,20,00	0,00	0,000000
3	4,00	31,42	31,42	185,97	-185,97	0,00	0,00	0,20,00	0,00	0,000000



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	85 di 91

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	-74,80	-0,02
1,27	-209,95	-26,11	-82,33	-29,06	51,19	100,28
2,60	-114,41	-5,50	-64,93	2,54	51,19	107,27
3,93	-74,54	-24,63	-20,79	43,80	51,19	114,25
5,20	0,00	0,00	-2,37	-0,99	-0,03	74,74

Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,35	-269,29	-62,32	51,21	168,42	45,48	69,80
2,17	-57,80	-7,80	12,80	68,55	22,74	34,90
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,35	-115,58	-32,34	-85,51	-34,78	45,48	69,80
2,17	-18,78	-0,30	-26,11	-4,58	22,74	34,90
4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Inviluppo pressioni terreno



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	86 di 91

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	σ_{\min} [MPa]	σ_{\max} [MPa]
0,00	0,000	0,052
1,27	0,002	0,053
2,60	0,032	0,053
3,93	0,040	0,072
5,20	0,040	0,095

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 70,00 cm

X	A_{ft}	A_{fs}	CS
0,00	15,71	15,71	14,69
1,27	15,71	15,71	1,69
2,60	15,71	15,71	3,09
3,93	15,71	15,71	5,30
5,20	15,71	15,71	120,22

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0,00	220,48	0,00	0,00	0,00
1,27	232,21	0,00	0,00	0,00
2,60	232,21	0,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	87 di 91

3,93	232,21	0,00	0,00	0,00
5,20	220,48	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,35	31,42	31,42	2,37
2,17	31,42	31,42	7,13
4,00	31,42	31,42	1000,00

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,35	265,36	0,00	0,00	0,00
2,17	260,65	0,00	0,00	0,00
4,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,35	31,42	31,42	6,14
2,17	31,42	31,42	24,77
4,00	31,42	31,42	1000,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	88 di 91

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,35	265,36	0,00	0,00	0,00
2,17	260,65	0,00	0,00	0,00
4,00	255,93	0,00	0,00	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 70,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,00	15,71	15,71	0,005	0,045	0,293
1,27	15,71	15,71	1,051	35,422	10,970
2,60	15,71	15,71	0,598	13,630	6,846
3,93	15,71	15,71	1,051	35,422	10,970
5,20	15,71	15,71	0,001	0,011	0,078

X	τ _c	A _{sw}
0,00	-0,01	0,00
1,27	-0,05	0,00
2,60	0,00	0,00
3,93	0,06	0,00
5,20	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	89 di 91

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,35	31,42	31,42	1,707	17,213	49,871
2,17	31,42	31,42	0,289	3,236	5,568
4,00	31,42	31,42	0,000	0,000	0,000

Y	τ _c	A _{sw}
0,35	0,14	0,00
2,17	0,04	0,00
4,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 60,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
0,35	31,42	31,42	1,707	17,213	49,871
2,17	31,42	31,42	0,289	3,236	5,568
4,00	31,42	31,42	0,000	0,000	0,000

Y	τ _c	A _{sw}
0,35	-0,14	0,00
2,17	-0,04	0,00
4,00	0,00	0,00



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN000016	A	90 di 91



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

Relazione di calcolo muri ad U H=4m

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI02	02D78	CL	IN0000016	A	91 di 91

Verifiche geotecniche

Simbologia adottata

<i>IC</i>	Indice della combinazione
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante
<i>N_c, N_q, N_γ</i>	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
<i>q_u</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]
<i>Q_U</i>	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
<i>Q_V</i>	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
<i>FS</i>	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ	q_u	Q_U	Q_V	FS
1	20,72	10,66	6,77	35,28	14,17	8,99	1,713	8906,70	275,47	32,33
2	15,27	6,70	3,11	24,49	8,60	4,00	0,985	5121,45	212,13	24,14
3	20,72	10,66	6,77	8,02	3,72	2,64	0,183	949,56	179,74	5,28
4	20,72	10,66	6,77	10,71	4,97	0,58	0,290	1509,21	239,91	6,29
5	15,27	6,70	3,11	7,77	3,10	1,09	0,188	979,49	239,91	4,08
6	15,27	6,70	3,11	5,81	2,32	3,08	0,127	660,98	179,74	3,68